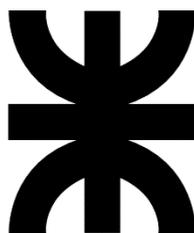


# **CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS**

## **CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

FERNANDEZ LUCIA  
MOREN ROCIO  
RONCONI DELFINA



# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

FACULTAD REGIONAL DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO FINAL DE CARRERA

## **CENTRO DE TRANSFERENCIAS DE CARGAS CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

Proyecto Final presentado en cumplimiento de las exigencias de la Carrera Ingeniería Civil de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, realizada por los estudiantes:  
Fernandez, Lucia; Moren, Rocío; Ronconi, Delfina.

Tutores:

Ing. Penón, Luciano Daniel

Arq. Sersewitz, Verónica

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2022**



## AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo Final de Carrera pone en manifiesto la constancia y el esfuerzo de las integrantes del grupo, así como la participación de muchas personas e instituciones que aportaron sus conocimientos y experiencias, haciendo posible la culminación de una de las etapas más importantes.

Por esta razón las integrantes de este equipo queremos expresar nuestro sincero agradecimiento:

- A la Facultad Regional Concepción del Uruguay, que nos formó como profesionales y personas.
- A los tutores de la cátedra de Proyecto Final, Ing. Luciano Penón y Arq. Verónica Sersewitz, por su predisposición en el desarrollo del presente trabajo.
- A la Municipalidad de la Ciudad de Concepción del Uruguay por proporcionarnos información, para la resolución de las problemáticas.

A todos aquellos profesores y profesionales que nos brindaron su tiempo:

Ing. Alexandra Sosa Zitto

Ing. Carlos Ballester

Ing. César Razzeto

Arq. Daniela Arguet

Ing. Diego Belvisi

Ing. Gonzalo Alvarez

Arq. Lusina Benitez

Por último, agradecerles a nuestras familias y amigos por el apoyo constante e incondicional que nos brindaron desde el comienzo de la Carrera.



## RESUMEN – ABSTRACT

### RESUMEN

En la ciudad de Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, luego de un intensivo relevamiento, encuestas e investigaciones con diferentes personas y entidades de la ciudad, se detectaron tres problemáticas a las cuales se decide darles una solución a través de este proyecto final de carrera.

La principal problemática sobre la cual se trabajó fue la que afecta actualmente el tránsito de la ciudad de Concepción del Uruguay, debido a la gran recurrencia de camiones de mediano y alto porte que superan la capacidad que tienen las calles hoy en día, provocando un gran deterioro y daño de la infraestructura de la misma.

Esta problemática se resuelve con el planteo de un Centro de Transferencia de Cargas, destinado a recibir todos los camiones que superen el límite de carga y peso determinado por una normativa o decreto de la ciudad, y descarguen allí toda su mercadería y productos para luego efectuar el traspaso a vehículos que si estén autorizados a circular dentro de la misma y que no representen un potencial de peligro al tránsito y a los ciudadanos.

Dentro del mismo predio, se trabaja también sobre un edificio de oficinas destinado a todas las empresas e industrias que quieran hacer uso de las instalaciones, y un restaurante abierto a todo el público que desee concurrir.

Se trabaja también sobre la pavimentación y reorganización de las calles perimetrales al predio, para lograr una correcta circulación, ingreso y egreso al mismo, y para resolver la problemática que actualmente sufren los vecinos, debido a que es una zona que posee un gran flujo de circulación de vehículos de alto porte ya que se encuentra muy próximo al Parque Industrial de la ciudad.

Por último, se trabajó sobre la infraestructura hidráulica necesaria para lograr un correcto uso de todas las calles trabajadas en el anteproyecto vial, planteando un sistema de drenaje pluvial que conlleva a que los habitantes de la zona no sufran anegamientos



frente a las precipitaciones y de esta forma dar respuesta a las necesidades actuales y futuras, y brindar a la ciudadanía un mejor servicio.

Palabras Claves: Concepción del Uruguay, Centro de Transferencia de Cargas, Ruta Provincial N°39, Ruta Provincial N°42, Parque Industrial, Red de Distribución acceso, calles, transito, pavimento rígido, estructura metálica, perfil.



## ABSTRACT

After intensive surveys and research carried out in Concepción del Uruguay, Entre Ríos, it was possible to identify three different issues which have led to the making of the present final degree project.

The prevailing problematic traffic in the city was the main issue to be worked on. The high recurrence of medium duty trucks and heavy duty trucks which exceed the weight capacity streets possess, result in deterioration and damage of their infrastructure.

This problem can be solved by establishing a Cargo Transfer Station, intended for the reception of all those trucks which overcome both the load limit and the weight determined by the city’s regulation. Trucks could unload goods there in order to transfer them to vehicles that are authorized to run in the area and that do not represent potential hazard for the traffic or the citizens.

Two more buildings could be developed inside the property. An office building destined to all those companies and industries which wish to make use of the facilities, and a restaurant for those who wish to know the gastronomic offers.

Work on paving and reorganization of the surrounding streets has been designed in order to achieve a proper circulation and mobility -entry and exit points- to solve the current issue which the neighbors are suffering from, considering it is an area of heavy duty traffic due to its proximity to the Industrial Park of the city.

Lastly, a hydraulic infrastructure has been planned with a view to accomplish the correct use of the streets worked on the road draft, raising a storm drainage system which would allow inhabitants not to suffer from flooding and therefore give an answer to the existing and future needs by providing better service.

Keywords: Concepción del Uruguay, Load Transfer Center, Provincial Route N<sup>o</sup>39, Provincial Route N<sup>o</sup>42, Industrial Park, Distribution Network, access, streets, transit, rigid pavement, metallic structure, profile.



## CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN – ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>23</b>
<b>ÍNDICE DE GRAFICOS.....</b>	<b>28</b>
<b>1. RELEVAMIENTO GENERAL .....</b>	<b>29</b>
1.1. ARGENTINA .....	29
1.1.1 Generalidades.....	29
1.1.2 Población.....	31
1.1.3 Geografía.....	32
1.1.4 Economía .....	36
1.2. ENTRE RÍOS .....	38
1.2.1 Generalidades.....	38
1.2.2 Ubicación Geográfica y Organización Política.....	39
1.2.3 Población.....	39
1.2.4 Educación y Salud.....	40
1.2.5 Economía .....	41
1.2.6 Sector agropecuario .....	41
1.2.7 Sector minería .....	43
1.2.8 Sector industrial .....	44
1.2.9 Turismo .....	45
1.2.10 Geografía.....	46
1.2.11 Hidrografía .....	48
1.2.12 Flora y fauna.....	50
1.2.13 Infraestructura vial .....	51
1.2.14 Departamento Uruguay .....	55
1.2.15 Economía.....	55
1.3. CONCEPCIÓN DEL URUGUAY .....	59



1.3.1	Generalidades.....	59
1.3.2	Ubicación geográfica .....	60
1.3.3	Población.....	61
1.3.4	Geografía.....	63
1.3.5	Economía .....	66
1.3.6	Educación y Salud.....	69
1.3.7	Infraestructura y Servicios .....	70
<b>2.</b>	<b>DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS .....</b>	<b>77</b>
2.1.	PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS .....	77
2.2.	OBJETIVOS GENERALES .....	79
2.3.	OBJETIVOS PARTICULARES .....	79
<b>3.</b>	<b>RELEVAMIENTO PARTICULAR .....</b>	<b>81</b>
3.1.	RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO .....	81
3.1.1	Ubicación y Terreno .....	81
3.1.2	Accesibilidad.....	82
3.1.3	Rutas cercanas.....	83
3.1.4	Concepción del Uruguay: Alimentación, transportes y empresas .	85
3.1.5	Centros de transferencias en el país .....	88
3.1.6	Normativa concepción del uruguay .....	90
3.1.7	Estado Actual .....	92
3.1.8	Encuestas.....	94
3.1.9	Conclusión .....	96
3.2.	RELEVAMIENTO HIDRÁULICO .....	97
3.2.1	Ubicación geográfica .....	97
3.2.2	Estudio de campo .....	97
3.2.3	Relevamiento de la infraestructura y servicios del lugar .....	98
3.2.4	Estado actual .....	98
3.2.5	Relevamiento topográfico .....	102
3.2.6	Definición de Cuencas y Sub cuencas .....	111
3.2.7	Conclusión .....	112



3.3.	RELEVAMIENTO VIAL .....	112
3.3.1	Ubicación geográfica .....	112
3.3.2	Estado Actual .....	114
3.3.3	Planimetría .....	123
3.3.4	Estimación del tránsito debido a las actividades económicas.....	123
3.3.5	Encuestas.....	125
3.3.6	Accidentes.....	125
3.3.7	Flujo Vehicular .....	127
3.3.8	Tránsito medio diario anual .....	136
3.3.9	Distribución.....	141
3.3.10	Composición.....	142
3.3.11	Conclusión.....	143
<b>4.</b>	<b>ANTEPROYECTO HIDRAULICO .....</b>	<b>144</b>
4.1.	ESTUDIO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS.....	144
4.2.	ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES .....	144
4.2.1	Cálculos de parámetros de la cuenca .....	149
4.2.2	Cálculos de caudales de diseño.....	151
4.3.	DRENAJE SUPERFICIAL.....	154
4.4.	DISEÑO DE CORDÓN CUNETETA .....	155
4.4.1	Dimensionado de sumideros .....	163
4.4.2	Red de derivación .....	168
4.4.3	Bocas de tormenta.....	170
4.5.	DESCARGA FINAL .....	175
4.6.	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO .....	176
<b>5.</b>	<b>ANTEPROYECTO VIAL .....</b>	<b>178</b>
5.1.	DISEÑO PRELIMINAR ACCESO SUR-OESTE DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY.....	179
5.1.1	Calle Pública 1165 .....	183
5.1.2	Predimensionado (método de AASHTO 1993) .....	191
5.1.3	Calculo de Losa de Hormigón .....	198



5.1.4	Paquete estructural .....	199
5.2.	CALLE PÚBLICA 1106 .....	200
5.2.1	Calculo de Losa de Hormigón .....	205
5.2.2	Paquete estructural .....	206
5.3.	CIRCUITOS OPERATIVOS .....	206
5.4.	JUNTAS .....	210
5.4.1	Juntas transversales .....	210
5.4.2	Juntas longitudinales .....	210
5.5.	ESTUDIO DE DRENAJE VIAL .....	211
5.6.	EQUIPAMIENTO .....	213
5.6.1	Alumbrado .....	213
5.6.2	Arbolado .....	214
5.6.3	Acera .....	216
5.6.4	Señalización .....	217
5.6.5	Señalización horizontal .....	217
5.6.6	Señalización vertical .....	230
5.7.	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO .....	238
<b>6.</b>	<b>ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO.....</b>	<b>240</b>
6.1.	DISEÑO PRELIMINAR .....	240
6.2.	EMPLAZAMIENTO .....	240
6.2.1	Programa de necesidades .....	241
6.3.	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	243
6.4.	ZONIFICACIÓN .....	243
6.5.	IMPLANTACIÓN.....	244
6.5.1	Modulación .....	246
6.6.	VOLUMETRÍA.....	248
6.7.	MATERIALIDAD .....	250
6.8.	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y CIRCULACIONES .....	252
6.9.	MEMORIA TÉCNICA .....	256
6.9.1	Sistema Estructural .....	262
6.9.2	Instalaciones.....	272



6.9.3	Instalación sanitaria .....	272
6.9.4	Instalación contra incendios.....	280
6.9.5	Instalación eléctrica .....	282
6.9.6	Calefacción y Refrigeración .....	283
6.9.7	Accesibilidad.....	283
6.10.	PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE.....	287
6.10.1	Cargas Permanentes .....	287
6.10.2	Sobrecargas de Uso .....	289
6.10.3	Predimensionado de la estructura.....	290
6.11.	ESTRUCTURA DE DEPÓSITOS .....	292
6.11.1	Cálculo de los esfuerzos para el predimensionado de cabriadas	294
6.11.2	Verificación de la flecha .....	301
6.12.	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO .....	302
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS DE ANTEPROYECTOS.....</b>	<b>305</b>
<b>8.</b>	<b>PROYETO EJECUTIVO .....</b>	<b>308</b>
8.1.	MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL.....	308
8.1.1	Normativa aplicable .....	308
8.1.2	Esquema estructural .....	308
8.1.3	Análisis y determinación de cargas.....	310
8.1.4	Cargas permanentes (D).....	310
8.1.5	Sobrecarga de uso (L) .....	311
8.1.6	Sobrecarga de viento (W) .....	311
8.1.7	Diseño de columnas .....	314
8.1.8	Diseño de vigas laterales.....	317
8.1.9	Diseño de cercha metálica .....	317
8.1.10	Correas .....	319
8.1.11	Pórticos de frenado.....	320
8.1.12	Cruces de San Andres .....	321
8.2.	ESTUDIO DE PÓRTICOS.....	322



8.2.1 Estudio del pórtico más solicitado .....	322
8.3. UNIONES.....	326
8.3.1 Unión Columna Intermedia- Cabreada .....	327
8.3.2 Unión Columna lateral viga lateral – columna lateral y cabreada	330
8.3.3 Columna lateral - viga lateral.....	331
8.3.4 Columna lateral - cabreada .....	334
8.3.5 Columna hormigón y fundación .....	337
8.3.6 Dimensionamiento de la placa de apoyo .....	342
8.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIÓN SOLDADA .....	350
8.5. FUNDACIONES .....	354
8.5.1 Dimensionado .....	355
8.5.2 Dimensionado de tronco de columna.....	359
8.5.3 Viga de fundación .....	360
8.6. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	360
8.6.1 Trabajos preliminares.....	360
8.6.2 Limpieza del terreno .....	360
8.6.3 Obrador .....	361
8.6.4 Cartel de obra .....	361
8.6.5 Procedimientos y cumplimientos.....	361
8.6.6 Nivelación y replanteo .....	361
8.6.7 Cerco de obra .....	361
8.6.8 Movimiento de suelo.....	362
8.6.9 Estructura de hormigón armado.....	362
8.6.10 Estructura metálica.....	365
8.7. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO .....	371
8.7.1 FACTOR K.....	373
8.7.2 Análisis de precios .....	373
8.8. PLAN DE TRABAJO Y ANÁLISIS FINANCIERO .....	383
8.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	387
8.9.1 Descripción del proyecto .....	388
8.9.2 Localización .....	388



8.9.3 Descripción general .....	388
8.9.4 Situación actual .....	388
8.9.5 Marco legal .....	388
8.9.6 Análisis .....	388
<b>9. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>392</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA REPÚBLICA ARGENTINA EN EL MUNDO. FUENTE: MINISTERIO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. ....	30
FIGURA 2. REGIONES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. FUENTE: MAPOTECA. ....	31
FIGURA 3. ESTIMACIONES Y PROYECCIONES ELABORADAS EN BASE A RESULTADOS DEL CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN, HOGARES Y VIVIENDAS 2010. FUENTE: INDEC .....	32
FIGURA 4. A LA IZQUIERDA EL ACONCAGUA UBICADO EN LA PROVINCIA DE MENDOZA Y A LA DERECHA SIERRA DE LA VENTANA DEL SUR BONAERENSE. FUENTE: TODO-ARGENTINA.NET/GEOGRAFIA/ARGENTINA/RELIEVE_E.HTM .....	33
FIGURA 5. A LA IZQUIERDA QUEBRADA DE HUMAHUACA Y A LA DERECHA MONTE FITZ ROY O CERRO CHALTÉN. FUENTE: TODO-ARGENTINA.NET/GEOGRAFIA/ARGENTINA/RELIEVE_E.HTM .....	34
FIGURA 6. A LA IZQUIERDA RADA TILLY UBICADA EN EL SUR DE COMODORO RIVADAVIA Y A LA DERECHA EL ARCHIPIÉLAGO DE TIERRA DEL FUEGO. FUENTE: TODO-ARGENTINA.NET/GEOGRAFIA/ARGENTINA/RELIEVE_E.HTM .....	35
FIGURA 7. CLIMAS Y ECO – REGIONES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. FUENTE: MAPOTECA.....	36
FIGURA 8. PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. FUENTE: <a href="https://www.alamy.es/foto-entre-rios-territorio-region-169659212.html">HTTPS://WWW.ALAMY.ES/FOTO-ENTRE-RIOS-TERRITORIO-REGION-169659212.HTML</a> .....	38
FIGURA 9. DEPARTAMENTOS DE ENTRE RÍOS. FUENTE: WIKIPEDIA .....	39
FIGURA 10. DENSIDAD DE POBLACIÓN, CENSO 2010. FUENTE: <a href="https://sig.indec.gov.ar/censo2010/">HTTPS://SIG.INDEC.GOV.AR/CENSO2010/</a> ....	40
FIGURA 11. MORFOMETRÍA DE ENTRE RÍOS. FUENTE: <a href="http://cge.entrerios.gov.ar/wp-content/uploads/2019/12/presentacion-suelos-y-ambientes-2010-manual.pdf">HTTP://CGE.ENTRERIOS.GOV.AR/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/12/PRESENTACION-SUELOS-Y-AMBIENTES-2010-MANUAL.PDF</a>	46
FIGURA 12. MAPA DE SUELOS DE ENTRE RÍOS. FUENTE: <a href="http://cge.entrerios.gov.ar/wp-content/uploads/2019/12/presentacion-suelos-y-ambientes-2010-manual.pdf">HTTP://CGE.ENTRERIOS.GOV.AR/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/12/PRESENTACION-SUELOS-Y-AMBIENTES-2010-MANUAL.PDF</a>	48
FIGURA 13. HIDROGRAFÍA DE ENTRE RÍOS. FUENTE: <a href="http://cge.entrerios.gov.ar/wp-content/uploads/2019/12/presentacion-suelos-y-ambientes-2010-manual.pdf">HTTP://CGE.ENTRERIOS.GOV.AR/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/12/PRESENTACION-SUELOS-Y-AMBIENTES-2010-MANUAL.PDF</a>	50
FIGURA 14. TUNEL SUBFLUVIAL RAÚL URALGA – CARLOS SYLVESTRE BEGNIS. FUENTE: <a href="https://www.tunelsubfluvial.gov.ar/obras-y-mantenimiento/">HTTPS://WWW.TUNELSUBFLUVIAL.GOV.AR/OBRAS-Y-MANTENIMIENTO/</a> .....	52
FIGURA 15. PUENTE INTERNACIONAL "GRAL SAN MARTÍN". FUENTE: <a href="https://www.visionmaritima.com.uy/noticias/logistica-noticias/fray-bentos-obra-del-puente-san-martin-35-avance/attachment/puente-san-martin-2/">HTTPS://WWW.VISIONMARITIMA.COM.UY/NOTICIAS/LOGISTICA-NOTICIAS/FRAY-BENTOS-OBRA-DEL-PUENTE-SAN-MARTIN-35-AVANCE/ATTACHMENT/PUENTE-SAN-MARTIN-2/</a> .....	52
FIGURA 16. PUENTE INTERNACIONAL GRAL. J. G. ARTIGAS. FUENTE: <a href="https://www.eleentrerios.com">HTTPS://WWW.ELENTRETIOS.COM</a> ...	53
FIGURA 17. PUENTE FERROVIAL REPRESA SALTO GRANDE. FUENTE: <a href="https://www.saltogrande.org/rsg.php">HTTPS://WWW.SALTOGRANDE.ORG/RSG.PHP</a> .....	53
FIGURA 18. PUENTE ROSARIO - VICTORIA. FUENTE: <a href="https://laciudadrevista.com/el-22-de-mayo-de-2003-se-inaugura-el-puente-entre-rosario-y-victoria/">HTTPS://LACIUDADREVISTA.COM/EL-22-DE-MAYO-DE-2003-SE-INAUGURA-EL-PUENTE-ENTRE-ROSARIO-Y-VICTORIA/</a> .....	54
FIGURA 19. COMPLEJO FERROVIAL ZÁRATE - BRAZO LARGO. FUENTE: WIKIPEDIA. ....	54



FIGURA 20. LOCALIDADES QUE INTEGRAN EL DEPARTAMENTO. FUENTE: LA ECONOMÍA DEL DEPARTAMENTO URUGUAY. VICTORIA GIARRIZZO Y PABLO PRESAS .....	55
FIGURA 21. EMPLEO EN EL DEPARTAMENTO URUGUAY. FUENTE: LA ECONOMÍA DEL DEPARTAMENTO URUGUAY. VICTORIA GIARRIZZO Y PABLO PRESAS .....	56
FIGURA 22. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL DEPARTAMENTO URUGUAY. FUENTE: LA ECONOMÍA DEL DEPARTAMENTO URUGUAY. VICTORIA GIARRIZZO Y PABLO PRESAS .....	57
FIGURA 23. VISTA AÉREA DE LA CIUDAD A PRINCIPIOS DE LA DÉCADA DE 1970. FUENTE: <a href="https://concepcionhistoriayturismo.com/la-ciudad/">HTTPS://CONCEPCIONHISTORIAYTURISMO.COM/LA-CIUDAD/</a> .....	59
FIGURA 24. MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="http://mapa.poblaciones.org">MAPA.POBLACIONES.ORG</a> .....	60
FIGURA 25. DISTANCIAS HASTA CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="http://mapa.poblaciones.org">MAPA.POBLACIONES.ORG</a> .....	61
FIGURA 26. DENSIDAD DE POBLACIÓN. FUENTE: <a href="http://mapa.poblaciones.org">MAPA.POBLACIONES.ORG</a> .....	62
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL ETARIA POR SEXO. FUENTE: INDEC .....	62
FIGURA 28. ARROYOS DE ENTRE RÍOS. FUENTE: ARROYOS DE ENTRE RÍOS. DIRECCIÓN DE HIDRÁULICA DE ENTRE RÍOS .....	65
FIGURA 29. ARROYOS DE ENTRE RÍOS. FUENTE: ARROYOS DE ENTRE RÍOS. DIRECCIÓN DE HIDRÁULICA DE ENTRE RÍOS .....	65
FIGURA 30. PARQUE INDUSTRIAL. FUENTE: <a href="https://produccioncdelu.wordpress.com/parque-industrial/">HTTPS://PRODUCCIONCDELU.WORDPRESS.COM/PARQUE-INDUSTRIAL/</a> .....	67
FIGURA 31. PARQUE INDUSTRIAL. FUENTE: RADIO 9 .....	67
FIGURA 32. PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="https://lagrancapital.com/2022/02/08/autoridades-de-puerto-la-plata-y-el-puerto-de-concepcion-de-uruguay-se-reunieron-nuevamente/">HTTPS://LAGRANCAPITAL.COM/2022/02/08/AUTORIDADES-DE-PUERTO-LA-PLATA-Y-EL-PUERTO-DE-CONCEPCION-DE-URUGUAY-SE-REUNIERON-NUUEVAMENTE/</a> .....	68
FIGURA 33. PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="https://www.argenports.com.ar/nota/interes-chino-en-negocios-conjuntos-con-el-puerto-de-concepcion-del-uruguay">HTTPS://WWW.ARGENPORTS.COM.AR/NOTA/INTERES-CHINO-EN-NEGOCIOS-CONJUNTOS-CON-EL-PUERTO-DE-CONCEPCION-DEL-URUGUAY</a> .....	68
FIGURA 34. ISLA DEL PUERTO. FUENTE: <a href="https://www.turismoentrerios.com/cdeluruguay/isla-del-puerto.html">HTTPS://WWW.TURISMOENTRERIOS.COM/CDELURUGUAY/ISLA-DEL-PUERTO.HTML</a> .....	69
FIGURA 35. HOSPITAL JUSTO JOSÉ DE URQUIZA. FUENTE: <a href="https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Hospital_Justo_Jos%C3%A9_de_Urquiza.jpg">HTTPS://ES.M.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ARCHIVO:HOSPITAL_JUSTO_JOS%C3%A9_DE_URQUIZA.JPG</a> ..	70
FIGURA 36. HOGARES CON ACCESO A DESAGÜE. FUENTE: APPS.SE.GOB.AR .....	70
FIGURA 37. ZONA CON RED CLOACAL. FUENTE: PLAN ESTRATÉGICO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY .....	71
FIGURA 38. HOGARES CON ACCESO A LA RED DE AGUA. FUENTE: APPS.SE.GOB.AR.....	72
FIGURA 39. ZONA CON AGUA DE RED. FUENTE: PLAN ESTRATÉGICO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY .....	73
FIGURA 40. ZONA CON ALUMBRADO. FUENTE: PLAN ESTRATÉGICO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY .....	74
FIGURA 41. HOGAR-GAS. FUENTE: APPS.SE.GOB.AR .....	74
FIGURA 42.ZONA CON GAS NATURAL. FUENTE: PLAN ESTRATÉGICO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY .....	75



FIGURA 43. ZONAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS Y RAMAS. FUENTE: PLAN ESTRATÉGICO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY .....	76
FIGURA 44. LOCALIZACIÓN DE TERRENO. FUENTE: PROPIA. ....	81
FIGURA 45. ZONAS ALEDAÑAS AL TERRENO. FUENTE: PROPIA.....	82
FIGURA 46. PLANO DE MENSURA DEL TERRENO. FUENTE: MUNICIPALIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. ....	82
FIGURA 47. ACCESIBILIDAD AL TERRENO. FUENTE: PROPIA.....	83
FIGURA 48. RECORRIDO DE RUTA NACIONAL Nº14. FUENTE: REVISTA VIAL. ....	84
FIGURA 49. RECORRIDO DE RUTA PROVINCIAL Nº39. FUENTE: INTERNET. ....	85
FIGURA 50. ALIMENTACIÓN, TRANSPORTES Y EMPRESAS. FUENTE: PROPIA.....	86
FIGURA 51. PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="https://producciondelu.wordpress.com/">HTTPS://PRODUCCIONDELU.WORDPRESS.COM/</a> .....	87
FIGURA 52. CTC VILLA SOLDATI. FUENTE: <a href="https://defensayarmas.blogspot.com/2016/09/los-vecinos-de-parque-patricios.html">HTTPS://DEFENSAYARMAS.BLOGSPOT.COM/2016/09/LOS- VECINOS-DE-PARQUE-PATRICIOS.HTML</a> .....	88
FIGURA 53. INSTALACIONES CTC. FUENTE: <a href="https://www.ctcadministradora.com.ar/">HTTPS://WWW.CTCADMINISTRADORA.COM.AR/</a> .....	89
FIGURA 54. INSTALACIONES CTC. FUENTE: <a href="https://www.ctcadministradora.com.ar/">HTTPS://WWW.CTCADMINISTRADORA.COM.AR/</a> .....	89
FIGURA 55. PLANO DE ORDENAMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: C.O.U. ....	90
FIGURA 56. ESTADO ACTUAL DE TERRENO. FUENTE: PROPIA. ....	92
FIGURA 57. ESTADO ACTUAL DE TERRENO. FUENTE: PROPIA. ....	93
FIGURA 58. ESTADO ACTUAL TERRENO. FUENTE: PROPIA.....	93
FIGURA 59. ESTADO ACTUAL TERRENO. FUENTE: PROPIA. ....	94
FIGURA 60. ZONA RELEVADA, RELEVAMIENTO HIDRÁULICO. FUENTE: PROPIA.....	97
FIGURA 61. PLANTA DE RELEVAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE LA ZONA. FUENTE PROPIA.....	98
FIGURA 62. CAÑERÍA EXISTENTE RELEVADA. FUENTE: PROPIA. ....	99
FIGURA 63. A LA IZQUIERDA CAÑO DE HORMIGÓN DE 400MM SOBRE RUTA 42; A LA DERECHA ALCANTARILLA SOBRE RUTA 42. FUENTE: PROPIA. ....	99
FIGURA 64. CAÑO DE 1100 DE HORMIGÓN INTERSECCIÓN RUTA 39 Y RUTA 42. FUENTE: PROPIA. ....	100
FIGURA 65. REJILLAS SOBRE ROTONDA. FUENTE: PROPIA.....	100
FIGURA 66. ALCANTARILLADO DOBLE CON CAÑERÍA DE 1100MM Y CANAL A CIELO ABIERTO. FUENTE: PROPIA.....	101
FIGURA 67. ALCANTARILLADO Y CANAL A CIELO ABIERTO INTERSECCIÓN CALLE CIUDAD DE LA PAZ Y RUTA PROVINCIAL Nº 39. FUENTE: PROPIA.....	101
FIGURA 68. A LA IZQUIERDA ZANJA HECHA POR LOS VECINOS SOBRE CALLE PÚBLICA 1165. A LA DERECHA ZANJA TAPADA CON BROSA IMPIDIENDO E ESCURRIMIENTO DEL AGUA. FUENTE: PROPIA.....	102
FIGURA 69. RELEVAMIENTO HIDRÁULICO. FUENTE: PROPIA. ....	103



FIGURA 70. A LA IZQUIERDA CALLE PÚBLICA DONDE SE INICIÓ EL RELEVAMIENTO DÍA 1. A LA DERECHA NIVELACIÓN SOBRE RPN°39 DÍA 1. FUENTE: PROPIA. ....	104
FIGURA 71. NIVELACIÓN SOBRE ROTONDA DE BIENVENIDA DÍA DOS. FUENTE: PROPIA. ....	104
FIGURA 72. NIVELACIÓN SOBRE RUTA PROVINCIAL N° 42. FUENTE: PROPIA. ....	106
FIGURA 73. RELEVAMIENTO SOBRE CALLE PUBLICA 1165. FUENTE: PROPIA. ....	107
FIGURA 74. A LA IZQUIERDA RELEVAMIENTO SOBRE CALLE PÚBLICA 1106. A LA DERECHA RELEVAMIENTO SOBRE CALLE PÚBLICA 1102. FUENTE: PROPIA. ....	109
FIGURA 75. A LA IZQUIERDA RELEVAMIENTO SOBRE CALLE PÚBLICA 1169. A LA DERECHA RELEVAMIENTO SOBRE CALLE PÚBLICA 1167. FUENTE: PROPIA. ....	110
FIGURA 76. SENTIDO DEL ESCURRIMIENTO SOBRE CALLES RELEVADAS. FUENTE: PROPIA. ....	110
FIGURA 77. CUENCAS DE APORTE SOBRE ZONA RELEVADA. FUENTE: PROPIA. ....	111
FIGURA 78. UBICACIÓN ACCESOS A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: GOOGLE EARTH. EDITADO POR LOS AUDITORES. ....	113
FIGURA 79. LOTEUB UBICADO ENTRE CALLE PÚBLICA 1165 Y RP N°39 EN LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. ....	114
FIGURA 80. ACCESO SUR-OESTE A LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: GOOGLE EARTH. EDITADO POR LOS AUDITORES. ....	115
FIGURA 81. ACCESO SUR-OESTE A LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, ROTONDA. FUENTE: MKDRONE. ....	115
FIGURA 82. ESTADO RP N° 39, DESDE RULO HASTA EL ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: GOOGLE MAPS. ....	116
FIGURA 83. GUARDARRAÍL EN MAL ESTADO, SOBRE CALLE RP N°39. FUENTE: PROPIA. ....	117
FIGURA 84. GUARDARRAÍL EN MAL ESTADO. ZONA ESTACIÓN DE SERVICIO. FUENTE: PROPIA. ....	117
FIGURA 85. PARTE DEL CORDÓN CUNETA Y TERRENO DAÑADO. FUENTE: PROPIA. ....	118
FIGURA 86. CANAL A CIELO ABIERTO EN RP N°39. FUENTE: PROPIA. ....	118
FIGURA 87. VEHÍCULOS DE GRAN PORTE INGRESANDO A LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: PROPIA. ....	119
FIGURA 88. VEHÍCULO DE GRAN PORTE INGRESANDO A LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: PROPIA. ....	119
FIGURA 89. VEHÍCULO DE GRAN OBSTRUYENDO EL PASO. FUENTE: PROPIA. ....	120
FIGURA 90. ESTADO DE RP N°42. FUENTE: GOOGLE MAPS. ....	120
FIGURA 91. A LA IZQUIERDA CALLE INTERNA DE LOTEUB UBICADO ENTRE CONTINUACIÓN DE CALLE PÚBLICA 1165 Y RP N°39. A LA DERECHA CALLE INTERNA DE LOTEUB UBICADO ENTRE CALLE PÚBLICA 1165 Y RP N°39. FUENTE: PROPIA. ....	121
FIGURA 92. CALLE PÚBLICA N° 1106, CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: PROPIA. ....	122
FIGURA 93. A LA IZQUIERDA CALLE PÚBLICA 1165 LIMITANDO CON RP N°42. A LA DERECHA CALLE PÚBLICA N° 1165, LIMITANDO CON RP N°42. FUENTE: PROPIA. ....	122



FIGURA 94. . NOTICIA 03442. "UNA ROTONDA PELIGROSA: SE DESPISTÓ UN AUTO EN EL ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY: UNA ROTONDA PELIGROSA: SE DESPISTÓ UN AUTO EN EL ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY". FUENTE: 03442.COM.AR.....	126
FIGURA 95. . NOTICIA 03442. “CHOQUE EN INMEDIACIONES DEL INTA Y CAOS EN LA RUTA 39”. FUENTE: 03442.COM.AR.....	127
FIGURA 96. RELACIONES INTENSIDAD-DURACIÓN-RECURRENCIA CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas_de_diseno_er.pdf">HTTPS://WWW.HIDRAULICA.GOB.AR/ARCHIVOS/TORMENTAS_DE_DISENO_ER.PDF</a> .....	146
FIGURA 97. RELACIONES INTENSIDAD-DURACIÓN-RECURRENCIA CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: <a href="https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas_de_diseno_er.pdf">HTTPS://WWW.HIDRAULICA.GOB.AR/ARCHIVOS/TORMENTAS_DE_DISENO_ER.PDF</a> .....	147
FIGURA 98. PLANTA CON ZONAS DETERMINADAS. FUENTE: PROPIA. ....	148
FIGURA 99. C PONDERADO DE LOTEOS. FUENTE: PROPIA. ....	149
FIGURA 100. C PONDERADO DE CALLES. FUENTE: PROPIA. ....	149
FIGURA 101. C PONDERADO ADOPTADO. FUENTE: PROPIA.....	149
FIGURA 102. SUBCUENCAS DE APORTE. FUENTE: PROPIA. ....	150
FIGURA 103. DIRECCIÓN DE PENDIENTE DE CALLES. FUENTE: PROPIA. ....	150
FIGURA 104. SECCIONES TIPO DE CORDÓN CUNETA. FUENTE: <a href="https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20291/4/MEMORIA%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.PDF">HTTPS://WWW.COLIBRI.UDELAR.EDU.UY/JSPUI/BITSTREAM/20.500.12008/20291/4/MEMORIA%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.PDF</a> .....	156
FIGURA 105. CORDÓN CUNETA DE SECCIÓN UNIFORME. FUENTE: <a href="https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20291/4/MEMORIA%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.PDF">HTTPS://WWW.COLIBRI.UDELAR.EDU.UY/JSPUI/BITSTREAM/20.500.12008/20291/4/MEMORIA%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.PDF</a> .....	157
FIGURA 106. SECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN ADOPTADA. FUENTE: PROPIA. ....	158
FIGURA 107. CORDÓN CUNETA FUENTE: PROPIA. ....	160
FIGURA 108. SECCIÓN TRANSVERSAL CALLE PUBLICA 1165 FUENTE: PROPIA. ....	160
FIGURA 109. SECCIÓN TRANSVERSAL CALLE 1106. FUENTE: PROPIA.....	160
FIGURA 110. DISPOSICIÓN DE SUMIDEROS. FUENTE: NORMA 5.2 IC DRENAJE SUPERFICIAL .....	163
FIGURA 111. TIPO DE SUMIDEROS. FUENTE: REGLAMENTO TÉCNICO DE DISEÑO DE CUNETAS. ....	164
FIGURA 112. UBICACIÓN SUMIDERO DE REJILLA. FUENTE: NORMA DE CONSTRUCCIÓN DE SUMIDEROS....	165
FIGURA 113. SUMIDERO COLECTOR HORIZONTAL CON REJAS. FUENTE: REGLAMENTO TÉCNICO DE DISEÑO DE CUNETAS.....	166
FIGURA 114. VISTAS DEL SUMIDERO ADOPTADO. FUENTE: REGLAMENTO TÉCNICO DE DISEÑO DE CUNETAS. ....	167
FIGURA 115. DIAMETROS COMERCIALES CAÑOS DE HORMIGÓN. FUENTE: PREMOLDEADOS ARGENTINA. ....	169
FIGURA 116. CALCULO DE CAÑO CIRCULAR. FUENTE: PROPIA.....	170
FIGURA 117. CORRECTA UBICACIÓN DE LAS BOCAS DE TORMENTA. FUENTE: MANUAL DINASA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUAS PLUVIALES URBANAS. ....	171



FIGURA 118. REJA CON MEDIDAS RECOMENDADAS. FUENTE: MANUAL DINASA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUAS PLUVIALES URBANAS. ....	172
FIGURA 119. EJEMPLOS DE MALAS PRÁCTICAS. MANUAL DINASA DISEÑO DE SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES URBANAS. ....	173
FIGURA 120. BOCA DE TORMENTA. FUENTE: <a href="https://www.colonia.gub.uy/?x=DETALLENOTICIA&amp;Y=8EE51CAAA2C2F4EE2E5B4B7EF5A89DB7DF1068D7">HTTPS://WWW.COLONIA.GUB.UY/?X=DETALLENOTICIA&amp;Y=8EE51CAAA2C2F4EE2E5B4B7EF5A89DB7DF1068D7</a> .....	175
FIGURA 121. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA CON DESCARGA FINAL. FUENTE: PROPIA. ....	176
FIGURA 122. ZONA DE INTERVENCIÓN, ANTEPROYECTO VIAL: FUENTE: GOOGLE EARTH.....	179
FIGURA 123. RADIOS DE GIRO Y SOBREALCHO. FUENTE: UTN FACULTAD REGIONAL SANTA FE.....	182
FIGURA 124. MODELADO DE RADIOS DE GIRO Y SOBREALCHOS. FUENTE: PROYECTO FINAL DE CARRERA “REESTRUCTURACIÓN DEL PUERTO DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY”, AUTORES: ADUCO, BOUVET, CABALLERO.....	182
FIGURA 125. PUNTOS DE INTERSECCIÓN DE CAMINOS. FUENTE: PROPIA. ....	190
FIGURA 126. ESALS PARA CADA TIPO DE VEHÍCULO. FUENTE: AASHO ROAD TEST. ....	194
FIGURA 127. FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA. FUENTE: APÉNDICE D, AASHTO, GUÍA DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS ESTRUCTURALES, D.C. 1993. ....	194
FIGURA 128. PAQUETE ESTRUCTURAL DEL CALLE PÚBLICA N°1165. FUENTE: PROPIA. ....	199
FIGURA 129. PERFIL TRANSVERSAL CALLE PÚBLICA 1165. FUENTE: PROPIA. ....	200
FIGURA 130. PUNTOS DE INTERSECCIÓN DE CAMINOS. FUENTE: PROPIA. ....	203
FIGURA 131. PAQUETE ESTRUCTURAL DEL CALLE PÚBLICA N°1106. FUENTE: PROPIA. ....	206
FIGURA 132. CALCULO DE CAÑO CIRCULAR D=600MM. FUENTE: PROPIA. ....	211
FIGURA 133. ALCANTARILLA EXISTENTE SOBRE RPN°39. FUENTE: PROPIA. ....	212
FIGURA 134. DIMENSIONES EXTENSIÓN DE ALCANTARILLA SOBRE RPN°39. FUENTE: PROPIA. ....	212
FIGURA 135. DIMENSIONES EXTENSIÓN DE ALCANTARILLA SOBRE RPN°39. FUENTE: PROPIA. ....	213
FIGURA 136. UBICACIÓN ALCANTARILLAS PROYECTADAS FUENTE: PROPIA.....	213
FIGURA 137. LUMINARIA SIMPLE. FUENTE: <a href="https://www.archdaily.mx/mx/940811/beneficios-de-los-sistemas-de-iluminacion-solar-sin-conexion-a-la-red">HTTPS://WWW.ARCHDAILY.MX/MX/940811/BENEFICIOS-DE-LOS-SISTEMAS-DE-ILUMINACION-SOLAR-SIN-CONEXION-A-LA-RED</a> .....	214
FIGURA 138. LUMINARIA DOBLE. FUENTE: <a href="https://trex.com.pe/soluciones/iluminacion-solar-exterior">HTTPS://TREX.COM.PE/SOLUCIONES/ILUMINACION-SOLAR-EXTERIOR</a> .....	214
FIGURA 139. FRESNO COMÚN. FUENTE: <a href="https://shop80001.zakoxani.com/category?name=arbol%20de%20fresno">HTTPS://SHOP80001.ZAKOXANI.COM/CATEGORY?NAME=ARBOL%20DE%20FRESNO</a> .....	215
FIGURA 140. JACARANDÁ. FUENTE: <a href="https://escaramuza.com.uy/nota/sintomas-de-pertenencia-jacarandas-y-laquo-los-pasajes-comunes-raquo-/1051">HTTPS://ESCARAMUZA.COM.UY/NOTA/SINTOMAS-DE-PERTENENCIA-JACARANDAS-Y-LAQUO-LOS-PASAJES-COMUNES-RAQUO-/1051</a> .....	216
FIGURA 141. ACERA DE ADOQUINES PREFABRICADOS. FUENTE: <a href="https://www.istockphoto.com/es/fotos/bordillo-acera">HTTPS://WWW.ISTOCKPHOTO.COM/ES/FOTOS/BORDILLO-ACERA</a> .....	216



FIGURA 142. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, LÍNEAS LONGITUDINALES. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	218
FIGURA 143. ANCHOS DE LÍNEAS LONGITUDINALES. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	218
FIGURA 144. VALORES DE MÓDULOS Y RELACIÓN MARCA/MODULO PARA LÍNEA DISCONTINUA. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	219
FIGURA 145. LINEAS CENTRALES Y LINEAS DE BORDE. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	219
FIGURA 146. DEFINICIÓN DE ZONA DE PROHIBICIÓN DE SOBREPASO, CURVAS HORIZONTALES. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	220
FIGURA 147. DETALLE RAMA DE ENLACE - ENTRADA DIRECTA. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	220
FIGURA 148. INTERSECCIÓN CON CAMINO VECINAL. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	221
FIGURA 149. DETALLE LÍNEA CEDA EL PASO. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	222
FIGURA 150. DETALLE DE SENDA PEATONAL, ZONA RURAL. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	223
FIGURA 151. FLECHA SIMPLE RECTA. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	224
FIGURA 152. FLECHAS CURVADAS. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	225
FIGURA 153. FLECHAS COMBINADAS. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	226
FIGURA 154. FLECHA CURVA SIMPLE. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	226
FIGURA 155. SÍMBOLO MÁX. Y MÍN. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	227
FIGURA 156. SÍMBOLO NO ESTACIONAR. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	228
FIGURA 157. SÍMBOLO ESTACIONAMIENTO EXCLUSIVO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	228
FIGURA 158. MARCA CANALIZADORA DE TRÁNSITO – MARCA DE ISLETA – RAMA DE ENTRADA PARALELA. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD.....	230
FIGURA 159. UBICACIÓN DE SEÑALES VERTICALES. RAMA DE ENTRADA PARALELA. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	231



FIGURA 160. TAMAÑO DE PLACAS SEGÚN TIPO DE SEÑAL Y TIPO DE VÍA. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	232
FIGURA 161. ORIENTACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	233
FIGURA 162. ÁNGULO DE ORIENTACIÓN. FUENTE: MANUAL DE SEÑALAMIENTO VERTICAL, DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD. ....	233
FIGURA 163. SEÑALIZACIÓN VERTICAL UTILIZADA EN EL PROYECTO. FUENTE: PROPIA.....	236
FIGURA 164. RENDER ANTEPROYECTO VIAL, VEREDA DE ADOQUINES. FUENTE: PROPIA. ....	237
FIGURA 165. RENDER ANTEPROYECTO VIAL. FUENTE: PROPIA. ....	237
FIGURA 166. RENDER ANTEPROYECTO VIAL. FUENTE: PROPIA. ....	238
FIGURA 167. ZONIFICACIÓN DEL PREDIO. FUENTE: PROPIA.....	244
FIGURA 168. IMPLANTACIÓN DE EDIFICIOS DENTRO DEL PREDIO. FUENTE: PROPIA. ....	245
FIGURA 169. MODULACIÓN DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	246
FIGURA 170. MODULACIÓN EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE PLANTA BAJA. FUENTE: PROPIA. ....	247
FIGURA 171. MODULACIÓN PLANTA ALTA EDIFICIO. FUENTE: PROPIA. ....	247
FIGURA 172. VOLUMETRÍA EDIFICIO DE DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	248
FIGURA 173. VOLUMETRÍA EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA. ....	249
FIGURA 174. VOLUMETRÍA EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA. ....	249
FIGURA 175. MATERIALIDAD EDIFICIO DE OFICINAS. FUENTE: PROPIA. ....	251
FIGURA 176. MATERIALIDAD EDIFICIO DE OFICINAS. FUENTE: PROPIA. ....	251
FIGURA 177. MATERIALIDAD DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	252
FIGURA 178. MATERIALIDAD DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	252
FIGURA 179. : ESQUEMA DE CIRCULACIÓN DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA.....	253
FIGURA 180. FUNCIONALIDAD DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	253
FIGURA 181. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE ESPACIOS EN PLANTA BAJA. FUENTE: PROPIA.....	254
FIGURA 182. ESQUEMA DE CIRCULACIÓN EN PLANTA BAJA. FUENTE: PROPIA.....	254
FIGURA 183. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE ESPACIOS EN PLANTA ALTA. FUENTE: PROPIA.....	255
FIGURA 184. : ESQUEMA DE CIRCULACIÓN EN PLANTA ALTA. FUENTE: PROPIA. ....	255
FIGURA 185. SISTEMA DE FUNDACIONES PARA EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA. ....	257
FIGURA 186. DETALLE DE ZAPATAS. FUENTE: <a href="https://estructurando.net/2018/12/12/anclaje-de-armadura-en-zapatras-flexibles-o-que-hacer-con-la-patilla/">HTTPS://ESTRUCTURANDO.NET/2018/12/12/ANCLAJE-DE-ARMADURA-EN-ZAPATAS-FLEXIBLES-O-QUE-HACER-CON-LA-PATILLA/</a> .....	257
FIGURA 187. LADRILLO HUECO. FUENTE: <a href="https://www.aconmateriales.com.ar/product/ladrillo-hueco-de-12x18x33-1ra-calidad/">HTTPS://WWW.ACONMATERIALES.COM.AR/PRODUCT/LADRILLO-HUECO-DE-12X18X33-1RA-CALIDAD/</a> .....	258
FIGURA 188. : PLACA CEMENTÍCEA PARA EXTERIOR. FUENTE: PLACO, VOLCANBOARD.....	258
FIGURA 189. PLACA CEMENTÍCEA PARA EXTERIOR. FUENTE: PLACO, VOLCANBOARD.....	259
FIGURA 190. PLACAS DE YESO. FUENTE: DURLOCK. ....	259



FIGURA 191. DETALLE BLOQUES DE HORMIGÓN. FUENTE: <a href="https://www.corblock.com/bloques">HTTPS://WWW.CORBLOCK.COM/BLOQUES</a> .....	260
FIGURA 192. SSITEMA R70ST O STICK. FUENTE: RIVENTI.NET .....	261
FIGURA 193. DETALLE DE ABERTURA DE ALUMINIO DVH. FUENTE: <a href="https://ralaluminio.com.ar/">HTTPS://RALALUMINIO.COM.AR/</a> .....	262
FIGURA 194. ESTRUCTURA DE EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA. ....	263
FIGURA 195. ESTRUCTURA DE EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA. ....	263
FIGURA 196. . LOSA CASETONADA. FUENTE: LEAL TODO FIBRAS.....	264
FIGURA 197. LOSA CASETONADA. FUENTE: <a href="https://www.viviendaverde.com.ar">HTTPS://WWW.VIVIENDAVERDE.COM.AR</a> .....	264
FIGURA 198. LANA DE VIDRIO. FUENTE: GRUPO AGROREDES. ....	265
FIGURA 199. PISO PORCELANATO. FUENTE: <a href="https://tienda.gaphaus.com.ar">HTTPS://TIENDA.GAPHAUS.COM.AR</a> .....	266
FIGURA 200. REVESTIMIENTO TEXTURADO CON COLOR. FUENTE: <a href="https://protexargentina.com/">HTTPS://PROTEXARGENTINA.COM/</a> .....	266
FIGURA 201. AZULEJOS. FUENTE: <a href="https://valyriahome.com/">HTTPS://VALYRIAHOME.COM/</a> .....	267
FIGURA 202. LAMAS VERTICALES DE MADERA. FUENTE: <a href="https://www.arquitecturaydiseno.es/decoracion/10-ideas-para-separar-ambientes-sin-paredes_2682">HTTPS://WWW.ARQUITECTURAYDISENO.ES/DECORACION/10-IDEAS-PARA-SEPARAR-AMBIENTES-SIN-PAREDES_2682</a> .....	268
FIGURA 203. ESTRUCTURA CIELORRASO CON PLACAS DE YESO, JUNTA TOMADA. FUENTE: DURLOCK.....	269
FIGURA 204. CHAPA GALVANIZADA ACANALADA. FUENTE: <a href="https://ar.ternium.com/es/productos/aceros-revestidos/galvanizado">HTTPS://AR.TERNIUM.COM/ES/PRODUCTOS/ACEROS-REVESTIDOS/GALVANIZADO</a> .....	270
FIGURA 205. DETALLE DE CUBIERTA METÁLICA. FUENTE: ARQ. AL DETALLE.....	270
FIGURA 206. PORTONES ENROLLABLES AUTOMÁTICOS. FUENTE: GENER-AR.....	271
FIGURA 207. ABERTURA VENTILUZ. FUENTE: <a href="https://aluminioszarich.com.ar/">HTTPS://ALUMINIOSZARICH.COM.AR/</a> .....	271
FIGURA 208. BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE ROTOPLAS. FUENTE: ROTOPLAS. ....	273
FIGURA 209. FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE ROTOPLAS. FUENTE: ROTOPLAS. ....	273
FIGURA 210. CAÑO AWATUCT, DIÁMETRO 110MM. FUENTE: <a href="https://www.abelson.com.ar/desague/7014-friendly-url-autogeneration-failed.html">HTTPS://WWW.ABELSON.COM.AR/DESAGUE/7014-FRIENDLY-URL-AUTOGENERATION-FAILED.HTML</a> .....	274
FIGURA 211. SUPERFICIES MÁXIMAS DE DESAGÜES DE CAÑOS PLUVIALES. FUENTE: NORMAS DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS E INDUSTRIALES DE O.S.N. ....	275
FIGURA 212. SUPERFICIES MÁXIMAS DE DESAGÜES DE CAÑOS DE LLUVIA. FUENTE: O.S.N. ....	276
FIGURA 213. TANQUE DE AGUA TRICAPA 2500 L VERTICAL. FUENTE: UNIKE GROUP WATERPLAST.....	277
FIGURA 214. ACQUASYSTEM EN POLIPROPILENO COPOLÍMERO RANDOM. FUENTE: <a href="https://wideprint.com.ar/productos/aquasistem-grupo-dema/">HTTPS://WIDEPRINT.COM.AR/PRODUCTOS/AQUASISTEM-GRUPO-DEMA/</a> .....	278
FIGURA 215. RENDIMIENTOS DE BOMBAS. FUENTE: BTM. ....	279
FIGURA 216. ARTEFACTOS SANITARIOS. FUENTE: FERRUM. ....	280
FIGURA 217. ARTEFACTOS SANITARIOS ADAPTADOS. FUENTE: FERRUM. ....	280
FIGURA 218. SERVICIO CONTRA INCENDIO. FUENTE: <a href="https://extincenter.com/productos/matafuego-abc-10-kg-georgia/">HTTPS://EXTINCENTER.COM/PRODUCTOS/MATAFUEGO-ABC-10-KG-GEORGIA/</a> .....	281



FIGURA 219. LUMINARIAS LED. FUENTE: <a href="https://tbcin.com.ar/web/series/luminarias-a-led-de-interior">HTTPS://TBCIN.COM.AR/WEB/SERIES/LUMINARIAS-A-LED-DE-INTERIOR</a> .....	282
FIGURA 220. SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN. FUENTE: <a href="https://www.longvie.com/front/showcategory/6">HTTPS://WWW.LONGVIE.COM/FRONT/SHOWCATEGORY/6</a> .....	283
FIGURA 221. ESCALERAS VOLADAS DE MADERA. FUENTE: <a href="https://www.maderea.es/">HTTPS://WWW.MADEREA.ES/</a> .....	284
FIGURA 222. ASCENSOR, SISTEMA HIDRÁULICO. FUENTE: <a href="http://blog.gmveurolift.es/funcionamiento-de-un-ascensor-hidraulico/">HTTP://BLOG.GMVEUROLIFT.ES/FUNCIONAMIENTO-DE-UN-ASCENSOR-HIDRAULICO/</a> .....	284
FIGURA 223. ESPACIO COWORKING. FUENTE: PROPIA.....	285
FIGURA 224. RECEPCIÓN EDIFICIO DE OFICINAS. FUENTE: PROPIA.....	285
FIGURA 225. SALA DE ESTAR PA. FUENTE: PROPIA.....	286
FIGURA 226. RENDER EXTERIOR EDIFICIO DE OFICINA. FUENTE: PROPIA.....	286
FIGURA 227. RENDER EXTERIOR DEPÓSITOS.....	287
FIGURA 228. LOSA DE VIGUETAS PRETENSADAS EN ENTREPISO. FUENTE: PROPIA.....	288
FIGURA 229. SECCIÓN COLUMNAS DE H°A°. FUENTE: PROPIA.....	290
FIGURA 230. ESTRUCTURA EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA.....	292
FIGURA 231. ESTRUCTURA EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. VISTA TRASERA. FUENTE: PROPIA.....	292
FIGURA 232. ESTRUCTURA DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA.....	293
FIGURA 233. ESTRUCTURA DEPÓSITOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	293
FIGURA 234. ESTRUCTURA DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA.....	294
FIGURA 235. VISTA SUPERIOR ESTRUCTURA DEPÓSITO. FUENTE: PROPIA.....	294
FIGURA 236. PÓRTICO CENTRAL. FUENTE: PROPIA.....	296
FIGURA 237. ESTADO DE CARGAS EN PÓRTICO CENTRAL. FUENTE: PROPIA.....	296
FIGURA 238. DIAGRAMA DE MOMENTOS PÓRTICO CENTRAL. FUENTE: PROPIA.....	297
FIGURA 239. SECCIÓN DE PERFILES ADOPTADOS. FUENTE: LIBRO AMARILLO ACINDAR.....	297
FIGURA 240. SECCIÓN CON PERFILES ÁNGULOS. FUENTE: PROPIA.....	298
FIGURA 241. VIGAS LATERALES RIGIDIZADORAS. FUENTE: PROPIA.....	299
FIGURA 242. ELECCIÓN DE PÓRTICO PARA ANALIZAR. FUENTE: PROPIA.....	299
FIGURA 243. ESFUERZOS EN VIGA. FUENTE: PROPIA.....	300
FIGURA 244. MODELO 3D DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA.....	302
FIGURA 245. MODELO 8, EDIFICIO DE OFICINAS. FUENTE: REVISTA ARQUITECTURA CLARÍN.....	303
FIGURA 246 . MODELO 9, GALPÓN. FUENTE: REVISTA CLARÍN.....	303
FIGURA 247. PÓRTICO MODELO MODELADO EN GENERADOR DE PÓRTICOS. FUENTE: PROPIA.....	309
FIGURA 248. PÓRTICO MODELADO EN GENERADOR DE PÓRTICOS. FUENTE: PROPIA.....	309
FIGURA 249. ESTRUCTURA NAVE DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA.....	309
FIGURA 250. PERFIL ÁNGULO DE ALAS IGUALES. FUENTE: <a href="https://pentaka.com/categoria-producto/perfil-angulo/">HTTPS://PENTAKA.COM/CATEGORIA-PRODUCTO/PERFIL-ANGULO/</a> .....	310
FIGURA 251. CARGA DE VIENTO SOBRE PAREDES Y CUBIERTA. FUENTE: PROPIA.....	313



FIGURA 252. CARGA DE VIENTO PARALELAS A LA CUMBRERA. FUENTE: PROPIA.....	313
FIGURA 253. REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE PRESIÓN DE VIENTO. FUENTE: <a href="https://concretusblog.files.wordpress.com/2017/06/capc3adtulo-2-anc3a1lisis-de-cargas.pdf">HTTPS://CONCRETUSBLOG.FILES.WORDPRESS.COM/2017/06/CAPC3ADTULO-2-ANC3A1LISIS-DE-CARGAS.PDF</a> .....	313
FIGURA 254. COLUMNA EXTERIOR DE SECCIÓN VARIABLE. FUENTE: PROPIA.....	315
FIGURA 255. COLUMNA INTERMEDIA. FUENTE: PROPIA.....	315
FIGURA 256. CERCHA METÁLICA. FUENTE: PROPIA. ....	318
FIGURA 257. CERCHA METÁLICA. FUENTE: PROPIA. ....	318
FIGURA 258. CORREAS DE DOBLE PERFIL C EN CAJÓN SOLDADO. FUENTE: PROPIA.....	320
FIGURA 259. PÓRTICO DE FRENADO. FUENTE: PROPIA. ....	321
FIGURA 260. TENSORES CRUCES DE SAN ANDRÉS. FUENTE: PROPIA. ....	322
FIGURA 261. DESPLAZAMIENTO EN PÓRTICO MÁS DESFAVORABLE. FUENTE: PROPIA. ....	323
FIGURA 262. DEFORMADA, PÓRTICO MÁS DESFAVORABLE, FUENTE: PROPIA. ....	323
FIGURA 263. DEFORMACIÓN LONGITUDINAL. FUENTE: PROPIA. ....	324
FIGURA 264. ENVOLVENTE DE MOMENTO. FUENTE: PROPIA. ....	324
FIGURA 265. ENVOLVENTE DE CORTE. FUENTE: PROPIA. ....	324
FIGURA 266. ENVOLVENTE CARGA AXIL. FUENTE: PROPIA. ....	325
FIGURA 267. MODELO 3D DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	325
FIGURA 268. MODELO 3D DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	326
FIGURA 269. MODELO 3D DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA. ....	326
FIGURA 270. UNIONES EN DEPÓSITO DE CTC. FUENTE: PROPIA.....	327
FIGURA 271. VISTA EN PLANTA UNIÓN COLUMNA INTERMEDIA- CABREADA. FUENTE: PROPIA.....	329
FIGURA 272. VISTA EN PLANTA UNIÓN COLUMNA LATERAL-CABREADA-VIGA LATERAL. FUENTE: PROPIA. .....	331
FIGURA 273. VISTA EN PLANTA UNIÓN VIGA LATERAL COLUMNA LATERAL. FUENTE: PROPIA.....	333
FIGURA 274. VISTA EN PLANTA UNIÓN COLUMNA LATERAL- CABREADA. FUENTE: PROPIA.....	336
FIGURA 275. . PLACAS Y CARTELAS. FUENTE: TROGLIA TOMO I.....	337
FIGURA 276. TRONCO DE COLUMNAS Y PLACA DE APOYO. FUENTE: PROPIA.....	338
FIGURA 277. TIPO DE PERNOS. FUENTE: <a href="https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html">HTTPS://INGEMECANICA.COM/TUTORIALSEMANAL/TUTORIALN31.HTML</a> .....	346
FIGURA 278. ÁREA DE FALLA PROYECTADA DEL HORMIGÓN DEL GRUPO DE ANCLAJES. FUENTE: PROPIA.	348
FIGURA 279. SOLDADURAS DE ESTRUCTURA METÁLICA, FUENTE: PROPIA. ....	352
FIGURA 280. SOLDADURA, BC Y ANGULO. FUENTE: PROPIA. ....	354
FIGURA 281. DIMENSIÓN DE BASES. FUENTE: PROPIA. ....	356
FIGURA 282. DIMENSIÓN DE FUNDACIÓN. FUENTE: PROPIA. ....	356
FIGURA 283. VALORES NEGATIVOS MATRIZ DE BEJERMAN. FUENTE: PROPIA. ....	391
FIGURA 284. VALORES POSITIVOS MATRIZ DE BEJERMAN. FUENTE: PROPIA. ....	391



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. F.O.T Y F.O.S. FUENTE: PROPIA. ....	91
TABLA 2. MEDIDAS SEGÚN C.O.U. FUENTE: PROPIA. ....	92
TABLA 3. RESUMEN DE PENDIENTES. FUENTE: PROPIA. ....	111
TABLA 4. FLUJO DIARIO, SEMANAL Y MENSUAL DE CAMIONES HORMIGONEROS Y TRANSPORTE DE ÁRIDOS DE DON ANTONIO, EN LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: PROPIA.....	124
TABLA 5. FLUJO DIARIO DE COLECTIVOS EN LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: PROPIA. ....	125
TABLA 6. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO PRINCIPAL A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, INTERSECCIÓN RP N°39, RP N°42 Y CALLE "C. CDAD. DE LA PAZ" . DÍA 14/05/2022. FUENTE: PROPIA.....	128
TABLA 7. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO PRINCIPAL A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, INTERSECCIÓN RP N°39, RP N°42 Y CALLE "C. CDAD. DE LA PAZ" . DÍA 19/05/2022. FUENTE: PROPIA.....	129
TABLA 8. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO PRINCIPAL A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, INTERSECCIÓN RP N°39, RP N°42 Y CALLE "C. CDAD. DE LA PAZ" . DÍA 20/05/2022. FUENTE: PROPIA.....	130
TABLA 9. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, SOBRE BV. RICARDO BALBÍN. DÍA 27/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	132
TABLA 10. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, SOBRE BV. RICARDO BALBÍN. DÍA 28/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	132
TABLA 11. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, SOBRE BV. RICARDO BALBÍN. DÍA 01/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	133
TABLA 12. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, SOBRE CALLE PÚBLICA N°1165, DÍA 04/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	134
TABLA 13. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, SOBRE CALLE PÚBLICA N°1165, DÍA 06/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	135
TABLA 14. FLUJO HORARIO DE TRÁNSITO EN ACCESO A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, SOBRE CALLE PÚBLICA N°1165, DÍA 16/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	135
TABLA 15. ESTIMACIÓN DEL TRANSITO MEDIO DIARIO PARA EL PUNTO AFORADO (ACCESO SUR-OESTE DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, POR RP N°39). FUENTE: PROPIA. ....	137
TABLA 16. ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL ACCESO SO. FUENTE: PROPIA. ....	138
TABLA 17. ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL ACCESO SO. FUENTE: PROPIA.....	138
TABLA 18. ESTIMACIÓN DEL TRANSITO MEDIO DIARIO PARA EL PUNTO AFORADO (ACCESO NORTE-OESTE DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY, POR BV. RICARDO BALBÍN). FUENTE: PROPIA .....	139
TABLA 19. ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL ACCESO NO. FUENTE: PROPIA. ....	139
TABLA 20. ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL ACCESO NO. FUENTE: PROPIA.....	139



TABLA 21. COMPARACIÓN TMDA AMBOS ACCESOS A CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: PROPIA....	139
TABLA 22. ESTIMACIÓN DEL TRANSITO MEDIO DIARIO PARA EL PUNTO AFORADO (CALLE PÚBLICA N°1165, CONCEPCIÓN DEL URUGUAY). FUENTE: PROPIA.....	140
TABLA 23. ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO SEMANAL EN CALLE PÚBLICA N°1165. FUENTE: PROPIA.....	141
TABLA 24. ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL CALLE PÚBLICA N°1165. FUENTE: PROPIA. ....	141
TABLA 25. TABLA 2.1 FUENTE: TORMENTAS DE DISEÑO PARA LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. CRITERIOS DE DISEÑO GENERALIZADOS PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS .....	145
TABLA 26. INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN EN CONCEPCIÓN DEL URUGUAY. FUENTE: TORMENTAS DE DISEÑO PARA LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. ....	147
TABLA 27. CUENCAS DE APORTE. FUENTE: PROPIA.....	151
TABLA 28. PERIODO DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS EN CARRETERAS. FUENTE: TORMENTAS DE DISEÑO PARA LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. CRITERIOS DE DISEÑO GENERALIZADOS PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS.....	152
TABLA 29. INTENSIDAD DE DISEÑO. FUENTE: PROPIA. ....	153
TABLA 30. CAUDAL DE APORTE TOTAL. FUENTE: PROPIA. ....	154
TABLA 31. CALCULO DE CAUDAL QUE ESCURRE POR LA CUNETAS. FUENTE: PROPIA.....	159
TABLA 32. DATOS PARA CALCULAR LA LONGITUD DEL SUMIDERO. FUENTE: PROPIA. ....	166
TABLA 33. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SUMIDERO. FUENTE: PROPIA.....	167
TABLA 34. RESUMEN. FUENTE: PROPIA. ....	170
TABLA 35. BOCAS TORMENTA TIPO SEGÚN LA INTENDENCIA MUNICIPAL DE MONTEVIDEO. FUENTE: MANUAL DINASA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUAS PLUVIALES URBANAS. ....	174
TABLA 36. CAPACIDAD MÁXIMA DE LAS BOCAS DE TORMENTA TIPO DE LA IMM CON TACHO 50% SUCIO. FUENTE: DINASA DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUAS PLUVIALES URBANAS. ....	174
TABLA 37. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ANTEPROYECTO HIDRÁULICO. FUENTE: PROPIA.....	177
TABLA 38. ESTIMACIÓN PARQUE DE AUTOMÓVILES, UTILITARIOS LIVIANOS, CAMIONES Y ÓMNIBUS DE ARGENTINA (PROVINCIA DE ENTRE RÍOS). FUENTE: ADEFA. ....	184
TABLA 39. PARQUE AUTOMOTOR DE ARGENTINA (ENTRE RÍOS). VARIACIONES INTERANUALES DE AUTOMÓVILES, UTILITARIOS LIVIANOS, CAMIONES Y ÓMNIBUS. FUENTE: ADEFA.....	184
TABLA 40. TMDA AL INICIO Y AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO CALLE PÚBLICA N°1165. FUENTE: PROPIA.....	185
TABLA 41. FACTORES DE HORA PICO PARA CADA NIVEL DE SERVICIO. FUENTE : HIGHWAYCAPACITY MANUAL 2000.....	186
TABLA 42. FLUJO HORARIO DE DISEÑO PARA CADA NIVEL DE SERVICIO DE CALLE PÚBLICA N°1165. NOTA: AUTORÍA PROPIA. FUENTE: HIGHWAYCAPACITY MANUAL 2000. ....	186
TABLA 43. VALORES DE RELACIÓN I/C. FUENTE : HIGHWAYCAPACITY MANUAL 2000. ....	187



TABLA 44. FACTOR DE AJUSTE DE REPARTO POR SENTIDOS F R. FUENTE: HIGHWAYCAPACITY MANUAL 2000. ....	187
TABLA 45. FACTOR DE AJUSTE POR EFECTO COMBINADO DE LA ANCHURA DE LOS CARRILES F A. FUENTE: HIGHWAYCAPACITY MANUAL 2000.....	188
TABLA 46. EQUIVALENCIAS EN VEHÍCULOS. FUENTE: PROPIA. ....	189
TABLA 47. INTENSIDAD PARA CADA NIVEL DE SERVICIO. PERÍODO INICIAL. FUENTE: PROPIA. ....	189
TABLA 48. NIVEL DE SERVICIO CORRESPONDIENTE AL TMDA DE CADA AÑO. FUENTE: PROPIA. ....	190
TABLA 49. NIVELES DE SERVICIABILIDAD. FUENTE: DISEÑO DE PAVIMENTOS MÉTODO AASTHO 93. ....	192
TABLA 50. NIVELES DE CONFIABILIDAD RECOMENDADOS. FUENTE: AASHTO 1993. ....	192
TABLA 51. FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGA PARA EL PROYECTO. FUENTE: PROPIA. ....	195
TABLA 52. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES. FUENTE: PROPIA. ....	196
TABLA 53. TIPO DE SUELO SUBRASANTE Y VALORES APROXIMADOS DE K. FUENTE: GUÍA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, SALAZAR RODRÍGUEZ.....	197
TABLA 54. CALIDAD DE DRENAJE. FUENTE: GUÍA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, SALAZAR RODRÍGUEZ. ....	197
TABLA 55. VALORES PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE. FUENTE: GUÍA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS, SALAZAR RODRÍGUEZ. ....	197
TABLA 56. TMDA AL INICIO Y AL FINAL DEL PERÍODO DE DISEÑO CALLE PÚBLICA N°1165. FUENTE: PROPIA.....	201
TABLA 57. FLUJO HORARIO DE DISEÑO PARA CADA NIVEL DE SERVICIO DE CALLE PÚBLICA N°1106. NOTA: AUTORÍA PROPIA. FUENTE: HIGHWAYCAPACITY MANUAL 2000. ....	201
TABLA 58. INTENSIDAD PARA CADA NIVEL DE SERVICIO. PERÍODO INICIAL. FUENTE: PROPIA. ....	202
TABLA 59. TABLA 59. NIVEL DE SERVICIO CORRESPONDIENTE AL TMDA DE CADA AÑO. FUENTE: PROPIA. ....	203
TABLA 60. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES. FUENTE: PROPIA. ....	204
TABLA 61. CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS. FUENTE: PROPIA. ....	207
TABLA 62. TMDA FUTURO CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS. FUENTE: PROPIA. ....	207
TABLA 63. INTENSIDAD PARA CADA NIVEL DE SERVICIO. PERÍODO INICIAL. FUENTE: PROPIA. ....	207
TABLA 64. NIVEL DE SERVICIO CORRESPONDIENTE AL TMDA DE CADA AÑO. FUENTE: PROPIA. ....	208
TABLA 65. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES. FUENTE: PROPIA.....	208
TABLA 66. PAQUETE ESTRUCTURAL DEL CIRCULACIÓN OPERATIVA CTC. FUENTE: PROPIA. ....	209
TABLA 67. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO ANTEPROYECTO VIAL. FUENTE: PROPIA.....	239
TABLA 68. RELEVAMIENTO DE CAMIONES. FUENTE: PROPIA. ....	242
TABLA 69. PROGRAMA DE NECESIDADES PROPUESTO. FUENTE: PROPIA.....	243
TABLA 70. CALCULO DE RESERVA DIARIA. FUENTE: PROPIA. ....	276
TABLA 71. ANÁLISIS DE CARGA DE ENTREPISO. FUENTE: PROPIA. ....	288
TABLA 72. ANÁLISIS DE CARGA MAMPOSTERÍA. FUENTE: PROPIA. ....	289



TABLA 73. ANÁLISIS DE CARGA MAMPOSTERÍA CON ABERTURA. FUENTE: PROPIA.....	289
TABLA 74. ANÁLISIS DE CARGA TABIQUES DE PLACA DE YESO. FUENTE: PROPIA.....	289
TABLA 75. SOBRECARGAS DE USO. FUENTE: PROPIA.....	289
TABLA 76. PREDIMENSIONADO DE VIGA. FUENTE: PROPIA.....	291
TABLA 77. PREDIMENSIONADO DE VIGA. FUENTE: PROPIA.....	291
TABLA 78. PRESIÓN DINÁMICA DE VIENTO. FUENTE: PROPIA.....	295
TABLA 79. MOMENTO DE INERCIA (I). FUENTE: PROPIA.....	297
TABLA 80. RESUMEN DE CARGAS PARALELAS A LA CUMBRERA. FUENTE: PROPIA.....	299
TABLA 81. MOMENTO DE INERCIA (I). FUENTE: PROPIA.....	300
TABLA 82. SECCIÓN PERFIL NORMAL U. FUENTE: LIBRO AMARILLO ACINDAR.....	300
TABLA 83. CALCULO DE FLECHA. FUENTE: PROPIA.....	301
TABLA 84. VERIFICACIÓN DE FLECHAS. FUENTE: PROPIA.....	301
TABLA 85. SUPERFICIE EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE. FUENTE: PROPIA.....	302
TABLA 86. PRESUPUESTO EDIFICIO DE OFICINAS - ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO. FUENTE: PROPIA.....	303
TABLA 87. SUPERFICIE DE DEPÓSITOS. FUENTE: PROPIA.....	304
TABLA 88. PRESUPUESTO DEPÓSITOS - ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO. FUENTE: PROPIA.....	304
TABLA 89. VARIABLES A EVALUAR I. FUENTE: PROPIA.....	306
TABLA 90. VARIABLES A EVALUAR II. FUENTE: PROPIA.....	306
TABLA 91. VARIABLES A EVALUAR III. FUENTE: PROPIA.....	306
TABLA 92. CARGAS DE VIENTO NORMAL A LA CUMBRERA. FUENTE: PROPIA.....	312
TABLA 93. CARGAS DE VIENTO PARALELAS A LA CUMBRERA. FUENTE: PROPIA.....	312
TABLA 94. CARGAS ACTUANTES SOBRE PÓRTICO. FUENTE: PROPIA.....	312
TABLA 95. COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES. FUENTE: PROPIA.....	327
TABLA 96. DATOS DE BULONES Y PLACA DE ACERO. FUENTE: PROPIA.....	328
TABLA 97. ESFUERZOS EN UNIÓN. FUENTE: PROPIA.....	328
TABLA 98. SEPARACIONES REGLAMENTARIAS. FUENTE: PROPIA.....	328
TABLA 99. DATOS DE VIGA LATERAL. FUENTE: PROPIA.....	331
TABLA 100. DATOS DE BULONES Y PLACA DE ACERO. FUENTE: PROPIA.....	332
TABLA 101. ESFUERZOS EN LA UNION. FUENTE: PROPIA.....	332
TABLA 102. SEPARACIONES REGLAMENTARIAS. FUENTE: PROPIA.....	332
TABLA 103. DATOS DE LA CABREADA. FUENTE: PROPIA.....	334
TABLA 104. DATOS DE BULONES Y PLACA DE ACERO. FUENTE: PROPIA.....	335
TABLA 105. . ESFUERZOS EN LA UNION. FUENTE: PROPIA.....	335
TABLA 106. SEPARACIONES REGLAMENTARIAS. FUENTE: PROPIA.....	335
TABLA 107. DIMENSIONES VARILLAS ROSCADAS PARA ANCLAJE. FUENTE: PROPIA.....	339
TABLA 108. RESISTENCIA NOMINAL A LA TRACCIÓN, UNIONES TIPO APLASTAMIENTO (TABLA J.3.5). FUENTE: CIRSOC 301.....	340



TABLA 109. RESISTENCIA DE DISEÑO DE BULONES. FUENTE: CIRSOC 301. ....	341
TABLA 110. RESUMEN DE RESISTENCIAS Y RESISTENCIAS NOMINALES A USAR. FUENTE: PROPIA. ....	349
TABLA 111. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN ADOPTADA PARA LOS CORDONES. FUENTE: PROPIA. ....	350
TABLA 112. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN ADOPTADA PARA DIAGONALES Y MONTANTES. FUENTE: PROPIA.....	350
TABLA 113. TABLA J.2-4 TAMAÑO MÍNIMO DE SOLDADURAS DE FILETE. FUENTE: CIRSOC 301-2005...351	351
TABLA 114. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO PROYECTO EJECUTIVO. FUENTE: PROPIA. ....	372
TABLA 115. FACTOR K. FUENTE: PROPIA.....	373
TABLA 116- ANALISIS DE PRECIOS, PROYECTO EJECUTIVO. FUENTE: PROPIA. ....	383
TABLA 117. PLAN DE TRABAJO, PROYECTO EJECUTIVO. FUENTE: PROPIA. ....	384
TABLA 118. PLAN DE TRABAJOS \$, PROYECTO EJECUTIVO. FUENTE: PROPIA. ....	386
TABLA 119. ATRIBUTOS MATRIZ DE BEJERMAN. FUENTE: PROPIA. ....	390
TABLA 120. VALORES DE LOS ATRIBUTOS MATRIZ DE BEJERMAN. FUENTE: PROPIA.....	390



## ÍNDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 1. PERFIL LONGITUDINAL RUTA PROVINCIAL N° 39. FUENTE: PROPIA. ....	103
GRÁFICO 2. PERFIL LONGITUDINAL RUTA PROVINCIAL N° 42. FUENTE: PROPIA. ....	105
GRÁFICO 3. PERFIL LONGITUDINAL CALLE PÚBLICA 1165. FUENTE: PROPIA. ....	106
GRÁFICO 4. . PERFIL LONGITUDINAL CALLE PÚBLICA 1104. FUENTE: PROPIA. ....	107
GRÁFICO 5. PERFIL LONGITUDINAL CALLE PÚBLICA 1106. FUENTE: PROPIA. ....	108
GRÁFICO 6. PERFIL LONGITUDINAL CALLE PÚBLICA 1169. FUENTE: PROPIA. ....	108
GRÁFICO 7. PERFIL LONGITUDINAL CALLE PÚBLICA 1167. FUENTE: PROPIA. ....	109
GRÁFICO 8. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 14/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	129
GRÁFICO 9. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 19/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	130
GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 20/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	131
GRÁFICO 11. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 27/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	132
GRÁFICO 12. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 28/05/2022. FUENTE: PROPIA. ....	133
GRÁFICO 13. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 01/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	133
GRÁFICO 14. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 04/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	134
GRÁFICO 15. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 06/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	135
GRÁFICO 16. EVOLUCIÓN DEL TRÁNSITO, DÍA 16/06/2022. FUENTE: PROPIA. ....	136
GRÁFICO 17. PORCENTAJE DE TMDA CORRESPONDIENTE A CADA TIPO DE VEHÍCULO, CONTEO SOBRE RP N°39. FUENTE: PROPIA. ....	142
GRÁFICO 18. PORCENTAJE DE TMDA CORRESPONDIENTE A CADA TIPO DE VEHÍCULO, CONTEO CALLE PÚBLICA N°1165. FUENTE: PROPIA. ....	142
GRÁFICO 19. CURVA DE AVANCE, PROYECTO EJECUTIVO. FUENTE: PROPIA. ....	385
GRÁFICO 20. CURVA DE AVANCE \$, PROYECTO EJECUTIVO. FUENTE: PROPIA. ....	387



## 1. RELEVAMIENTO GENERAL

### 1.1. ARGENTINA

#### 1.1.1 GENERALIDADES

La República Argentina es un Estado de América del Sur, el segundo en extensión y población del subcontinente superado solo por Brasil. Debido a su importancia geopolítica y económica, es uno de los tres Estados soberanos Latinoamericanos que forma parte del denominado Grupo de los 20 (G-20) e integra además el grupo de los nuevos países industrializados (NIC).

#### Territorio

Argentina está ubicada en el sur de América, forma parte del cono sur junto a Chile, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil. Tiene una extensión de 3.694 kilómetros de largo de norte a sur y 1.423 kilómetros de ancho de este a oeste.

#### Límites geográficos

Al Norte limita con Bolivia y Paraguay. El límite con Bolivia lo marca la frontera fijada sobre la sierra de Cochinocha, los ríos Grande de San Juan, Bermejo, Grande de Tarija, Itaú y Pilcomayo. En cambio, con Paraguay, lo marcan los ríos Pilcomayo, Paraguay y Paraná.

- Al Este limita con Brasil, con Uruguay, el Río de la Plata y el Mar Argentino.
- Al Oeste limita con Chile, cuya frontera común está constituida en su mayor parte por la Cordillera de los Andes.
- Al Sur limita con parte de Chile y el pasaje Drake.

Posee una superficie continental de 2.791.810 km<sup>2</sup>, es el país hispanohablante más extenso del planeta, el segundo más grande de América Latina y octavo en el mundo. Si además de la superficie continental, sujeta a soberanía efectiva, consideramos el aporte del continente antártico y de las islas australes, de esta forma el valor asciende a un total de 3.761.274 km<sup>2</sup>.

La República Argentina se encuentra posicionada a los 38° de Latitud Sur y 63° de Longitud Oeste.



Figura 1. Ubicación de la República Argentina en el mundo. Fuente: Ministerio de la República Argentina.

Adopta la forma de gobierno republicana, democrática, representativa y federal. Se organiza como un Estado federal descentralizado, integrado desde 1994 por un Estado nacional, 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) capital y sede del gobierno federal.

Con excepción de la provincia de Buenos Aires y CABA, las demás provincias han firmado tratados interprovinciales de integración conformando las siguientes cuatro regiones:

- Región del Norte Grande Argentino: la integran Catamarca, Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones, Tucumán, Salta y Santiago del Estero. Posee una superficie de 759.883 km<sup>2</sup>.
- Región del Nuevo Cuyo: compuesta por La Rioja, Mendoza, San Juan y San Luis. Cuenta con un total de 404.906 km<sup>2</sup>.
- Región Patagónica: formada por las provincias de Chubut, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Santa Cruz y Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Destacada por ser la región más extensa con 930.638 km<sup>2</sup>.
- Región Centro: la constituyen las provincias de Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe. Cubre una superficie territorial de 377.109 km<sup>2</sup>, y es en dicha región donde se desarrollará el proyecto que llevamos a cabo.



Figura 2. Regiones de la República Argentina. Fuente: Mapoteca.

### 1.1.2 POBLACIÓN

De acuerdo con el censo del 27 de octubre del año 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), la población en la República Argentina era de 40.117.096 habitantes, con una densidad media de 14,4 hab/km<sup>2</sup> (considerando únicamente la superficie continental).

El Censo 2010 contabilizó 955.032 habitantes, de los cuales 481.074 son varones y 473.958 son mujeres y 149.493 personas se autorreconocieron afrodescendientes. Destacando de este Censo que 137.503 son argentinos; 10.182 nacieron fuera de la Argentina, pero dentro del continente americano; 1.040 son africanos; 601, europeos y 167, asiáticos.

Para tener un número actualizado de la población que se encuentra hoy día, el INDEC presenta las proyecciones de las mismas para todo el país en un rango entre el 2010 y 2040, por sexo y grupos quinquenales de edad, basadas en los resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Además de las proyecciones por sexo y grupos quinquenales, se publican otros indicadores demográficos proyectados para el período, tales como las tasas de crecimiento, natalidad, mortalidad, migración y fecundidad.



Cuadro 1. Población estimada al 1 de julio de cada año calendario por sexo. Total del país. Años 2010-2040			
Año	Población		
	Total	Varones	Mujeres
2010	40.788.453	19.940.704	20.847.749
2011	41.261.490	20.180.791	21.080.699
2012	41.733.271	20.420.391	21.312.880
2013	42.202.935	20.659.037	21.543.898
2014	42.669.500	20.896.203	21.773.297
2015	43.131.966	21.131.346	22.000.620
2016	43.590.368	21.364.470	22.225.898
2017	44.044.811	21.595.623	22.449.188
2018	44.494.502	21.824.372	22.670.130
2019	44.938.712	22.050.332	22.888.380
2020	45.376.763	22.273.132	23.103.631
2021	45.808.747	22.492.818	23.315.929
<b>2022</b>	<b>46.234.830</b>	<b>22.709.478</b>	<b>23.525.352</b>
2023	46.654.581	22.922.881	23.731.700
2024	47.067.641	23.132.846	23.934.795
2025	47.473.760	23.339.242	24.134.518
2026	47.873.268	23.542.251	24.331.017
2027	48.266.524	23.742.075	24.524.449
2028	48.653.385	23.938.645	24.714.740
2029	49.033.678	24.131.883	24.901.795
2030	49.407.265	24.321.729	25.085.536
2031	49.774.276	24.508.267	25.266.009
2032	50.134.861	24.691.585	25.443.276
2033	50.488.930	24.871.645	25.617.285
2034	50.836.373	25.048.401	25.787.972
2035	51.177.087	25.221.806	25.955.281
2036	51.511.042	25.391.854	26.119.188
2037	51.838.245	25.558.552	26.279.693
2038	52.158.610	25.721.856	26.436.754
2039	52.472.054	25.881.722	26.590.332
2040	52.778.477	26.038.093	26.740.384

Figura 3. Estimaciones y proyecciones elaboradas en base a resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.

Fuente: INDEC

### 1.1.3 GEOGRAFÍA

Las características generales de la orografía de la Argentina son la presencia de montañas en el oeste y de llanos en el este, configurando una planimetría que disminuye en altitud de oeste a este.

Predominan las formas llanas, que ocupan el Norte, centro y Este del país, representadas por las llanuras chaco-pampeana y la mesopotámica, situadas sobre estructuras precámbricas correspondientes al denominado macizo de Brasilia, cubiertas por espesos mantos de sedimentos.

La llanura mesopotámica se divide en varias subregiones de acuerdo con su aspecto: la zona deprimida de Corrientes, las lomadas entrerrianas y el delta del Paraná.



Figura 4. A la izquierda el Aconcagua ubicado en la provincia de Mendoza y a la derecha Sierra de la ventana del sur Bonaerense.

Fuente: [todo-argentina.net/geografia/argentina/relieve\\_e.htm](http://todo-argentina.net/geografia/argentina/relieve_e.htm)

El extremo oeste está conformado por la Cordillera Principal del sistema andino. Al norte se encuentran los sectores más altos de la cordillera, que son también los más altos del continente. Allí se encuentra el cerro Aconcagua, que, con una altitud aproximada de 6960 msnm, es el punto más alto del mundo, fuera del sistema de los Himalayas. Otros picos prominentes son el monte Pisis (6882 msnm) en La Rioja, el nevado Ojos del Salado (6864 msnm) en Catamarca, el cerro Bonete Chico (6850 msnm) en La Rioja, el cerro Tupungato (6800 msnm) en Mendoza, el cerro Mercedario (6770 msnm) en San Juan, entre otros.

Las zonas montañosas se disponen de Norte a Sur en el Oeste del territorio, en las que sobresale la Cordillera de los Andes.



Figura 5. A la izquierda Quebrada de Humahuaca y a la derecha Monte Fitz Roy o cerro Chaltén. Fuente: [todo-argentina.net/geografia/argentina/relieve\\_e.htm](http://todo-argentina.net/geografia/argentina/relieve_e.htm)

En la zona más oriental y extendiéndose hacia el centro del territorio, se ubican las denominadas Sierras Pampeanas, consideradas como el reborde occidental del macizo de Brasilia; se presentan agrupadas en cordones separados por zonas deprimidas, y, entre sus elevaciones pueden mencionarse las sierras de Comechingones, de San Luis, de Ambargasta, de Ancasti, del Aconquija, de Ambato, de Velasco y el sistema de Famatina, de geología más moderna.

Las formas amesetadas se ubican en el Noroeste (Puna), en el Sur (Patagonia extrandina) y en el Noreste (Misiones y Sudeste de Corrientes).

En las zonas llanas y especialmente en las amesetadas, se observan áreas deprimidas que ocupan extensiones variadas; merecen citarse las que se encuentran en la península Valdés; el Gran Bajo del Gualicho en la provincia de Río Negro y el Bajo San Julián en la provincia de Santa Cruz. Otras áreas deprimidas están ocupadas por lagunas como la de Mar Chiquita en Córdoba, o salinas y salares como los de Antofalla en la provincia de Catamarca, los de Arizaro y de Pocitos en la provincia de Salta, y las Salinas Grandes entre las provincias de Córdoba, La Rioja, Catamarca y Santiago del Estero.

Dentro de las formas del relieve de las tierras sumergidas se destaca la amplia plataforma submarina, sobre la que reposa el mar argentino, con una superficie cercana a 1.000.000 km<sup>2</sup>, y en la que se sitúan las islas Malvinas.

Las costas argentinas, primero sobre el Río de la Plata y luego sobre su litoral marítimo, son regulares y presentan escasas bahías. Según el aspecto que presentan se dividen en tres secciones.

- Costa Pampeana, bonaerense o de llanura: se extiende entre el Río de la Plata superior y la desembocadura del río Negro, donde comienza la segunda sección.
- Costa Patagónica, o de meseta: se extiende desde la anterior hasta el norte de la isla Grande de Tierra del Fuego.
- Costa de montaña: se extiende desde la anterior por el sector sur de la isla Grande de Tierra del Fuego y en la isla de los Estados.
- Costa pampeana o de llanura.



Figura 6. A la izquierda Rada Tilly ubicada en el sur de Comodoro Rivadavia y a la derecha El archipiélago de Tierra del Fuego.

Fuente: [todo-argentina.net/geografia/argentina/relieve\\_e.htm](http://todo-argentina.net/geografia/argentina/relieve_e.htm)

Además de la isla Grande de Tierra del Fuego, y la isla de los Estados, cuenta con infinidad de islas pequeñas, próximas a las dos islas citadas y a las costas patagónicas continentales, algunas de ellas ya enumeradas.

Entre las islas principales, sobresalen también algunos archipiélagos en litigio con el Reino Unido quien los ocupa. El primero de ellos es el archipiélago de las Malvinas, conformadas por las islas Soledad y Gran Malvina, éstas separadas por el estrecho de San Carlos; más las islas Sebaldes, Borbón, Bougainville, San José, Beauchêne y cientos de islas e islotes más.

Por último, el país posee infinidad de islas fluviales en los grandes ríos del nordeste. De estas destaca la isla Martín García, situada en el Río de la Plata superior.

La hidrografía se clasifica en tres cuencas o vertientes: la del Atlántico, la del Pacífico y las diversas cuencas endorreicas del interior del país. La Cuenca del Plata es la más importante, culmina en el estuario del Río de la Plata y es desaguada por los ríos Paraná (el más caudaloso y extenso del país), Uruguay y los diversos afluentes de estos, destacándose el Paraguay, el Pilcomayo, el Bermejo, el Salado y el Iguazú.

Los tipos de clima de la República Argentina son principalmente cuatro: cálido, templado, árido y frío. La extensión del territorio y los accidentes del relieve determinan la existencia de variedades en cada uno de ellos.

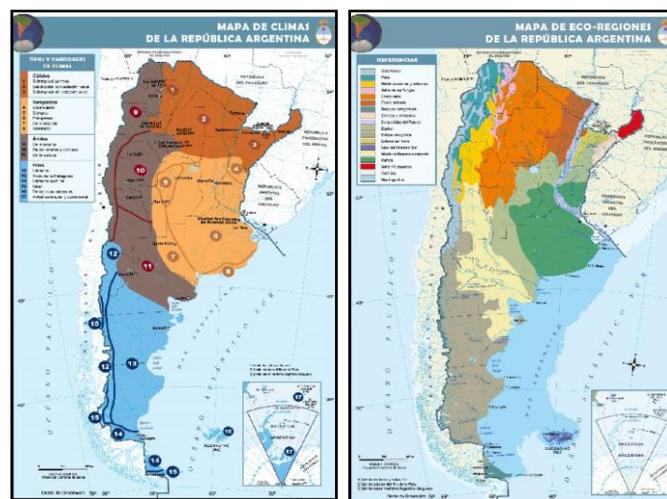


Figura 7. Climas y eco – regiones de la República Argentina. Fuente: Mapoteca.

#### 1.1.4 ECONOMÍA

La economía de Argentina es la segunda más grande de América del Sur, solo superada por Brasil en marzo de 2016. Junto con este, son los únicos países sudamericanos en integrar elG20, que reúne a las economías más grandes, ricas e industrializadas del planeta. Argentina cuenta con grandes recursos naturales y se beneficia de ello, especialmente de sus extensas llanuras de tierras fértiles, tiene un sector orientado a la explotación y exportación agrícola – ganadera de avanzada tecnología, considerable desarrollo de su industria nuclear y satelital, una base industrial diversificada sustitutiva de importaciones, un desarrollo científico y tecnológico considerable por no tratarse de un país desarrollado y una población alfabetizada virtualmente en su totalidad.



La Argentina forma parte del bloque regional conocido como Mercosur, integrado por Argentina, Brasil, Paraguay Uruguay y Venezuela, en tanto que Bolivia se encuentra en proceso de adhesión. Dicho bloque, constituye el mayor productor de alimentos del mundo, tiene un PIB de 3,3 billones de dólares, lo que representa el 82,3% del PIB total de toda Sudamérica y cuenta con más de 270 millones de habitantes (cerca del 70% de América del Sur), lo que lo convierte en el bloque más grande, más poblado, económicamente más poderoso y mejor integrado de Latinoamérica.

Tradicionalmente tiene sus bases en la producción agrícola y ganadera, aunque los sectores industrial, minero, pesquero y de otros servicios han registrado un crecimiento notable en las últimas décadas. Cabe destacar que es una de las principales naciones productoras de carne, cereales y aceites en el marco mundial.

En cuanto al comercio de exportación, la producción de alimentos agropecuarios es uno de los puntales a lo largo de la historia del país, fundamentalmente granos (cereales y oleaginosas) y la cadena de soja en conjunto (porotos, semillas, aceite, pellets alimenticios, harina y biodiesel). Argentina es líder en el mercado mundial de granos, aceites y productos derivados.



## 1.2. ENTRE RÍOS

### 1.2.1 GENERALIDADES

La Provincia de Entre Ríos está ubicada al centro este de la República Argentina en la región litoraleña, junto a Misiones y Corrientes conforma la Mesopotamia Argentina.

Sus 78.781Km<sup>2</sup> albergan una riqueza natural sin igual con importantes cursos de agua, entre los que se destacan el Río Paraná (al oeste) y el Río Uruguay (al este), vocablos guaraníes que significa Pariente del Mar y Río de los Pájaros, respectivamente. En su territorio también predominan suaves ondulaciones que conforman las lomadas entrerrianas; el delta del Paraná al sur de la provincia con terrenos bajos y formación de islas, además de Montes en la zona centro y noroeste.

Al tener el 15% de su territorio compuesto de islas y tierras anegadizas, a Entre Ríos se la considera una provincia insular. Estas características dieron origen a emblemáticas obras de infraestructura que permitieron la vinculación regional, tal es el caso del Túnel Subfluvial Hernandarias que la comunica con la Provincia de Santa Fe, como también el puente Rosario-Victoria(construido en el año 2003; el Complejo Ferroviario Zárate Brazo Largo que la vincula con Buenos Aires; los Puentes Internacionales José Gervasio Artigas, Libertador General San Martín y la Represa de Salto Grande que la conectan con la República Oriental del Uruguay. Con una superficie de 78.781 km<sup>2</sup>, es la decimoséptima provincia más extensa del país, por lo que ocupa el 2.83% de la superficie total del mismo.

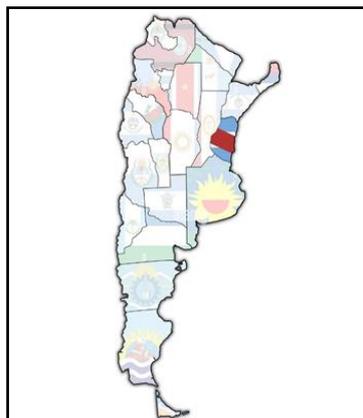


Figura 8. Provincia de Entre Ríos. Fuente: <https://www.alamy.es/foto-entre-rios-territorio-region-169659212.html>

### 1.2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ORGANIZACIÓN POLÍTICA

Entre Ríos limita al norte con la Provincia de Corrientes; al sur con la Provincia de Buenos Aires; al oeste con la Provincia de Santa Fe y al este con la República Oriental del Uruguay.

La mayor densidad de población se encuentra alrededor de la ciudad de Paraná, vinculada a la capital de la provincia de Santa Fe por el túnel Subfluvial.

La provincia está organizada en 17 jurisdicciones denominadas departamentos. Cada uno de estos se encuentra compuesto por municipios. La provincia de Entre Ríos está compuesta por un total de 78 municipios. Las comunidades cuya población estable legalmente determinada no alcance el mínimo previsto para ser municipios de 1500 habitantes constituyen comunas, y actualmente hay 169.



Figura 9. Departamentos de Entre Ríos. Fuente: Wikipedia

### 1.2.3 POBLACIÓN

La provincia cuenta con una población aproximada de 1.236.000 habitantes, lo que la convierte en la séptima jurisdicción más poblada del país. En tanto que, la densidad de población promedio es de 15,77 hab/km<sup>2</sup> con una tendencia marcada ascendente desde el centro del territorio hacia los márgenes de los Ríos Uruguay y Paraná, siendo especialmente concentrada en los Departamentos Paraná donde la densidad llega a los 68,3 hab/km<sup>2</sup> y en el Departamento Concordia con 52,2 hab/km<sup>2</sup>.



Provincia	Densidad de población hab/km <sup>2</sup>	Población total
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	14.450,8	2.890.151
Tucumán	64,3	1.448.188
Buenos Aires	50,8	15.625.084
Misiones	37,0	1.101.593
Santa Fe	24,0	3.194.537
Córdoba	20,0	3.308.876
Entre Ríos	15,7	1.235.994
Jujuy	12,7	673.307
Mendoza	11,7	1.738.929
Corrientes	11,3	992.595
Chaco	10,6	1.055.259
Salta	7,8	1.214.441
San Juan	7,6	681.055
Formosa	7,4	530.162
Santiago del Estero	6,4	874.006
Neuquén	5,9	551.266
San Luis	5,6	432.310
La Rioja	3,7	333.642
Catamarca	3,6	367.828
Río Negro	3,1	638.645
Chubut	2,3	509.108
La Pampa	2,2	318.951
Santa Cruz	1,1	273.964
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	0,1	127.205

Figura 10. Densidad de población, censo 2010. Fuente: <https://sig.indec.gov.ar/censo2010/>

#### 1.2.4 EDUCACIÓN Y SALUD

La provincia de Entre Ríos ha tenido un papel preponderante en la historia de la educación del país. El primer colegio laico y gratuito fue fundado por Urquiza en 1849, en la ciudad de Concepción del Uruguay, conocido como el Colegio del Uruguay; además fueron inauguradas las dos primeras escuelas normales del país, una en Paraná y la otra en Concepción del Uruguay, durante la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento.

En la actualidad, la tasa de alfabetización de la provincia alcanza el 97,9 %, con una oferta educativa amplia en todos los niveles, tanto en el sector público como en el privado; y con una serie de instituciones universitarias que ofrecen la posibilidad de formación profesional en distintos ámbitos, como son la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), la Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Universidad de Concepción del Uruguay (UCU), la Universidad Católica Argentina (UCA) y la Universidad Adventista del Plata (UAP).

En la provincia, el organismo del Estado que regula el área de salud es el Ministerio de Salud y Acción Social de la Provincia de Entre Ríos.



En esta área puede decirse que los indicadores más importantes son: tasa bruta de mortalidad, porcentaje de la población con cobertura médica y los establecimientos asistenciales.

### 1.2.5 ECONOMÍA

Toda la economía entrerriana se apoya en dos pilares básicos, la agricultura y la ganadería, sobre los que reposan a su vez las principales industrias.

La actividad agrícola fue la transformadora de su población, pues a ella se asocian la inmigración masiva, el establecimiento de las colonias y el surgimiento de nuevos centros urbanos.

Algunos de los cultivos de la provincia son: el algodón, arroz, avena, girasol, limón, lino, maíz, mandarina, naranja, pomelo, soja, sorgo y trigo.

Del cultivo de trigo, maíz y lino se ha evolucionado hacia una actividad muy diversificada, que responde a las demandas de los estímulos generados por las necesidades de los mercados nacional y mundial.

Así ha ocurrido con la soja, arroz, los cítricos y el sorgo granífero, del cual es el cuarto productor nacional.

### 1.2.6 SECTOR AGROPECUARIO

Dentro del mismo se encuentran actividades como:

Ganadería: Existen en Entre Ríos aprox. 4.000.000 de cabezas de ganado vacuno, concentrado especialmente en las tierras del norte y del sur de la provincia, cuyas condiciones naturales para la crianza y engorde de los mismos son excepcionales para las razas más cotizadas en el mercado.

Agricultura: Los rindes por hectárea sembradas en los principales granos promedian los siguientes valores (en quintales):

- Arroz - 52,80
- Soja - 23,30
- Maíz - 52,70



- Sorgo - 37,60
- Girasol - 19,40
- Lino- 8,30
- Trigo - 16,80

En el caso particular del cultivo de arroz, Entre Ríos es la primera productora del país y la principal provincia exportadora, con ventas que rondan las 750.000 toneladas anuales, siendo Brasil su principal comprador.

Lácteos: Entre Ríos, de ser una provincia con pequeñas explotaciones tamberas, incluso con una gran proporción destinada al consumo familiar del granjero, ha pasado a producir para el mercado nacional y para satisfacer la demanda del comercio de exportación, fundamentalmente orientada al mercado brasileño.

Citricultura: Entre Ríos la primera provincia citrícola exportadora de la República Argentina, y permitiendo desarrollar además una importante red de pequeñas y medianas empresas elaboradas de jugos varios (cremogenados, concentrados, sumos, esencias, deshidratados, etc.) que generan gran número de empleos y dinamitan la economía regional.

Avicultura: Con un gran desarrollo en la costa del río Uruguay e importantes núcleos productivos en el resto del territorio, la crianza de aves se encuentra integrada con los procesos de faenamiento y comercialización, a través de varias empresas "madres" que proveen todo el paquete tecnológico a los criadores.

Asimismo, la producción de huevos está integrada a semejanza de la crianza de aves, lo que permite proveer al mercado nacional con el producto fresco, e internacionalmente con las más avanzadas técnicas de huevo en polvo.

Recursos Forestales: Un vector que registra un crecimiento constante dentro de la economía es el forestal.

Actualmente se encuentran implantadas más de 91.000 has., principalmente en tierras aledañas a la costa del río Uruguay, al norte, existiendo un potencial en toda la provincia de 2.500.000 has.



La especie de mayor gravitación es el eucaliptus, seguido por el pino y las salicáceas.

Un dato que grafica la importancia de esta economía regional lo constituye la instalación del proyecto maderero más grande de la Argentina concretado en la ciudad de Concordia en el año 1993 cuya inversión a la fecha supera los U\$S 200 millones. Este emprendimiento está orientado principalmente al mercado del Mercosur, con la comercialización de paneles decorativos, maderas para muebles y bienes medios y/o finales con la utilización de los residuos de maderas provenientes de los aserraderos.

Aserraderos: Existen un total de 1.347 establecimientos industriales en la Provincia, de los cuales 163 son aserraderos. En general estos últimos en un 90 % están ubicados en el área forestal Gualeguaychu-Chajarí.

Apicultura: La producción de miel y derivados se concentra en una amplia zona de la provincia de Entre Ríos. se destacan los departamentos de Concordia, Paraná, Rosario del Tala, Victoria y Gualeguaychú, todos ellos dedicados a esta actividad.

### 1.2.7 SECTOR MINERÍA

Arenas: Su destino y aplicaciones dependen fundamentalmente de las clases y características que este mineral registra en el territorio provincial:

- Fabricación de filtros para perforaciones de distinta naturaleza.
- Filtros para piscinas, plantas potabilizadoras y de aguas industriales.
- Filtros para líquidos de industrias alimenticias (cerveza, gaseosas, etc.)
- Recuperación secundaria de pozos petroleros, y recuperación de agua en plantas petroquímicas.
- Plantas de tratamiento de agua pesada en la industria de la energía atómica.
- Filtrado de líquidos para hemodiálisis.
- Moldes en fundiciones comunes y especiales. Compuestos para adhesivos en albañilería, para colocación de cerámicos y azulejos, y la realización de revoques finos y gruesos.

Arenas silíceas: Tienen especial mención en razón de ser utilizada para la fabricación de vidrios, tanto planos como huecos, es decir en envases. Los yacimientos



existentes en Entre Ríos la convierten en la principal productora y proveedora del país y de la región.

**Cantos Rodados:** Existen distintos tipos de cantos rodados en los yacimientos de la provincia. Entre Ríos es la primera productora nacional de cantos rodados.

**Basaltos:** La utilización de este recurso está dado mayoritariamente en la industria de la construcción, aunque su resistencia a la humedad, la temperatura, a la acción de los ácidos y propiedades aislantes en general, lo convierte en sustituto más conveniente que las arcillas en la fabricación de utensilios, vajillas, aisladores eléctricos, elementos de base para artefactos de precisión, placas, etc.

**Arcillas:** Si bien este mineral tiene un uso exclusivo en la fabricación de cerámicas rojas, su importancia dentro de la economía provincial es muy grande en razón del gran potencial de sus reservas y por existir toda una tradición en la elaboración de ladrillos comunes y refractarios, caños cerámicos, cerámicos ornamentales y artesanales, y especialmente, afamadas y apreciadas tejas de estilo colonial o francés.

**Yeso:** Los yacimientos de la provincia de Entre Ríos y sus reservas, son los más abundantes e importantes de la Argentina y de la región (sur de Brasil, Uruguay y Paraguay). Su nivel de pureza llega hasta el 91%. Su utilización fundamental es en la industria de la construcción, comercializándose mayormente a granel, pero existen buenas perspectivas debido a su calidad y resistencia probadas, en la fabricación de elementos decorativos y ornamentales, tales como paneles divisorios, revestimientos para interiores, cielo raso, etc.

### 1.2.8 SECTOR INDUSTRIAL

La producción industrial, que algunas veces se desarrolla de manera conjunta en establecimientos mixtos, procesa la carne vacuna, ovina y de ave. Se hallan instalados en la provincia frigoríficos mixtos y curtiembres en los departamentos de Concordia, Colón, Gualeguaychú y Paraná, que envasan carne deshuesada y congelada para exportación, conservas y concentrados de carne.



La industria de los cítricos, muy importante para Entre Ríos, produce jugos, aceites especiales, polvos cítricos y forrajes obtenidos con los restos sólidos. Las principales plantas industriales se encuentran cercanas a las zonas de los cultivos.

Actualmente estas empresas han conformado liderazgo importante en el vector agroalimentario, a la vez que se destacan por la producción metalmecánica y de máquinas-herramientas e instrumentos de primerísima calidad para la actividad agrícola-ganadera y el resto de las empresas industriales, fruto de una experiencia creativa que acompañó al país en sus distintos avatares económicos.

En este sector también se destacan las fábricas de productos de:

- Productos de metal
- Productos de minerales no metálicos
- Actividades de impresión
- Muebles
- Productos del caucho
- Elaboración de jabones y preparados para limpieza
- Fabricación de Medicamentos Veterinarios
- Autopartes y accesorios
- Fabricación de máquinas de uso general

### 1.2.9 TURISMO

Entre Ríos se está transformando en un importante atractivo turístico a nivel nacional, duplicando en los últimos siete años la cantidad de plazas disponibles para alojamiento.

El turismo de la Provincia se encuentra trazado por las enormes bondades de sus recursos naturales y belleza natural sus ríos, playas, aguas termales y su tierra. La tranquilidad y los paisajes provinciales se combinan con el cálido servicio de los entrerrianos. Capital Nacional de los Circuitos Termales y emblemática en el despliegue de sus Carnavales, la provincia de Entre Ríos cuenta con innumerables actividades y productos turísticos.

## 1.2.10 GEOGRAFÍA

### Topografía

El relieve de la provincia de Entre Ríos se encuentra conformado por lomadas, también llamadas cuchillas. Tienen su origen en la Provincia de Corrientes, ya en Entre Ríos, a unos 20 o 30 km del límite, se bifurcan en la cuchilla Grande (al Este, de Norte a Sur) y la cuchilla de Montiel (al Oeste, de Noreste a Sureste). Por el valle central, entre las dos cuchillas, corre el río Gualeguay, que divide en dos partes a la provincia. La cuchilla Grande se bifurca hacia los 31° 50' S en dos ramales paralelos que originan el valle del río Gualeguaychú. La cuchilla de Montiel se bifurca hacia los 32° S, formándose un ramal perpendicular que llega al río Paraná en el departamento Diamante, generándose un valle entre ambas ramas en el departamento Nogoyá, por donde escurre el arroyo Nogoyá. La homogeneidad del paisaje ondulado se interrumpe al Sur en la zona deprimida del delta del Paraná.

Entre Ríos es la provincia cuya mayor elevación es la más baja de las 23 provincias. Dicha elevación se encuentra en la cuchilla de Montiel, entre las localidades de Crespo y Estación Camps, a una altura de 127.5 msnm.

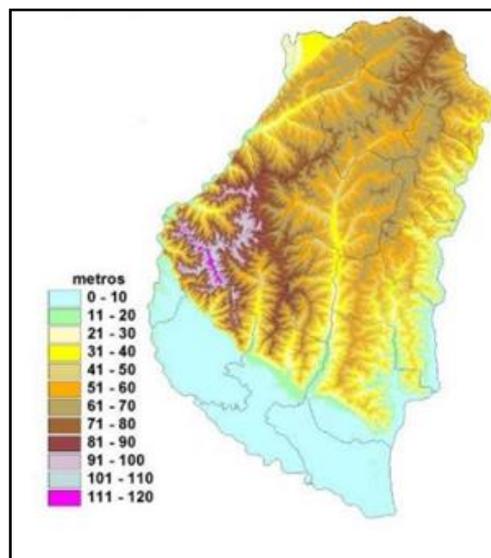


Figura 11. Morfometría de Entre Ríos. Fuente: <http://cge.entrerios.gov.ar/wp-content/uploads/2019/12/PRESENTACION-SUELOS-Y-AMBIENTES-2010-MANUAL.pdf>

### Clima



Por su situación geográfica en Entre Ríos la temperatura disminuye de norte a sur. Dado esto podemos encontrar dos regiones climáticas: una subtropical sin estación seca y otra cálida.

La primera afecta a los departamentos de Federación, Feliciano, Federal y norte de La Paz. Los inviernos son suaves y los veranos con temperaturas promedio superiores a los 26°C. La temperatura media anual es de 20°C. Las precipitaciones superan los 1.000 mm. anuales y predominan los vientos norte, este y noreste.

La segunda región climática, que corresponde al resto del territorio, presenta inviernos cuya temperatura media oscila entre los 7° C y 10° C., y en verano, entre los 19°C y 23°C. La amplitud media varía entre los 10°C y 16°C. En esta zona se encuentran presentes vientos del sur, sureste, noreste y pampero. Las precipitaciones, en promedio, son inferiores a los 1.000 mm anuales.

### Suelos

Según la clasificación de tipos de suelo emitidas por el INTA, se distinguen en la provincia los siguientes tipos de suelos:

Vertisoles: en general, son suelos negros o muy oscuros con presencia de materia orgánica y un alto contenido de arcilla, la cual tiene una marcada tendencia a contraerse y dilatarse cuando cambia su grado de humedad, lo que provoca inclusive movimientos en masa dentro del perfil. Se los encuentra especialmente en el Centro-Sur, Sureste, Centro-Este, Nordeste y Noroeste de la provincia.

Molisoles: son suelos pardos oscuros, provistos de materia orgánica y fácil de trabajar. Característicos de una franja relativamente angosta, paralela al río Paraná, en los departamentos La Paz, Paraná, Diamante, Victoria y Gualeguay.

Alfisoles: están imperfectamente drenados y después de las lluvias quedan con exceso de agua sobre la superficie (encharcamiento). Ubicados en áreas del Centro y Centro-Norte de la provincia.

Entisoles e Inceptisoles: las terrazas del río Uruguay constan de suelos arenosos rojizos y suelos arenosos sobre sedimentos aluviales antiguos, más arcillosos, con

características muy variables a corta distancia. Los mismos se disponen en una franja irregular, paralela a la costa del río, en un ancho que varía aproximadamente de 2 a 30 km

Área deltaica y valles aluvionales: el área deltaica del río Paraná ocupa la mayor parte del Delta, desde la altura de Diamante hasta aproximadamente Ibicuy. Posee depósitos de grandes masas de material arenoso, generalmente de textura fina y mediana. Sobre él se encuentra una capa de material limoso y arcilloso de espesor variable. En las partes altas esta capa es de muy poco espesor y tiene una textura limosa, en las bajas es más arcillosa.

Los planos aluviales son los valles anchos de los bañados y cañadas, generalmente sin curso de agua definido se encuentran en el norte y centro de la provincia.

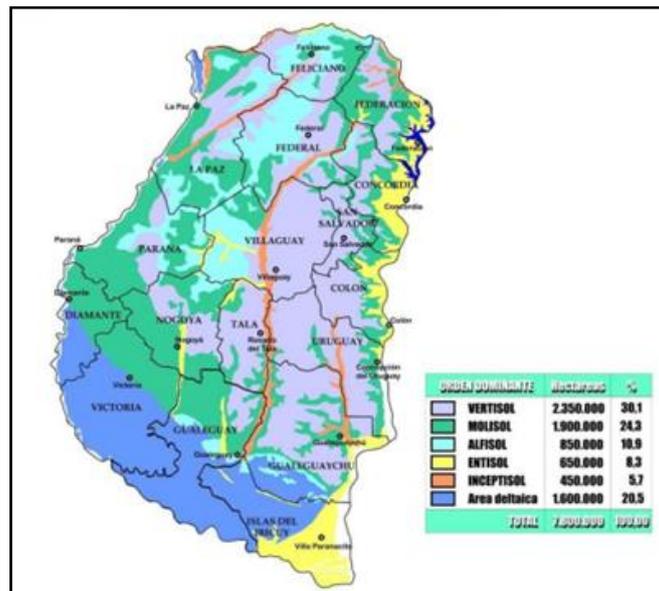


Figura 12. Mapa de suelos de Entre Ríos. Fuente: <http://cge.entrierios.gov.ar/wp-content/uploads/2019/12/PRESENTACION-SUELOS-Y-AMBIENTES-2010-MANUAL.pdf>

### 1.2.11 HIDROGRAFÍA

La Provincia está enmarcada por los ríos Paraná y Uruguay, al Este y al Oeste respectivamente.



Entre Ríos está conformada por un complejo sistema, ríos, riachos y arroyos donde confluyen agua de diferentes orígenes y comportamientos.

Se destacan por ser divisorias de aguas las grandes lomadas llamadas cuchillas.

La cuchilla de Montiel, determina dos planos de escurrimiento hacia el Río Paraná por el Oeste y por el Este con dirección a la cuenca del Gualeguay o eje primario. La cuchilla Grande desagua hacia el Oeste generando los afluentes del Río Gualeguay hacia el Este volcando con destino al Río Uruguay o hacia el Río Gualeguaychú. También existen pequeñas lomadas que son desprendimientos de las anteriores en los departamentos Feliciano, Concordia, Villaguay, La Paz, Paraná y Nogoyá que también hacen las veces de divisorias de aguas.

El eje interior de este sistema hidrográfico es el Río Gualeguay que drena la larga depresión ubicada entre las dos principales lomadas, la Cuchilla Grande y de Montiel, y desde allí sigue hasta desembocar en el Delta del Paraná.

En la zona Norte se encuentran los cursos de los Ríos Guayquiraró y Mocoretá, que constituyen el límite con la provincia de Corrientes, desaguando en el Río Paraná y el Río Uruguay respectivamente. Otros cursos significativos son: el Arroyo Feliciano que vuelca las aguas en el Paraná, al igual que el Arroyo Las Conchas y el Nogoyá, pero este último lo hace a través del delta de este río (al Noroeste de lo que hace el Gualeguay). El Río Gualeguaychú, en cambio, tiene su desembocadura en el Río Uruguay. Todos estos cursos conforman cuencas del tipo dendrítico donde avenan una gran cantidad de arroyos menores.

Por último, hay una considerable cantidad de cauces secos que solo llevan aguas de precipitaciones durante una mínima parte del año.

La longitud total de cursos de agua en la provincia es de 26.995,4 km.

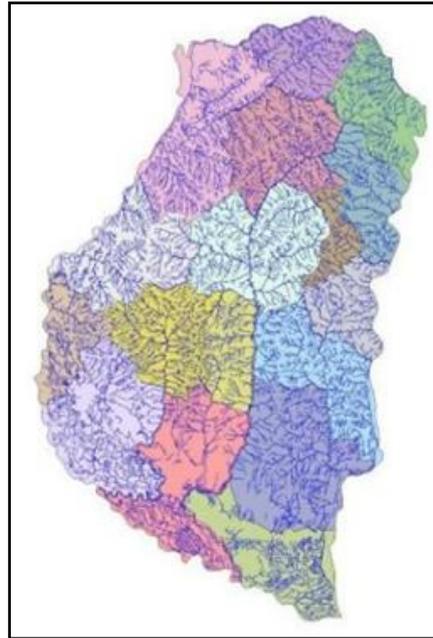


Figura 13. Hidrografía de Entre Ríos. Fuente: <http://cge.entrerios.gov.ar/wp-content/uploads/2019/12/PRESENTACION-SUELOS-Y-AMBIENTES-2010-MANUAL.pdf>

### 1.2.12 FLORA Y FAUNA

Entre Ríos posee una amplia gama de especies en su flora y fauna, que varían de acuerdo a la zona y a sus tipos de clima. En esos ambientes naturales es donde se dan las condiciones ideales y necesarias para su desarrollo, y para protegerlas se han creado reservas y parques en territorios vírgenes.

La flora entrerriana en la región cálida subtropical está conformada predominantemente por montes donde se encuentran el ñandubay, el algarrobo, el espinillo, combinados con las palmeras, los pastizales y las gramíneas. En tanto en la región de clima templado la vegetación predominante está compuesta por la palma caranday, pencas, tuna, molle y chañar.

En relación a la fauna, en la región de clima cálido subtropical la fauna característica presenta mamíferos como comadreas, mulitas, zorros del monte, zorrinos, gatos salvajes, peludos, vizcachas, gran variedad de aves, pájaros y reptiles.

En la región de clima templado habitan carpinchos, nutrias, patos salvajes, zorros, zorrinos, diferentes clases de reptiles, aves y roedores.



La fauna ictícola entrerriana está compuesta por más de 200 especies, entre las que se destacan diversas clases de peces: armado, surubí, patí, dorado, sardina, sábalo, manduví, anamengüí, boga, pacú y dientudo.

### 1.2.13 INFRAESTRUCTURA VIAL

La provincia de Entre Ríos posee 3.536 kilómetros de ruta pavimentada entre la red nacional y la provincial. Siendo las principales vías nacionales, la 12, 14, 18 y 127; y las provinciales, la 11, 6 y 39. La red nacional en la provincia cuenta con 1.608 kilómetros pavimentados y el resto corresponde a caminos de jurisdicción provincial, de los cuales 1.928 kilómetros son pavimentados, 1.831 kilómetros de ripio y 9.857 kilómetros de tierra. La red de ferrocarriles actualmente ha disminuido notablemente su importancia, prestando servicios en forma muy limitada y sólo de carga. El ramal que recorre la provincia corresponde al FFCC Mesopotámico Gral. Urquiza S.A., y comunica a Entre ríos con Corrientes y Uruguay.

Por otro lado, la comunicación de la provincia con sus limítrofes se realiza a través de puentes y un túnel subfluvial, debido a que se encuentra rodeada de cursos hídricos de importancia. Entre ellos se destacan:

#### Túnel subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis

El Túnel Subfluvial Raúl Uranga – Carlos Sylvestre Begnis, también conocido como túnel Uranga-Begnis, túnel Paraná-Santa Fe o hasta 2001 como túnel Subfluvial Hernando Arias Saavedra, es un corredor subterráneo-subfluvial construido en Argentina bajo el lecho del Río Paraná, entre las provincias de Santa Fe y Entre Ríos. El mismo fue proyectado para comunicar a las capitales de ambas provincias (Santa Fe de la Veracruz y la ciudad de Paraná), situadas una frente a la otra en las orillas del mencionado río. Este túnel, además de cumplir la función de conectar a las redes de tránsito rodado de ambas provincias, constituyó el primer nexo efectivo de comunicación entre la Mesopotamia argentina y el resto del país.

Tiene una longitud de 2.397 metros, con dos rampas de acceso de 271 metros cada una y caminos de convergencia de unos 1.500 metros.



Figura 14. Tunel subfluvial Raúl Uralga – Carlos Sylvestre Begnís. Fuente: <https://www.tunelsubfluvial.gov.ar/obras-y-mantenimiento/>

### Paso Internacional "Gualeduaychú - Fray Bentos"

Sureste del país en la Provincia de Entre Ríos. Comunica a la República Argentina con la República Oriental del Uruguay, a través de Puente Internacional “Gral San Martín”, sobre el Río Uruguay, uniendo a las ciudades de Gualeduaychú (Argentina) con 66.000 habitantes y Fray Bentos, Departamento de Río Negro (Uruguay) con 21.000 habitantes.



Figura 15. Puente Internacional "Gral SAn Martín". Fuente: <https://www.visionmaritima.com.uy/noticias/logistica-noticias/fray-bentos-obra-del-puente-san-martin-35-avance/attachment/puente-san-martin-2/>



### Puente Internacional Colón-Paysandú "Gral J. G. Artigas"

Este puente fue construido sobre el río Uruguay y une las ciudades de Paysandú (en la República Oriental del Uruguay) y Colón (en Entre Ríos). Puente Internacional Puerto Unzué - Fray Bentos "Libertador General San Martín". Une las localidades de Fray Bentos, en la República Oriental del Uruguay, con Gualeguaychú, en Entre Ríos. Los distintos tramos totalizan 5.366m, de extensión.

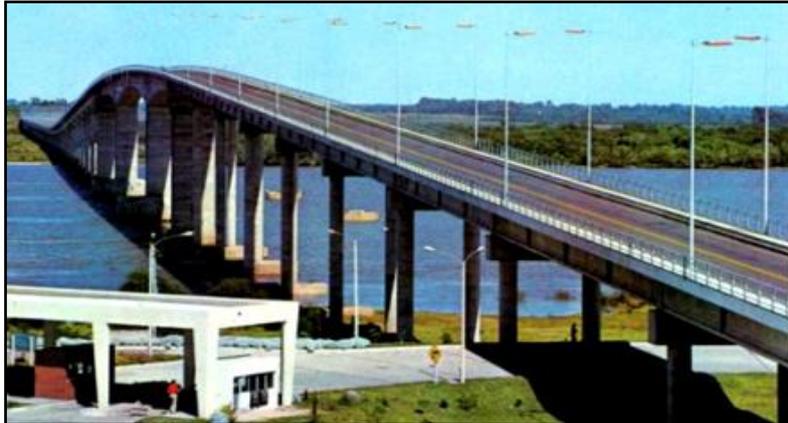


Figura 16. Puente internacional Gral. J. G. Artigas. Fuente: <https://www.elentrerios.com>

### Puente ferroviario Represa Salto Grande

Este es el tercer puente que une la provincia (Concordia) con la República de Uruguay (Salto), atravesando el complejo hidroeléctrico del mismo nombre.

Actualmente se halla en construcción el Puente Victoria - Rosario que, con una extensión de 56 Km, atravesará el Paraná hacia la provincia de Santa Fe.



Figura 17. Puente ferroviario Represa Salto Grande. Fuente: <https://www.saltogrande.org/rsg.php>

### Puente Rosario - Victoria

La conexión vial entre la pujante ciudad de Rosario (la tercera urbe más importante del país) y la bella comunidad de Victoria, se gestara gracias a la conexión de un camino / puente que atraviesa el Río Paraná.



Figura 18. Puente Rosario - Victoria. Fuente: <https://laciudadrevista.com/el-22-de-mayo-de-2003-se-inaugura-el-puente-entre-rosario-y-victoria/>

### Complejo ferroviario Zárate - Brazo Largo

Vincula el sur de Entre Ríos con la provincia de Buenos Aires. Este complejo ferroviario está constituido por dos puentes que se encuentran a unos 30 km. entre sí y que cruzan los ríos Paraná de las Palmas y Paraná Guazú. Cada puente tiene unos 550 m. de longitud y se eleva a 50 m. sobre el nivel del río.



Figura 19. Complejo ferroviario Zárate - Brazo Largo. Fuente: Wikipedia.



### 1.2.14 DEPARTAMENTO URUGUAY

El Departamento Uruguay se ubica al este de la Provincia de Entre Ríos, sobre la costa del Río Uruguay. Cuenta con una superficie de 5.855 Km<sup>2</sup>, es el sexto Departamento más extenso de la provincia y el cuarto más poblado. Cuenta con una población de 100.854 habitantes, que poblacional es de 17,2 habitantes por km<sup>2</sup>, superior al promedio provincial (15,7 hab/km<sup>2</sup>), y por debajo de Paraná (68,5 hab/Km<sup>2</sup>), Concordia (52 hab/Km<sup>2</sup>), Colón (21,3 hab/Km<sup>2</sup>) y Federación (18,3 hab/Km<sup>2</sup>).

Uruguay está integrado por 10 Municipios y 8 Centros Rurales. Los municipios de primera categoría son Concepción del Uruguay, capital del Departamento, donde se concentra 73,2% de la población y Basavilbaso donde se localiza otro 9,4%. Los municipios de segunda categoría son: Caseros, Colonia Elía, Herrera, 1° de Mayo, Villa Mantero, San Justo, Pronunciamiento y Santa Anita. Estas ocho localidades concentran 10,4% de la población de Uruguay, y el 8% restante se distribuye en los centros rurales de Villa San Marcial, Las Moscas, Líbaros, Rocamora, Estancia San Pedro (jurisdicción de Arroyo Gená).

Localidades que integran el Departamento Uruguay				
Categoría*	Municipio	Población Censo 2001	Población Censo 2010 (dato estimado)	Participación en Población el Departamento
Primera	Concepción del Uruguay	67.474	73.824	73,2%
	Basavilbaso	9.354	9.475	9,4%
Segunda	Caseros	2.109	3.350	3,3%
	Herrera	1.587	1.701	1,7%
	Villa Mantero	1.526	1.701	1,7%
	San Justo	1.473	1.636	1,6%
	Pronunciamiento	1.301	1.579	1,6%
	Santa Anita	1.254	1.500	1,5%
	Colonia Elía	1.235	1.550	1,5%
	Primero de Mayo	1.000	1.272	1,3%
Centros Rurales	Villa San Marcial, Las Moscas, Líbaros, Rocamora, San Pedro, San Cipriano, Los Ceibos, Arroyo Gená y población dispersa	5.757	3.227	3,2%
Población Total del Departamento Uruguay		94.070	100.854	100,0%
Población Total de la Provincia de Entre Ríos		1.158.147	1.236.300	
Participación del Departamento Uruguay en el total Provincial		8,1%	8,2%	

Figura 20. Localidades que integran el Departamento. Fuente: La Economía del Departamento Uruguay. Victoria Giarrizzo y Pablo Presas.

### 1.2.15 ECONOMÍA

La economía del Departamento Uruguay se caracteriza por combinar un sector agroindustrial dinámico, con un sector productor de servicios muy vinculado a esa



agroindustria pero que paralelamente fue generando una oferta más amplia y diversa, focalizada en cuatro actividades destacadas: comercio, salud, educación y turismo.

Según datos del INDEC y de la Secretaría de Estadísticas y Censos de la Provincia, un 40% de la producción local se genera en el sector productor de bienes, principalmente la industria y el agro, y el 60% restante en la producción de servicios.

En la producción de bienes y servicios del Departamento había ocupadas a fines de 2010 37.719 personas aproximadamente. Se puede estimar que el 37,4% de la población de Uruguay se encuentra en actividad laboral. Casi un 30% de los ocupados de Uruguay trabajan en el sector público. El resto, corresponde a empleo asalariado en el sector privado, cuentapropistas y otras categorías como patrón o empresa familiar.

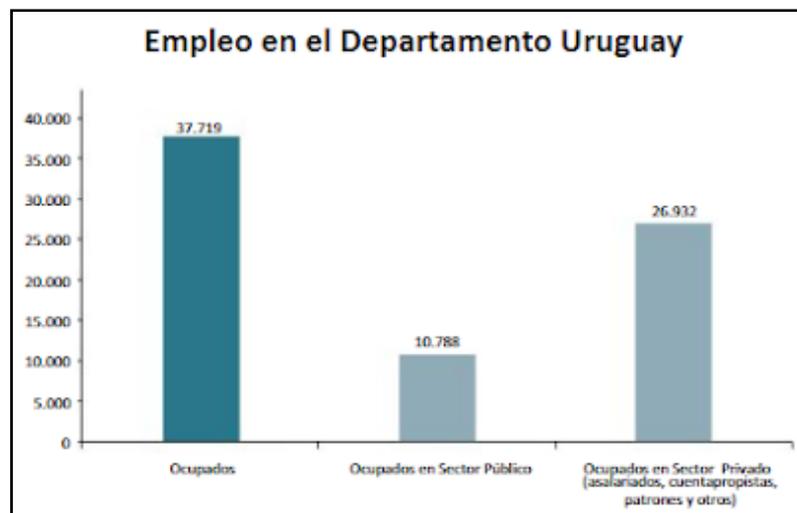


Figura 21. Empleo en el Departamento Uruguay. Fuente: La Economía del Departamento Uruguay. Victoria Giarrizzo y Pablo Presas

El despegue económico de Uruguay fue traccionado por el sector agropecuario, el auge industrial, la mayor actividad en la construcción, el dinamismo del turismo y algunos sectores productores de servicios que alcanzan una participación creciente en la economía local.

La agroindustria ocupa un rol central en la economía de Uruguay. Se puede estimar que, solo los 10 principales sectores agroindustriales que son: avícola, bovino, porcino, lácteo, arrocero, granos, foresto-industria, frutihortícola, apícola y metalmecánica; emplean en forma directa el 14% de los ocupados del Departamento o



19,6% de los ocupados en el Sector Privado. A esto hay que agregar el empleo indirecto al que da lugar cada actividad, como proveedores de insumos, servicios técnicos, transportes, fabricantes de equipamiento y maquinarias, ventas de repuestos, indumentaria específica, etc.

En el Departamento Uruguay se encuentran tres de los principales frigoríficos avícolas del país, dos frigoríficos bovinos de importancia, una planta faenadora de carnes porcina reconocida, un sector arrocero, un grupo de laboratorios que desarrollan y exportan productos veterinarios agropecuarios propios y una de las tres principales fábricas de aglomerados del país.

En base a la información de la Secretaría de Energía de la provincia, el consumo de energía eléctrica de pequeñas y medianas industrias, comercios y servicios del Departamento creció 17,26% entre los años 2006 y 2010, levemente por debajo de la media provincial (18,96%).

TARIFAS/USOS	DPTO URUGUAY		DPTO PARANÁ		DPTO COLÓN		TOTAL ENTRE RÍOS	
	INCREMENTO % (2006-2010) [Cant.]	INCREMENTO % (2006-2010) [KWh]						
Clientes residenciales Urbanos (T1 - R)	13,64%	28,25%	11,84%	27,01%	17,92%	37,12%	13,19%	30,30%
Pequeñas y Medianas Industrias, Comercios y Servicios (T1 - G+T2)	7,11%	17,26%	6,79%	14,01%	30,95%	35,82%	10,57%	18,96%
Grandes clientes industriales, agroindustriales, comerciales y servicios (T3 + PEAJE)	36,36%	16,78%	15,30%	17,46%	36,07%	15,52%	34,53%	17,42%

Figura 22. Consumo de energía eléctrica en el Departamento Uruguay. Fuente: La Economía del Departamento Uruguay. Victoria Giarrizzo y Pablo Presas

Cuando se analiza el crecimiento en el período mencionado del 2006-2010 en los consumos de todas las categorías tarifarias, el Departamento Uruguay se encuentra en la línea con el promedio provincial.

Para apoyar el desarrollo industrial, Uruguay cuenta con un parque industrial localizado en las afueras de la ciudad cabecera, Concepción del Uruguay, sobre el corredor del Mercosur y un área industrial ubicada en Basavilbaso. El parque de Concepción del Uruguay se localiza en un predio de 124 hectáreas, sobre ruta 14, a 300 metros de la ruta 39 que cruza transversalmente la provincia de Entre Ríos. Tiene como



vecino lindero a la Zona Franca de Uruguay y se halla próximo al puerto de ultramar de esa ciudad.

El Departamento Uruguay cuenta con ventajas naturales vinculadas a su localización geográfica, sus recursos naturales (aguas, suelos, climas. Forestación, etc.), y con otro tipo de atributos relacionados a sus recursos humanos calificados o su competitividad productiva en determinados sectores.

## 1.3. CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

### 1.3.1 GENERALIDADES

Concepción del Uruguay fue fundada por Don Tomás de Rocamora el día 25 de junio de 1783 por indicación del Virrey Vértiz. Su nombre compuesto hace referencia a la patrona de la ciudad la virgen de la Inmaculada Concepción y al Río Uruguay (río de los pájaros o los caracoles en guaraní), sobre cuya margen derecha se halla recostada.

Es un municipio de primera categoría ubicado en el este de la Provincia de Entre Ríos, en el Departamento Uruguay (del cual es cabecera).

Concentra una parte importante de la historia política y cultural de la provincia, así como actividad educativa, turística e industrial. La ley N° 10.314 sancionada el 29 de julio de 2014 declaró a Concepción del Uruguay como "Capital Histórica de la Provincia de Entre Ríos"; y es por esto que la ciudad es frecuentemente apodada como “La Histórica”, puesto que encierra en su pasado algunos de los hechos más significativos de la vida de la provincia.

En el siglo XIX era comúnmente llamada por el nombre de uno de los arroyos cercanos: Arroyo de la China.

El gentilicio para sus habitantes es uruguayense, utilizándose también, con menor aceptación, el de concepcionero.



Figura 23. Vista aérea de la ciudad a principios de la década de 1970. Fuente: <https://concepcionhistoriayturismo.com/la-ciudad/>

El turismo no es la única actividad económica en la ciudad, ya que posee un gran desarrollo industrial; una zona franca en crecimiento; y puerto de ultramar sobre el río Uruguay; además una importantísima oferta de servicios educativos con cuatro universidades y tres institutos de nivel superior.

Se encuentra rodeada de cursos de agua, y poblada de verdes paisajes, y a la vera de la RN 14 importante autovía de comunicación del Mercosur, que la conecta a sólo 280 Km con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a través del complejo Brazo Largo-Zárate (Complejo Unión Nacional); y es el punto final de la RP 39, que la une con las ciudades de Santa Fe a 280 Km. a través del Túnel Subfluvial Uranga – Silvestre Begnis, y a 260 Km. de Rosario por el puente Victoria - Rosario.

### 1.3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Municipio de Concepción del Uruguay se encuentra ubicado al sudeste de la provincia de Entre Ríos, en el Departamento Uruguay, sobre la margen occidental del río Uruguay (vocablo guaraní que significa “río de los pájaros”), que constituye el límite internacional entre nuestro país y la República Oriental del Uruguay.

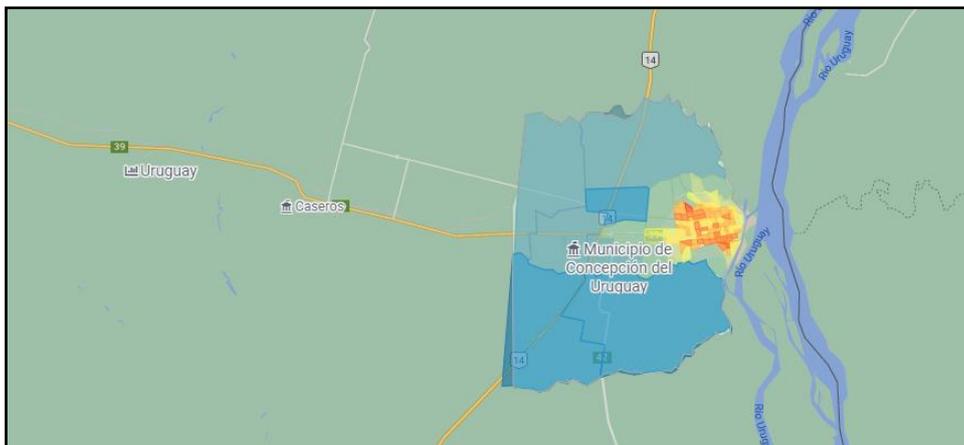


Figura 24. Municipio de Concepción del Uruguay. Fuente: mapa.poblaciones.org

Concepción del Uruguay dista aproximadamente a 300 kilómetros de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, desde donde se llega a través del complejo vial Zárate Brazo Largo, sobre Ruta Nacional N° 14; está a 628 km de la ciudad de Córdoba y a 280 km de la ciudad de Santa Fe desde las cuales se accede a través del Túnel Subfluvial “Hernandarias” que cruza el Río Paraná. En cuanto a los países vecinos, Concepción del



Uruguay está emplazada a 400 Km. de Montevideo, a 1.000 km. De Asunción del Paraguay, a 1.200 km. de Porto Alegre (Brasil) y a 1.500 km. de Santiago de Chile.



Figura 25. Distancias hasta Concepción del Uruguay. Fuente: mapa.poblaciones.org

### 1.3.3 POBLACIÓN

Concepción del Uruguay es la ciudad cabecera del departamento Uruguay, de la provincia de Entre Ríos, ubicada en el centro-este de la provincia, sobre el Río Uruguay.

La ciudad según el último censo realizado (año 2010), posee una población total de 73.729 habitantes y 23640 hogares con un área de 190 km<sup>2</sup>, que corresponde al 72% de la población del departamento Uruguay (100.728 hab.). Del total de la población, 34.814 habitantes son varones y 37.714 son mujeres.



Figura 26. Densidad de población. Fuente: mapa.poblaciones.org

Comparando con el censo realizado en el año 2001, en el cual se registró en el municipio de Concepción del Uruguay una población de 67.474 habitantes, se registra un crecimiento del 8,48%.

La distribución etaria de la población se conforma como pirámide de base chica, ya que el rango de 0 a 4 años se encuentra disminuido. El pico se ubica en los 10 a 14 años y cae a partir de los 34 años, lo que denota una población evidentemente joven.

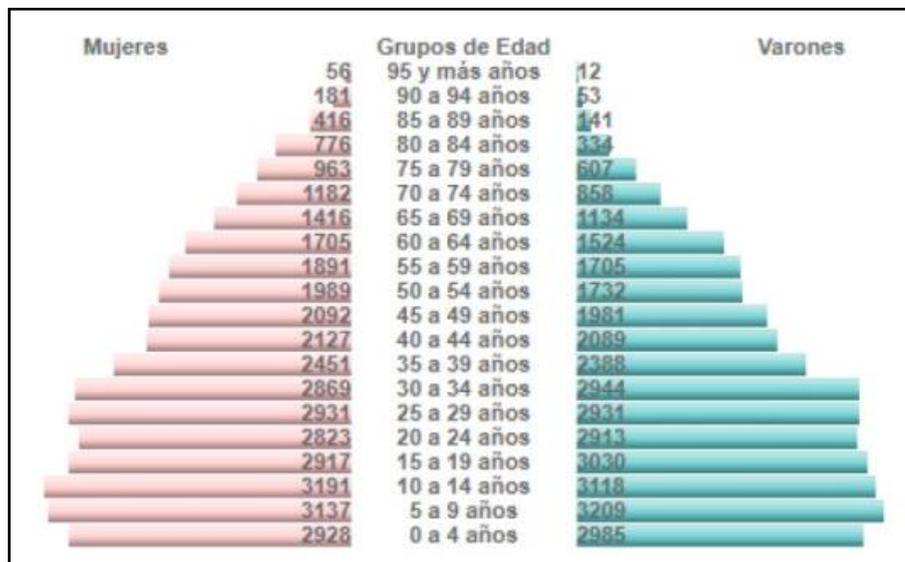


Figura 27. Distribución poblacional etaria por sexo. Fuente: INDEC.



Dadas las características geográficas del radio urbano y sus correspondientes limitaciones originadas en ríos y arroyos, especialmente al este y sur de la ciudad, la misma ha experimentado un crecimiento irregular. La mayor concentración demográfica se da en el centro administrativo, el cual comprende los barrios circundantes y próximos a la Plaza Gral. Francisco Ramírez, mientras que dicha concentración disminuye a medida que la ciudad se posiciona hacia el oeste, principal dirección de expansión actual.

Podemos concluir en términos generales que la ciudad presenta una matriz de baja densidad, con áreas menores, a modo de enclaves, con media densidad en la zona sur y noroeste de la ciudad fundamentalmente constituida por conjuntos de vivienda social.

#### 1.3.4 GEOGRAFÍA

La localidad de Concepción del Uruguay, está ubicada en la eco - región Pampa (Pampa Entrerriana) la cual comprende desde las llanuras y sierras bajas del centro – este de la República Argentina y abarca gran parte del sur de la provincia de Santa Fe y Entre Ríos.

El clima predominante corresponde al templado húmedo de llanura, sin situaciones extremas, favorable para los cultivos. El mismo en conjunto con las características geoquímica de los materiales sedimentarios y a los ciclos vegetativos del pastizal, han favorecido el desarrollo de suelos con altos contenidos de materia orgánica y nutrientes y con horizontes subsuperficiales arcillosos. Tales rasgos dan a estos suelos llamados molisoles excelente aptitud agrícola.

El régimen térmico es templado, presentando una temperatura media anual de 17,9°C con una amplitud de 13,3°C. La precipitación media anual asciende a 1100 mm.

En lo que comprende a la Geología, se destacan de la localidad de Concepción del Uruguay dos perfiles típicos bien diferenciados:

- Perfil 1: su desarrollo comprende la mayor parte de la localidad, se compone por una tapada cohesiva de alta plasticidad que a medida que aumenta en profundidad pierde plasticidad y aumenta contenido calcáreo y resistencia. El suelo predominante es la broza, cuya matriz es la de un material limoso de plasticidad baja a nula. Este material es de alta resistencia, aunque en los primeros metros



resulta perforable mediante equipos manuales (SPT). Luego de este primer techo (1m a 5m), sólo es posible perforar a rotación ya que aumenta mucho la resistencia del material, con presencia ya de bloques o de roca calcárea.

- Perfil 2: su desarrollo comprende las zonas bajas e inundables de la localidad, se compone por una tapada de suelo cohesivo, de alta compresibilidad, muy orgánico, de muy baja resistencia, con valores de humedad natural por encima del límite líquido. Estos suelos abarcan perfiles de hasta 12 m, cuando la presencia de materia orgánica es significativa, presentan condiciones extremas de deformabilidad y muy baja resistencia. Esta zona se extiende por unos 400m aproximadamente en la margen derecha del Arroyo Las Animas.

Desde el punto de vista geomorfológico, el valle aluvial del río Uruguay en esa zona es característico de un sistema fluvial en equilibrio dinámico, con marcadas modificaciones de carácter significativo como consecuencia de las alteraciones hidrológicas a nivel de su cuenca y del producto de las operaciones del embalse de Salto Grande.

Entre Ríos respecto a la hidrología superficial, se divide en doce cuencas. El área de proyecto se sitúa en la cuenca aportes al Rio Uruguay.

Al norte de la localidad de Concepción del Uruguay se encuentran el Arroyo del Molino, Arroyo Curro y al sur, el Arroyo La China. Además, dentro del ejido urbano se encuentra Arroyo El Gato, el cual se encuentra actualmente en proyecto de canalización por obras correspondientes a la Defensa Norte.

Respecto de la hidrología subterránea, la región del departamento Uruguay, se destaca el “Ambiente de acuíferos en formación Salto Chico”.

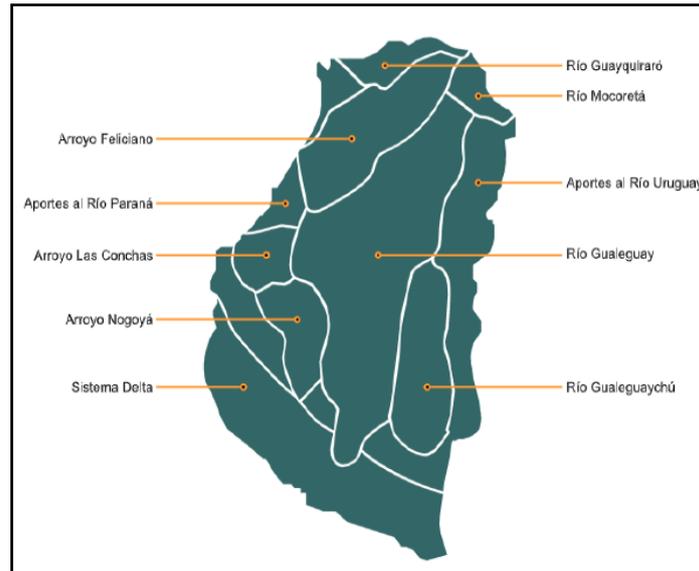


Figura 28. Arroyos de Entre Ríos. Fuente: Arroyos de Entre Ríos. Dirección de Hidráulica de Entre Ríos

Al norte de la localidad de Concepción del Uruguay se encuentran el Arroyo del Molino, Arroyo Curro y al sur, el Arroyo La China. Además, dentro del ejido urbano se encuentra Arroyo El Gato.

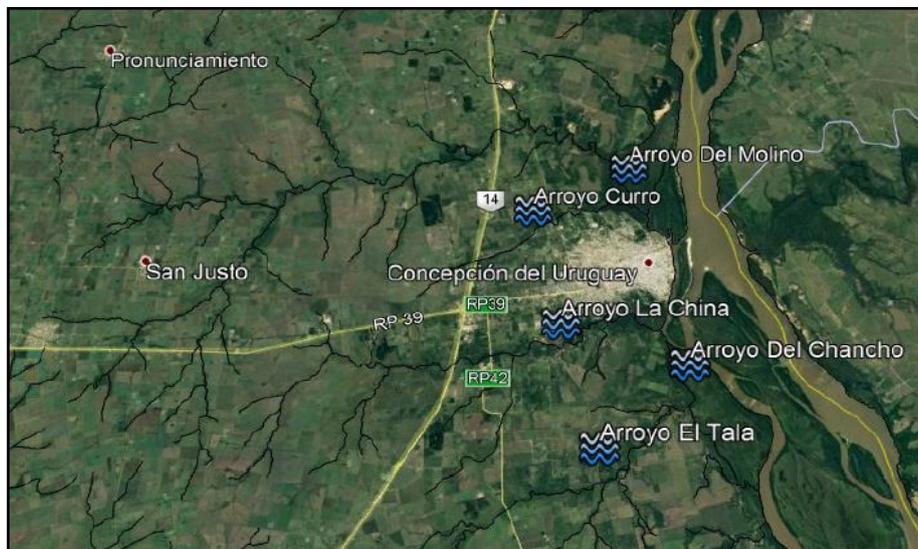


Figura 29. Arroyos de Entre Ríos. Fuente: Arroyos de Entre Ríos. Dirección de Hidráulica de Entre Ríos

Respecto de la hidrología subterránea, la región del departamento Uruguay, se destaca el “Ambiente de acuíferos en formación Salto Chico”.



### 1.3.5 ECONOMÍA

La localidad de Concepción del Uruguay estructura su economía en la industria, comercio y servicios. La industria tiene una fuerte incidencia dentro del valor agregado local, mientras que el comercio (principalmente el de exportación) busca estar en alza con una participación fuerte en el mercado.

Se ha definido converger a una provincia agroalimentaria dinámica, competitiva y que agregue valor a sus productos primarios con la orientación hacia el mercado externo. Se destaca la participación en el sistema del norte argentino (Corrientes, Misiones y Chaco), Sur de Brasil, Paraguay y Bolivia. Articulando la oferta industrial hacia estos mercados de consumo e incluso más allá de Latinoamérica, la vinculación productiva y la provisión de insumos industriales (alimentos, madera, metalmecánica, medicamentos y tecnología).

Dentro de la ciudad, acentúa como actividad industrial la actividad avícola, con tres plantas de faena y de incubación que emplea más de 2500 personas contando solamente dentro del casco urbano, destacándose que la mayor parte de la producción es destinada al comercio de exportación.

Además, la agroindustria tiene su lugar dentro de la ciudad, compuesta por arroceras, molinos harineros, plantas de elaboración de aceites y demás.

Concepción del Uruguay cuenta con un parque industrial dentro de un área periférica a la ciudad con instalaciones aptas para la radicación de grandes fábricas. Se encuentran asentadas allí industrias de pigmentos, chapas asfálticas, cartón corrugado, aserraderos, núcleos de alimentos balanceados, secaderos de cereales, metalúrgicas, frigoríficos, premoldeados y muchas otras más.

Los terrenos del mismo suman un total de 124 hectáreas de las cuales un gran porcentaje se encuentra sobre la Autovía Ruta Nacional N° 14.

- Área destinada a las radicaciones industriales: 92 Has.
- Área destinada a calles y espacios verdes: 10 Has.
- Área destinada a servicios comunes: 5 Has.



Figura 30. Parque Industrial. Fuente: <https://producciondelu.wordpress.com/parque-industrial/>



Figura 31. Parque Industrial. Fuente: Radio 9.

Respecto a la actividad portuaria, el puerto de la ciudad cuenta con ventajas comparativas que lo convierten en la vía más económica y competitiva para la comercialización de los productos antes mencionados.

La cercanía de los lugares de producción, la notable facilidad de acceso y sus características de puerto polivalente, son aspectos determinantes que lo convierten en la mejor salida para mercadería de toda la región.

El puerto de la ciudad es considerado como uno de los más importantes del país. Permite la operación tanto de barcos y buques fluviales, como de ultramar( algunos de gran tonelaje). Ha sido tradicionalmente un puerto de exportación de cereales y oleaginosas como también de maderas. Dispone de un atracadero para la descarga de combustibles.

Dispone asimismo de una zona franca anexa. La Zona Franca de Concepción del Uruguay fue creada en el año 1910 mediante la Ley N.º 8092, reglamentada ochenta y dos años después por el Poder Ejecutivo Nacional a través de los Decretos N° 1935/92 y N° 2409/93.



Figura 32. Puerto de Concepción del Uruguay. Fuente: <https://lagrancelcapital.com/2022/02/08/autoridades-de-puerto-la-plata-y-el-puerto-de-concepcion-de-uruguay-se-reunieron-nuevamente/>



Figura 33. Puerto de Concepción del Uruguay. Fuente: <https://www.argenports.com.ar/nota/interes-chino-en-negocios-conjuntos-con-el-puerto-de-concepcion-del-uruguay>

Referido al turismo, la ciudad combina pasado y cultura con la belleza de sus paisajes naturales. Actualmente, es la ciudad con más monumentos históricos nacionales de Entre Ríos.

Por otro lado, la actividad náutica es uno de los polos más importantes de la provincia y cuenta además con la flota más numerosa del Río Uruguay.

La ciudad cuenta con numerosos hoteles de diferentes tipos, dos complejos termales, y diferentes playas que atraen el turismo; entre ellas podemos nombrar: Balneario-Camping “Banco Pelay”, Balneario “Paso Vera”, Balneario-Camping “La Toma”, Balneario Itapé, Costanera “Isla del Puerto”.



Figura 34. Isla del Puerto. Fuente: <https://www.turismoentrerios.com/cdeluruguay/isla-del-puerto.html>

### 1.3.6 EDUCACIÓN Y SALUD

La ciudad cuenta con variedad de Jardines municipales, escuelas y universidades, tanto públicas como privadas.

Entre las Escuelas públicas más antiguas se pueden nombrar Escuela Normal Superior en Lenguas Vivas Mariano Moreno, la Escuela N°1 "Nicolás Avellaneda" (que comenzó como una escuela para varones creada en otro edificio el 20 de abril de 1888), la Escuela N°2 "Juan José Viamonte", la Escuela N°3 "Justo José de Urquiza", la Escuela N° 4 "Benigno Teijeiro Martínez", la Escuela N° 36 "Esteban Echeverría", la Escuela N° 92 "Tucumán" y la Escuela N°93 "Santiago del Estero" entre otras.

La ciudad cuenta con cuatro universidades, de las cuales tres son de gestión pública (dos nacionales y una provincial) y una de gestión privada. Las mismas suman en total diez facultades. A su vez, dos de las mencionadas instituciones tienen en la ciudad la sede de su rectorado.

Y en lo que respecta a la salud, La ciudad de Concepción del Uruguay dispone de un Hospital de alta complejidad llamado Hospital Justo José de Urquiza, que se encuentra ubicado aproximadamente a 500 metros del acceso a la ciudad, entre las intersecciones de las calles Uncal (al oeste), Víctor Rodríguez (al sur), 10 de Oeste Norte (al este) y Lorenzo Sartorio (al norte). Este Hospital dispone de los servicios básicos fundamentales garantizados para la atención de los pacientes de todo el Departamento



Uruguay, tales como el servicio de Neonatología, Obstetricia, Cirugía Cardíaca, Diabetología, entre otros, proyectando la futura creación de nuevas áreas como la de Genética, Neurocirugía y Terapia Pediátrica Intensiva.



Figura 35. Hospital Justo José de Urquiza. Fuente:  
[https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Hospital\\_Justo\\_Jos%C3%A9\\_de\\_Urquiza.jpg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Hospital_Justo_Jos%C3%A9_de_Urquiza.jpg)

A su vez, cuenta con diferentes clínicas privadas, numerosas salitas distribuidas en los distintos barrios que componen la ciudad, y otros centros de salud.

### 1.3.7 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

Se detallan a continuación algunos servicios brindados por la ciudad de Concepción del Uruguay.

#### Efluentes Cloacales

La cantidad de viviendas con acceso a la red pública de cloacas es igual a 19.362 unidades con una cobertura de acceso a las redes cloacales del 84%.

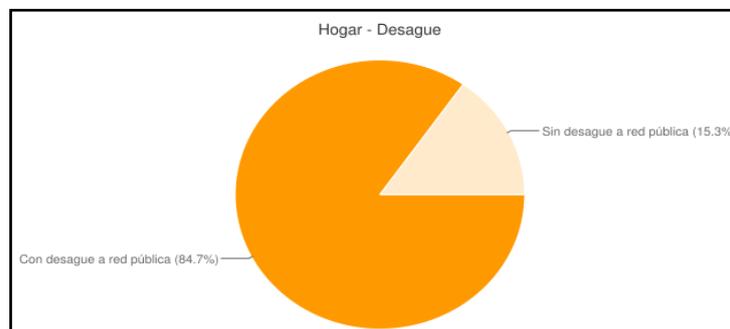


Figura 36. Hogares con acceso a desague. Fuente: apps.se.gob.ar

El sistema cloacal conduce los efluentes hacia el sur, por medio de una cloaca máxima de hormigón de 800 mm de diámetro, atraviesa los arroyos de La China y El Chanco por medio de sifones hidráulicos para luego volcar los efluentes al Río Uruguay.

No existe tratamiento final de los efluentes cloacales y su descarga se realiza directamente al río; solo existe una pequeña Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales la cual funciona desde hace cierto tiempo y solo para algunos barrios de la zona (barrios Villa Sol, Villa Itapé, Villa las Lomas Norte (sector este), Villa Industrial, 20 de Junio y Vicoer).

Además, es importante remarcar que se encuentra concluida a nivel de Anteproyecto, la ingeniería sanitaria de una planta depuradora para toda la ciudad, con un periodo de diseño que alcanza el año 2048.

A continuación, se muestra un mapa en el cual se ubica la zona que tiene acceso a dicho servicio:

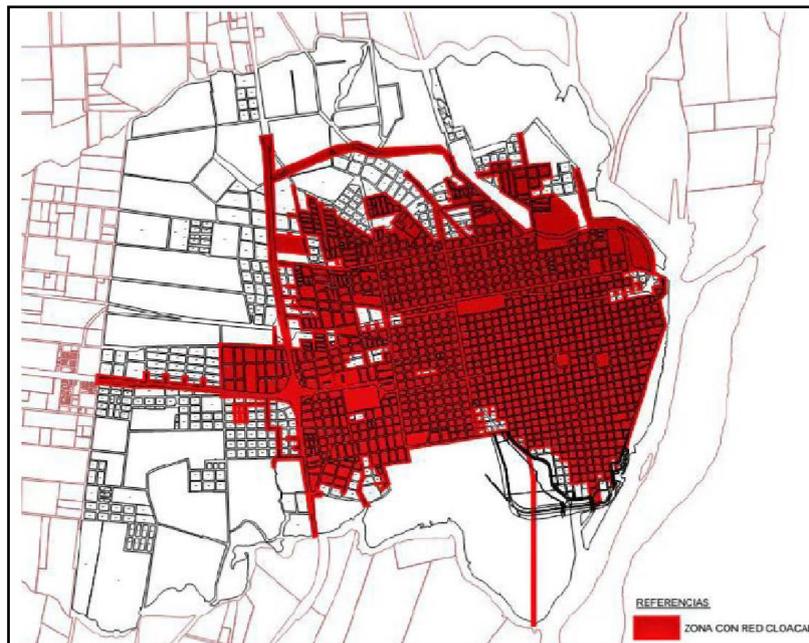


Figura 37. Zona con red cloacal. Fuente: Plan Estratégico de Concepción del Uruguay

### Provisión de agua potable

La cantidad de viviendas con acceso a la red pública de agua corriente es igual a 21.628 unidades con una cobertura de acceso al servicio de agua potable del 93,15%.

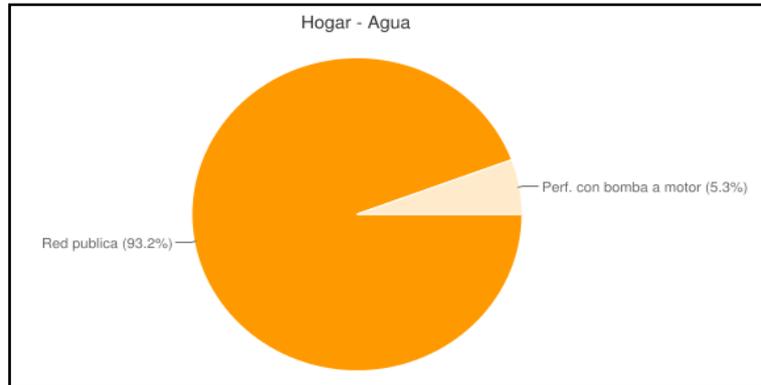


Figura 38. Hogares con acceso a la red de agua. Fuente: apps.se.gob.ar

La toma de agua para la ciudad se encuentra en forma lateral al canal de acceso al puerto, a unos 1400m de distancia de la planta potabilizadora, la misma con bombas sumergibles alimentadas por cables sub-fluviales. En la actualidad está en funcionamiento la nueva planta de agua potable.

De acuerdo a los análisis efectuados por la CARU y la División Provincial de Medio Ambiente y Bromatología, su calidad es aceptable.

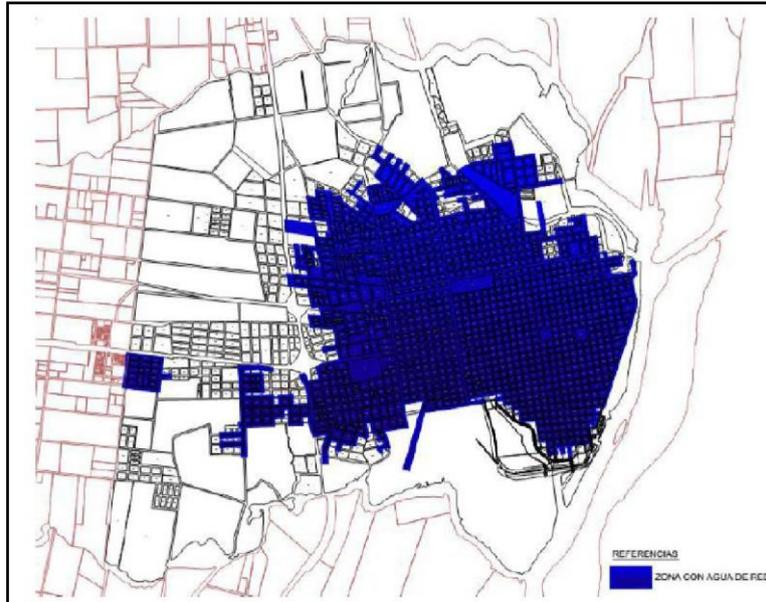


Figura 39. Zona con agua de red. Fuente: Plan Estratégico de Concepción del Uruguay

### Alumbrado

El alumbrado público está a cargo del Departamento Electrotecnia que pertenece a la municipalidad. El suministro eléctrico es brindado por ENERSA (Energía de Entre Ríos Sociedad Anónima). Se utilizan lámparas halogenadas en su gran mayoría y tramas viales seleccionadas con iluminación LED.

En el Parque Industrial existen líneas de 132 Kv, 33 Kv, y 13,2 Kv; siendo el suministro de energía ilimitado y confiable dado que la línea de 132 Kv se alimenta directamente del anillo del Sistema Interconectado argentino-uruguayo de 500 Kv originado en la Represa de Salto Grande.

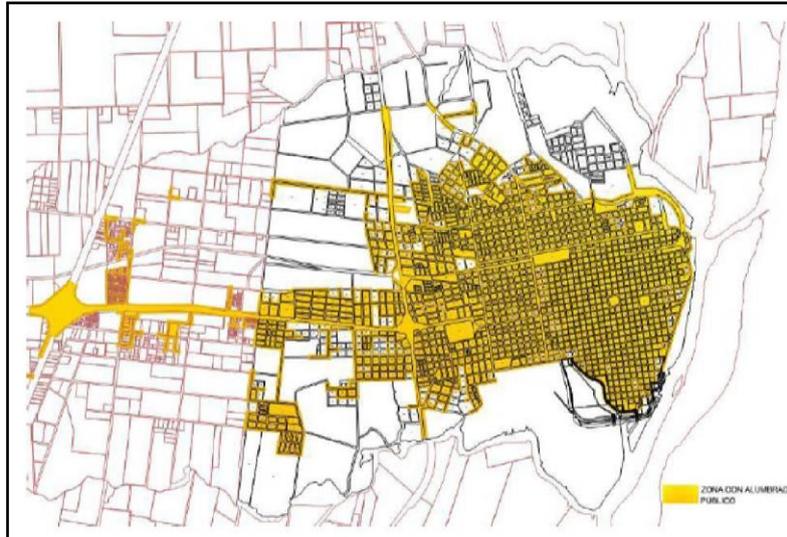


Figura 40. Zona con alumbrado. Fuente: Plan Estratégico de Concepción del Uruguay

### Gas Natural

La cantidad de viviendas con existencia de gas natural es igual a 6.680 unidades con una cobertura de acceso al servicio de gas natural del 30%.

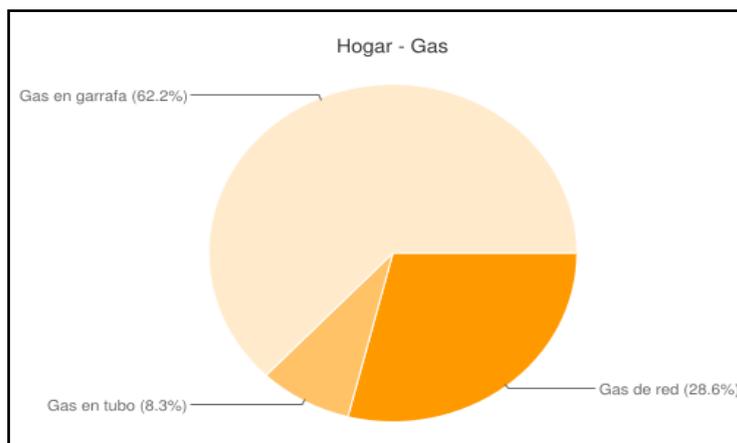


Figura 41. Hogar-Gas. Fuente: apps.se.gob.ar

El gas natural es suministrado y distribuido por la empresa privada GASNEA Sociedad Anónima.

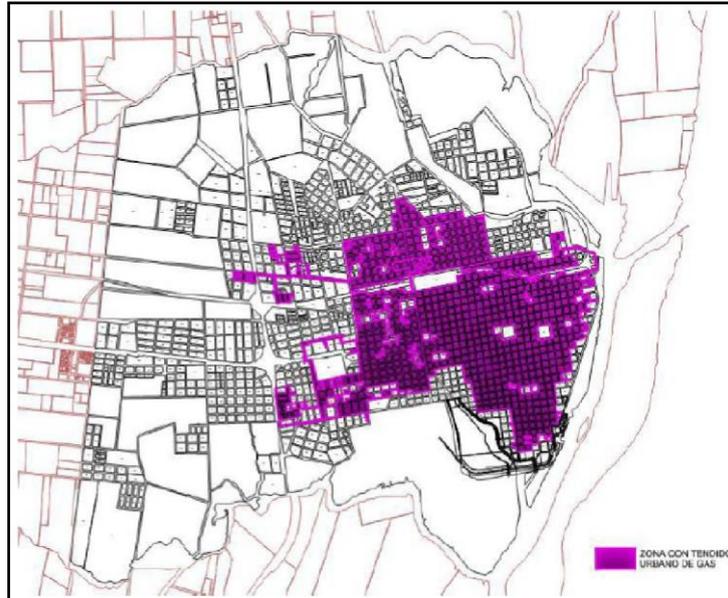


Figura 42. Zona con gas natural. Fuente: Plan Estratégico de Concepción del Uruguay

### Recolección de residuos

El servicio de recolección abarca al 85% de la población. En la ciudad de Concepción del Uruguay se producen más de 80 toneladas de basura diaria.

Gran parte de esa basura se deposita en el basural ubicado en Talita (sudoeste de la ciudad). El antiguo basural se encuentra actualmente en desuso, en proceso de remediación medioambiental, debido a que disponían los residuos a cielo abierto en antiguas cavas de explotación de brasa, sobre el Arroyo La China.

La Recolección de Residuos, ramas y barrido son llevadas a cabo por personal del municipio y Cooperativas de trabajo.

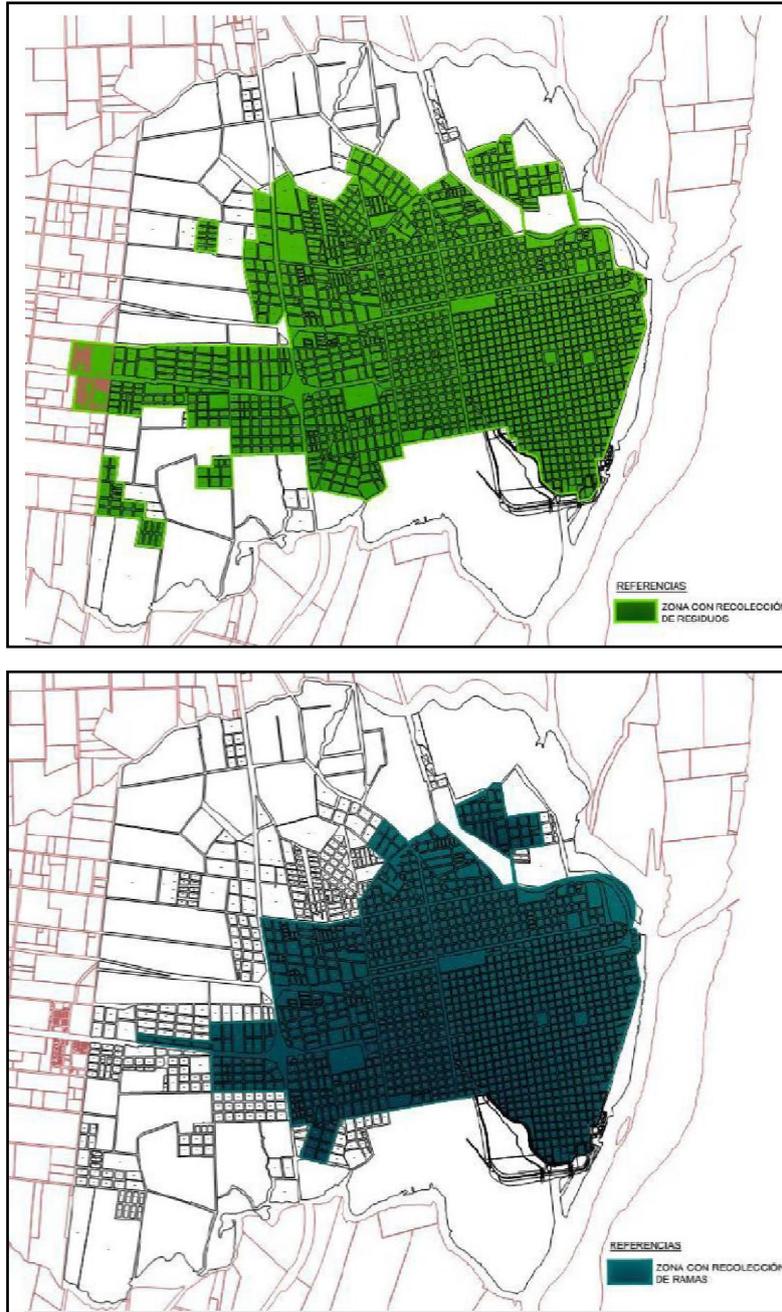


Figura 43. Zonas de recolección de residuos y ramas. Fuente: Plan Estratégico de Concepción del Uruguay



## 2. DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS

Partiendo del relevamiento general de la localidad de Concepción del Uruguay, detectamos diversas problemáticas relacionadas con la presencia de vehículos pesados dentro de la ciudad, y la falta de organización e infraestructura para su correcta y fluida circulación. Esto se debe a que la ciudad tiene un gran potencial industrial, y gran parte de su economía depende de esto, aunque la misma no cuente con el equipamiento necesario.

A su vez, detectamos que las instalaciones y servicios sanitarios que brinda la ciudad, no acompañan el crecimiento urbano, ya que en los últimos años ha aumentado su población, generando nuevas concentraciones urbanas, las cuales no cuentan con los servicios de saneamiento necesarios.

Hemos identificado también, que las vías de acceso a la ciudad sufren una falta de mantenimiento importante, o no se encuentran en condiciones de ser transitadas, siendo éstas de gran importancia económica e industrial ya que conectan destacados puntos estratégicos entre provincias.

A partir de este breve diagnóstico, se destacan diferentes problemáticas a resolver en la ciudad de Concepción del Uruguay.

### 2.1. PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS

- Presencia de vehículos de alto porte en zona urbanizada.

La circulación de vehículos de gran porte en zonas urbanizadas de la localidad ha generado diversas problemáticas, tales como el deterioro de calzadas no preparadas para soportar tal vehículo; contaminación sonora y ambiental por la presencia de los mismos; múltiples accidentes generados por incumplimiento de normas viales, generando peligrosidad para los transeúntes y conductores de automóviles.

- Restricción al crecimiento industrial de una ciudad con gran potencial.

Debido al incumplimiento de las normativas viales, la falta de logística para la circulación de vehículos de gran porte y el mal estado de las calzadas para tal vehículo,



actualmente el área industrial de la ciudad no se encuentra en su mejor condición para lograr explotar el alto potencial de la misma.

- Infraestructura vial deficiente en acceso principal de la ciudad.

La infraestructura vial del acceso, se encuentra deteriorada. Esto se debe a la constante circulación de vehículos de gran porte que, con el paso del tiempo, han ido desgastando el pavimento que no se encuentra preparado para este tipo de cargas. A su vez, el acceso no cuenta con el drenaje adecuado ni la señalización necesaria para circular de forma segura. La rotonda para ingresar a la ciudad, no posee las dimensiones ni el diseño adecuado para que los vehículos de gran porte, transiten a través de ella sin ser un potencial de peligro para aquellos vehículos de menor tamaño.

- Faltante de obras viales y demanda de obras de saneamiento.

Actualmente, la ciudad va creciendo cada vez más, y multiplicando sus zonas urbanizadas, dirigiéndose hacia el oeste. El inconveniente que esto representa, es que cada vez hay más población a la cual se le debe brindar los servicios básicos de agua y cloaca para poder vivir bajo buenas condiciones.

Es una realidad hoy en día, que los servicios básicos no acompañan este crecimiento. Hay zonas y barrios de la ciudad que carecen tanto de servicios de saneamiento como de calles pavimentadas y otras prestaciones y utilidades que deben brindarse desde el municipio.

Esto también nos lleva a verlo desde un punto de vista económico. Siendo Concepción del Uruguay una ciudad con un potencial industrial y empresarial muy alto, que no puede ser explotado en su máxima capacidad debido a la falta de obras de infraestructura y de transporte que permitan este aprovechamiento.

- Insuficiencia de ordenamiento del tránsito.

Se detectan múltiples calles que, además de no contar con el drenaje adecuado, carecen de señalización tanto vertical como horizontal.

Una de las vías que identificamos con este problema, y que es de gran importancia local, es la vía de acceso por Ruta Provincial N° 39, la cual no cuenta con las



condiciones necesarias para poder circular de forma segura y darle aviso al conductor de que está ingresando a la ciudad, debido a que no se encuentra ninguna señalización de acceso hasta que se encuentra el tótem de bienvenida y esto lleva provocar múltiples accidentes, debido a una falta del ordenamiento vial y regulación de velocidades. Otro factor es el mal estado del guardarrail, que no acompaña todo el largo del acceso, y la falta de mantenimiento del pavimento que, debido a la alta demanda de tránsito, se va desgastando con el paso del tiempo.

- Falta de adecuadas canalizaciones pluviales.

Dentro de las cuencas que se encuentran en la ciudad, muchas presentan problemas de inundación frente a las precipitaciones, ya sea por la faltante de obras que aseguren un correcto desagüe pluvial, como también el mantenimiento de las alcantarillas, canales y cunetas existentes.

## 2.2. OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales que surgen de este proyecto son, en principio, reordenar el tránsito e implantar un importante desarrollo logístico para lograr una adecuada circulación en zonas urbanas, mejorando la calidad de vida y fomentando el desarrollo de autotransporte de cargas regionales, nacionales e internacionales garantizando el crecimiento de la economía. A partir de esto, se presentan una serie de objetivos particulares para dar solución a las problemáticas citadas anteriormente.

## 2.3. OBJETIVOS PARTICULARES

Como objetivo particular, se propone brindar solución a algunas de las problemáticas detectadas más relevantes. Éstas serán el punto de partida de cada uno de los anteproyectos que pertenecen a las distintas ramas de la ingeniería civil, siguiendo los lineamientos de la cátedra.

Además, se tendrá en cuenta la existencia de proyectos tanto académicos como propuestos por entes gubernamentales, con el fin de no repetir los mismos y generar soluciones a cuestiones importantes sin abordar.

Los objetivos particulares destacados son los siguientes;



- Resolver problemática de presencia de vehículos de alto porte en la ciudad de Concepción del Uruguay, mediante el diseño y proyección de un centro de transferencia de cargas ubicado en un punto estratégico de la misma.
- Plantear un futuro tratamiento de aguas residuales que surgirá de la presencia del centro de transferencia de cargas.
- Contribuir al reordenamiento del tránsito mediante la remodelación de infraestructura vial de la intersección de la ruta Provincial N° 39 y la rotonda de acceso a la ciudad.
- Solucionar problemas de evacuación de aguas pluviales que acompañan los anteproyectos tanto vial, como arquitectónico.
- Abastecer de servicios de agua y cloaca al sector de implantación de los anteproyectos y zonas aledañas al mismo.

De acuerdo a la complejidad de dar solución a cada uno de ellos en este solo proyecto, hemos decidido abordar los más esenciales, dando prioridad de resolución a aquellos que tengan más demanda e importancia para la vida diaria de los vecinos del barrio.

De esta manera determinamos los siguientes objetivos particulares con los cuales daremos inicio a la resolución de los correspondientes anteproyectos.

- Resolver problemática de presencia de vehículos de alto porte en la ciudad de Concepción del Uruguay, mediante el diseño y proyección de un centro de transferencia de cargas ubicado en un punto estratégico de la misma.
- Brindar nuevas vías de comunicación para el acceso y egreso de los vehículos pesados hacia el centro de transferencia de cargas, desvinculando a los mismos de las calles céntricas urbanas y el peligro que conlleva la circulación combinada de estos vehículos de alto porte y los vehículos livianos como lo son los autos.
- Solucionar problemas de evacuación de aguas pluviales que acompañan los anteproyectos tanto vial como arquitectónico.

### 3. RELEVAMIENTO PARTICULAR

#### 3.1. RELEVAMIENTO ARQUITECTÓNICO

A continuación, se expondrá toda la información recolectada, la cual servirá como punto de partida para la resolución del anteproyecto arquitectónico, siendo este el centro de transferencia de cargas propuesto anteriormente.

##### 3.1.1 UBICACIÓN Y TERRENO

El terreno en el cual se emplazará el proyecto posee un área total de 78.096,2 m<sup>2</sup>, es decir, 7,8 ha. El mismo pertenece a la Municipalidad de Concepción del Uruguay, y hoy en día no se le da ningún tipo de uso.



Figura 44. Localización de terreno. Fuente: Propia.

Se puede observar que, hacia el norte y oeste se desarrollan zonas urbanizadas. Hacia el sur, se ubica el parque industrial de la ciudad, y hacia el este, continuando por el acceso se puede llegar al centro de la ciudad.

Es importante destacar las cercanías de las rutas, las cuales tienen una gran preponderancia, ya que conectan diferentes puntos de la provincia, convirtiéndolo en un lugar estratégico para la implantación de un centro de transferencia de cargas en la ciudad.



Figura 45. Zonas aledañas al terreno. Fuente: Propia.

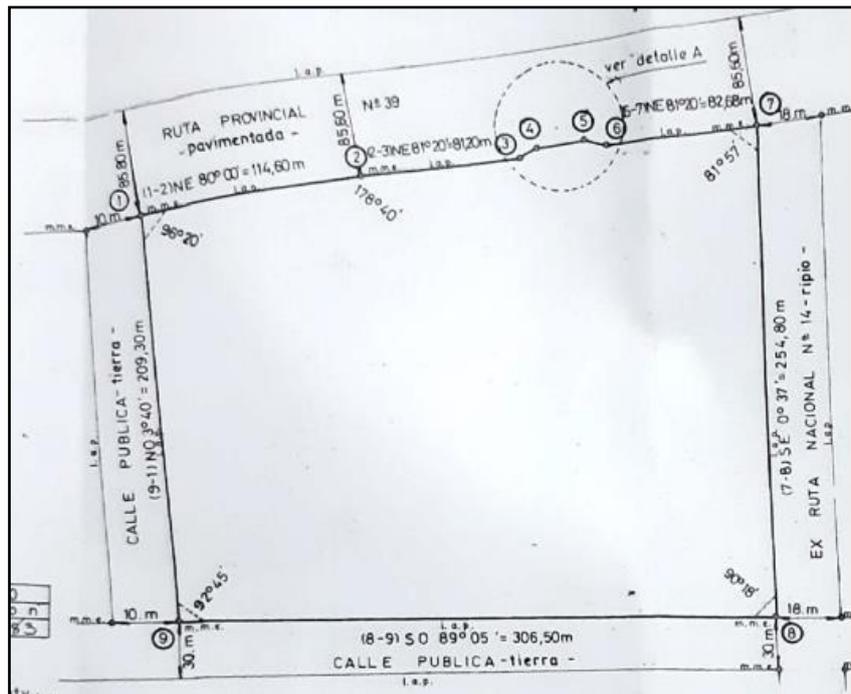


Figura 46. Plano de mensura del terreno. Fuente: Municipalidad de Concepción del Uruguay.

### 3.1.2 ACCESIBILIDAD

La ciudad de Concepción del Uruguay consta de dos accesos terrestres para el ingreso y egreso de vehículos, uno principal, y otro secundario.

El acceso principal de Concepción del Uruguay se ubica al oeste, en el cual el caudal vehicular proveniente de la Ruta Provincial N°39 y la Ruta Nacional N° 14, deriva por J.J. Bruno llegando al monumento Urquiza.

El segundo acceso a la ciudad, el cual comienza en la Ruta Nacional N°14, circula el tránsito por el Boulevard Ricardo Balbín, hasta llegar a otro importante Boulevard, Dr. R. Uncal.

Como se observa en la imagen, el acceso principal a la ciudad, es quien aporta gran importancia al proyecto y convierte el terreno, en un punto estratégico para su planteo , ya que el mismo, al estar ubicado sobre la entrada a la ciudad, evitará que los vehículos de gran porte ingresen a las zonas urbanizadas que no se encuentran aptas para dicha circulación.



Figura 47. Accesibilidad al terreno. Fuente: Propia.

### 3.1.3 RUTAS CERCANAS

Es importante destacar la ubicación de dos rutas de gran importancia para la provincia y el país.

Una de ellas es la Ruta Nacional N° 14, ubicada hacia el oeste del terreno, llamada “José Gervasio Artigas”, es una de las principales Autovías del país, perteneciente al Corredor Vial N°18.

La misma nace en la localidad de Ceibas, provincia de Entre Ríos, en confluencia con la Ruta Nacional N°12. Bordea en su camino al río Uruguay y culmina como autovía en la ciudad de Paso de los Libres, continuando en forma de Ruta hasta la ciudad de Bernardo de Irigoyen, en la provincia de Misiones.

El flujo de tránsito que posee diariamente en todo su trayecto es muy grande, y también se la conoce como la “Ruta del Mercosur”.

Esta cuenta con dos calzadas principales de 7,3 metros de ancho y posee una velocidad máxima de 120 km/h.



Figura 48. Recorrido de Ruta Nacional N°14. Fuente: Revista vial.

Luego, la Ruta Provincial N°39, tiene un recorrido aproximado de 103 kilómetros, con una orientación noroeste desde su inicio en la ciudad de Concepción del Uruguay, hasta su finalización a 6 km de Gobernador Sola.

Es una ruta que posee menor flujo de circulación a comparación de la Ruta Nacional N°14, con la gran diferencia de que no es una Autovía, es decir que tiene solo dos carriles de circulación.



Figura 49. Recorrido de Ruta Provincial N°39. Fuente: Internet.

### 3.1.4 CONCEPCIÓN DEL URUGUAY: ALIMENTACIÓN, TRANSPORTES Y EMPRESAS

Con el fin de poder realizar un mejor análisis de las empresas que hagan uso de vehículos de gran porte dentro de la ciudad, y que, debido a sus características y magnitudes, puedan hacer uso de un futuro Centro de Transferencia de Cargas en Concepción del Uruguay, se confeccionó un plano con la localización de la gran mayoría de estas, diferenciadas por colores.

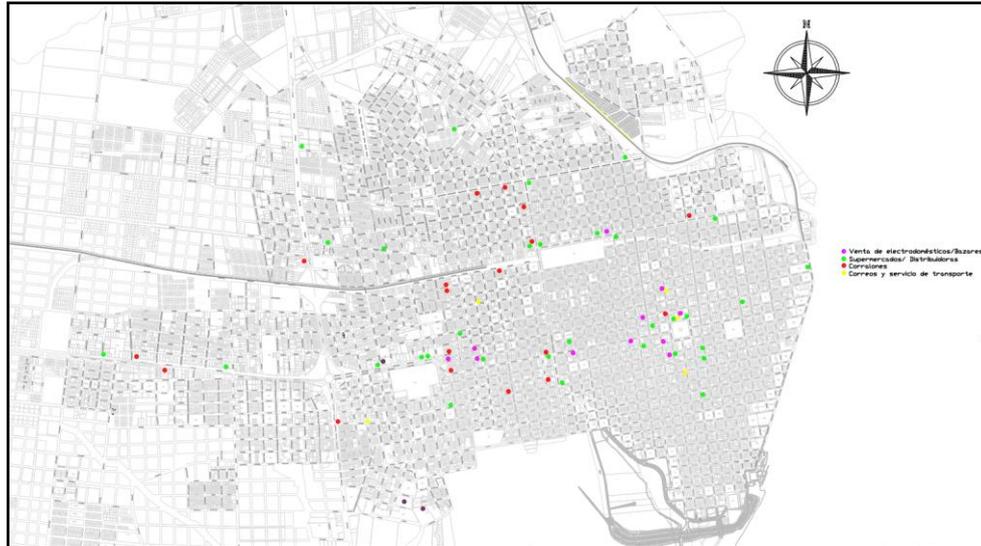


Figura 50. Alimentación, transportes y empresas. Fuente: Propia.

Se identificó con color magenta, a aquellas empresas y locales destinados a la venta de electrodomésticos y bazares, con color verde a todos los comercios dedicados a la alimentación como supermercados y almacenes grandes, y también a distribuidoras; con color rojo a los corralones existentes en la ciudad, y por último con color amarillo a las empresas de transporte y correos.

### Parque Industrial

También es importante destacar la cercanía del Parque Industrial de la ciudad con el predio destinado a la implantación de un Centro de Transferencia.

El mismo tiene un rol destacado en el cordón industrial de la costa del Río Uruguay. Su localización resulta estratégica respecto al eje del Mercosur, sobre la confluencia de la Ruta Nacional 14 y la Ruta Prov. 39, vía de comunicación con el Puente Rosario-Victoria.

El predio del Parque es lindero a la Zona Franca de Concepción del Uruguay, y se encuentra a 7 Km. del Puerto de Ultramar de Concepción del Uruguay, lo cual le otorga ventajas para el transporte multimodal de materias primas y productos industrializados, a nivel nacional e internacional.

Actualmente, el Parque se encuentra en un entramado productivo local en el que se desarrollan diversas actividades, entre las que se destacan: Frigoríficos avícolas y vacunos; Agroindustria (procesamiento de arroz y cereales); Metalúrgica y metalmecánica; Medicamentos e insumos de uso veterinario; Complejos para nutrición animal; Tableros melamínicos y tratamiento de madera; y Desarrollo de Software.

Los servicios con los cuales cuenta el Parque Industrial actualmente son los siguientes:

- Energía eléctrica: En el Parque Industrial existen líneas de 132 Kv, 33 Kv, y 13,2 Kv; siendo el suministro de energía ilimitado y confiable dado que la línea de 132 Kv se alimenta directamente del anillo del Sistema Interconectado argentino-uruguayo de 500 Kv originado en la Represa de Salto Grande.
- Gas natural: El Parque Industrial cuenta con una red troncal de distribución de gas natural que permite el acceso a la mayoría de los terrenos.



Figura 51. Parque industrial de la ciudad de Concepción del Uruguay. Fuente: <https://producciondelu.wordpress.com/>

Importantes empresas e industrias de la provincia y del país, poseen instalaciones dentro de este Parque. Esto nos da un indicio además de la importancia que tiene, la implementación de un Centro de transferencia de cargas en la cercanía del mismo, para brindar un servicio a todas aquellas empresas que realicen transporte de productos y mercaderías desde el Parque hacia el centro de la ciudad.

### 3.1.5 CENTROS DE TRANSFERENCIAS EN EL PAÍS

Existen otros centros de transferencia, los cuales nos sirven de primer guía para orientarnos en cuanto a los servicios y comodidades con los cuales tiene que contar el Centro de Transferencia que se plantee en la ciudad de Concepción del Uruguay.

Dentro de ellos, el más grande del país, e incluso de Sudamérica, es el CTC (Centro de Transferencia de Cargas) ubicado en la ciudad de Villa Soldati.

El predio cuenta con 22 ha para las operaciones allí desarrolladas. Con más 67 empresas de transporte, más de siete mil entradas de vehículos diarias, cuatro naves de diez mil metros cuadrados y ciento doce módulos sobre planchada.

El mismo fue impulsado por empresarios del rubro de autotransporte de cargas, naciendo de la iniciativa de la Federación FADEEAC y el Gobierno de la Ciudad de Bs. AS, logrando la articulación público-privada necesaria para desarrollar el complejo multiempresas.

En este centro, más de 67 empresas realizan gran parte del Cross Docking de CABA, las cuales conectan los destinos que abarcan todo el país.



Figura 52. CTC Villa Soldati. Fuente: <https://defensayarmas.blogspot.com/2016/09/los-vecinos-de-parque-patricios.html>



Figura 53. Instalaciones CTC. Fuente: <https://www.ctcadministradora.com.ar/>



Figura 54. Instalaciones CTC. Fuente: <https://www.ctcadministradora.com.ar/>

Algunas comodidades con las cuales cuenta este Centro de Transferencia de Cargas, son amplias calles internas, oficinas administrativas, disponibilidad de baños al público; en cuanto a la seguridad el predio cuenta con CCTV, sala de monitoreo con vigilancia permanente, atención primaria de salud; en cuanto a confort, cuenta con una entidad bancaria, espacios gastronómicos, truck center; y también cuenta con red de incendio (Norma NFPA), provisión segura de energía eléctrica (generadores propios) y comunicaciones garantizadas (redundancia en fibra óptica y telefonía IP).

### 3.1.6 NORMATIVA CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

El Código de Ordenamiento Urbano (C.O.U.), de la Ordenanza Municipal nro. 10495 de la ciudad de Concepción del Uruguay, establece en su artículo 2.2.4, que el terreno se encuentra categorizado como un Distrito Industrial; esto quiere decir, que el terreno pertenece a una zona destinada al agrupamiento de actividades manufactureras y de servicios que, por sus características, admiten ser localizadas en el ejido urbano.

Dentro de esta categorización, el terreno se define como tipo II, esto significa Industrial mixto, zona en la cual predomina la localización de actividades industriales y que, debido a diferentes cuestiones relacionadas a las particularidades que estas presentan, pueden coexistir con otros usos urbanos, incluyendo las viviendas.

Este tipo de categoría es en general resultado del proceso histórico, de crecimiento de la ciudad, el cual permitió el asentamiento de usos industriales en contextos residenciales, como así mismo, la localización de residencias en el entorno de zonas fabriles.

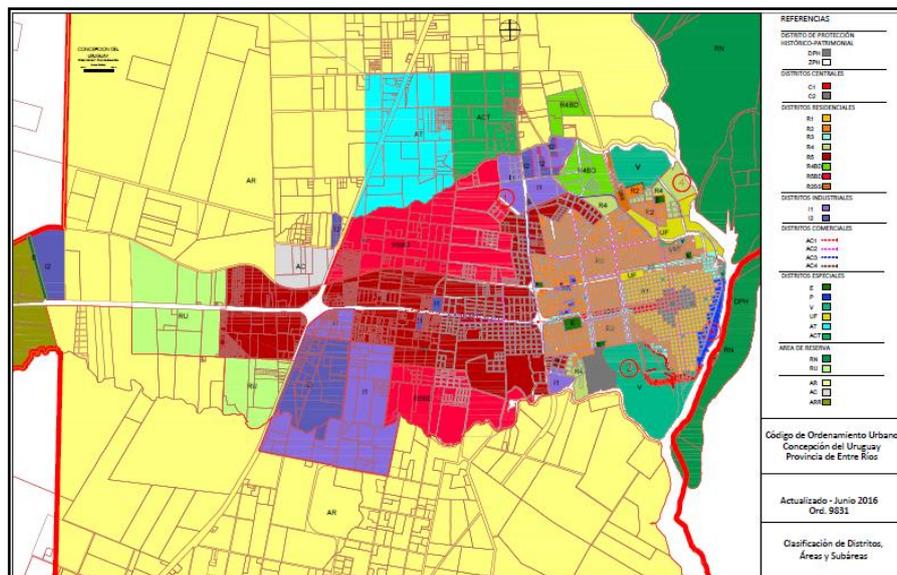


Figura 55. Plano de Ordenamiento Urbano de la ciudad de Concepción del Uruguay. Fuente: C.O.U.

Luego, en el capítulo V del Código de Ordenamiento urbano, se expresan las normas de intensidad de uso, siendo dos de ellas el FOS y el FOT.



El FOS (Factor de Ocupación del Suelo), marca la relación entre la superficie total del lote o terreno y la superficie ocupada por el edificio a construir al nivel del suelo; en cambio el FOT (Factor de Ocupación Total), marca la relación entre la superficie del lote y la superficie total del edificio.

Del cuadro nro. 3, se obtiene el correspondiente FOS y FOT para el terreno categorizado como R1, para el cual se tiene lo siguiente:

- F.O.S.: 0,6
- F.O.T.: 0,75
- Altura máxima: 1 ancho de calle

Retiros mínimos:

- Frente (m): 5
- Lateral: 3 en uno de los lados
- Fondo:  $l = 0,375 a * 1$

Siendo “l” la profundidad máxima construible, y “a” la profundidad de la manzana donde se emplaza el lote.

Parcelamiento mínimo:

- Frente (m): 17,32
- Sup. (m): 500

A continuación, se muestran los valores obtenidos para cada uno, calculados a partir del Código de Ordenamiento Urbano de la ciudad de Concepción del Uruguay.

F.O.S	0,6	46857,72 m <sup>2</sup>
F.O.T.	0,75	58572,15 m <sup>2</sup>
ALTURA MAXIMA	Ancho de calle	8 m

Tabla 1. F.O.T y F.O.S. Fuente: Propia.

FRENTE	5 m
LATERAL	3 m
FONDO	78,49 m

Tabla 2. Medidas según C.O.U. Fuente: Propia.

### 3.1.7 ESTADO ACTUAL

El terreno y las zonas aledañas fueron recorridas en su totalidad, para poder observar su estado actual, y detectar de esta forma, las distintas problemáticas que actualmente el mismo posee, así como también, para determinar aquellas que pudieran surgir a partir de la implementación del proyecto en cuestión.

Partiendo de los relevamientos efectuados, mediciones, observaciones, etc; se detectó que el terreno está en un estado actual de desuso; se encuentra cercado para evitar el ingreso de personas al mismo, y no posee ningún tipo de instalación o servicio, más allá del tendido eléctrico y alumbrado público, al igual que las zonas residenciales implantadas en las cercanías de este lugar.

Debido a que no se hace utilidad del espacio, éste se encuentra repleto de alta vegetación, denotando descuido y, por ende falta de mantenimiento en toda su extensión durante los últimos años.



Figura 56. Estado actual de terreno. Fuente: Propia.



Figura 57. Estado actual de terreno. Fuente: Propia.



Figura 58. Estado actual terreno. Fuente: Propia



Figura 59. Estado actual terreno. Fuente: Propia.

El predio se encuentra perfectamente delimitado por sus cuatro calles perimetrales. Estas no se encuentran pavimentadas, siendo al menos dos de ellas muy transitadas, debido a la localización del parque industrial, y también las que conducen hacia la zona residencial ubicada en la zona oeste al terreno.

### 3.1.8 ENCUESTAS

Para poder realizar un mejor estudio del proyecto, realizamos encuestas a diferentes empresas e industrias que consideramos, podrían hacer uso de un centro de transferencia de cargas, lo cual, no solo ordenaría significativamente el tránsito en la ciudad, sino que también optimizaría los servicios que brindan y facilitaría así sus operaciones.

A continuación, se enumeran las preguntas realizadas:

- 1- ¿Harían uso de un Centro de Transferencia de Cargas dispuesto para la ciudad? Si, haría más fluida la descarga y el posterior traslado a negocio.
- 2- De ser así, ¿con qué tipo de instalaciones debería contar el mismo? Playa de maniobras y depósito para guarda de mercaderías hasta que las mismas sean retiradas.



- 3- ¿Han tenido problemas relacionados a la carga y descarga de su mercadería? Pueden ser accidentes, reclamos, multas, demoras, etc. Sí. Es difícil que el camión que las transporta llegue a lugares como el centro o de alta afluencia de tráfico.
- 4- ¿Cuántos camiones reciben aproximadamente por día/semana? 6 camiones por día, 4 que dejan mercadería y 2 que retiran.
- 5- ¿En qué horarios los reciben? Desde la 5 de la mañana y el último retira a las 21:00.
- 6- ¿Cuántos operarios se requieren para la carga/descarga de mercadería o productos? Depende el producto, pero en promedio son entre 6 y 7 personas que realizan descargas y 2 para la carga. Ambos casos incluyen, además, las tareas de registros electrónicos de datos tanto sea para la recepción como para la expedición.
- 7- ¿Cuál es el tiempo de permanencia de los mismos aproximadamente? Para las descargas de 40 a 60 minutos, en tanto que, para las cargas 30 minutos aproximadamente.
- 8- ¿Es necesario el uso de un depósito? Si es así, ¿cuánta capacidad tiene que tener el mismo? (aproximadamente) Sí, es necesario contar con un espacio para depósito, ya que, en el caso de las descargas, por lo general los bultos quedan en guarda hasta su retiro o entrega final.  
En cuanto al espacio, dependerá del tipo de producto, incluso en caso de tratarse de alimentos deberá contar con espacios térmicos con control de temperatura
- 9- ¿Estarían dispuestos a pagar una comisión para hacer uso de un Centro de Transferencias? Sí, dado a que, al organizar los tiempos de transporte, carga, descarga y entrega de la mercadería, los costos del proceso se optimizarían, siendo así, más económicos.



### 3.1.9 CONCLUSIÓN

Como conclusión de este relevamiento particular realizado en base al terreno en cuestión, se puede concluir que el mismo posee un gran potencial para desarrollar un centro de transferencia de cargas destinado a la ciudad de Concepción del Uruguay, destacando su ubicación estratégica en el acceso de la misma, y su cercanía con las principales rutas que recorren la provincia de Entre Ríos.

Esto resolvería muchos problemas enumerados por los vecinos, los cuales fueron entrevistados también, y, mostraron su disconformidad en cuanto a la situación actual, teniendo en cuenta la gran problemática que afecta hoy en día a la ciudad y al resto de la población.

También es un punto para destacar, que hay muchas empresas en la ciudad que requieren de este tipo de servicio, y que estarían dispuestas a pagar una comisión para hacer uso del mismo, ya que, a la hora de analizar los costos y beneficios, es notoria la diferencia que lograrían, optimizando tiempos de carga/descarga y viajes.

## 3.2. RELEVAMIENTO HIDRÁULICO

En los siguientes apartados se desarrolló la información que resulta inherente a la problemática, la cual fue debidamente investigada, recopilada y organizada. Esta información oficio como punto de partida para la resolución del anteproyecto de ingeniería hidráulica.

### 3.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio se encuentra en el acceso a la ciudad de Concepción del Uruguay sobre Ruta Provincial N° 39 como se ilustra a continuación.

Coordenadas geográficas: 32°29'14.95" S 58°18'10.45" O. Elevación 25m.



Figura 60. Zona relevada, relevamiento hidráulico. Fuente: Propia.

### 3.2.2 ESTUDIO DE CAMPO

El estudio de campo se dividió en dos etapas. En una primera instancia se ha relevado la zona detectando fallas o faltantes en lo que es infraestructura hidráulica existente y en una segunda instancia se ha hecho un relevamiento topográfico para determinar las pendientes de las calles y las condiciones del terreno.

### 3.2.3 RELEVAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS DEL LUGAR

A través de diferentes visitas a la zona de estudio hemos realizado un relevamiento para detectar que tipo de infraestructura se encuentra y en qué condiciones.

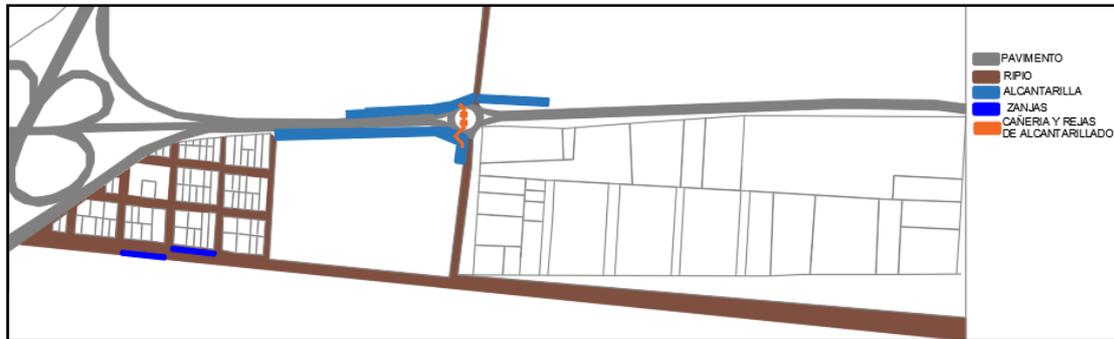


Figura 61. Planta de relevamiento de infraestructura de la zona. Fuente Propia.

### 3.2.4 ESTADO ACTUAL

#### Ruta Provincial N°39 y Ruta Provincial N°42

Actualmente el sistema de drenaje pluvial que abarca esta zona se encuentra definido por un tubo de hormigón de 1100mm de diámetro que atraviesa la rotonda de ingreso a la ciudad donde se encuentran dos rejillas de 1,10m x 1,30m conectadas entre sí, como se ve en la imagen.

Esta tubería tiene descarga sobre dos canales a cielo abierto los cuales se encuentra con falta de mantenimiento como podremos observar en las imágenes que continúan.

En uno de estos canales descarga también la tubería de hormigón de 400mm de diámetro que se encuentra sobre la ruta Provincial N° 42, el cual conecta con una alcantarilla de 40cm de ancho y 45 cm de profundidad, lo cual es un sistema muy limitado.

Por otro lado, tenemos el canal que atraviesa de manera perpendicular a la calle Ciudad de La Paz. Este canal se encuentra en mejores condiciones que el anterior pero aun así las mismas no son las óptimas. El mismo se compone por un sistema de alcantarillado de dos tubos de 1100 mm de diámetro que atraviesan la calle y descargan

a cielo abierto del otro lado. Esta descarga no tiene ningún tipo de limitación por lo tanto se genera acumulación de agua en todo el terreno cuando llueve.

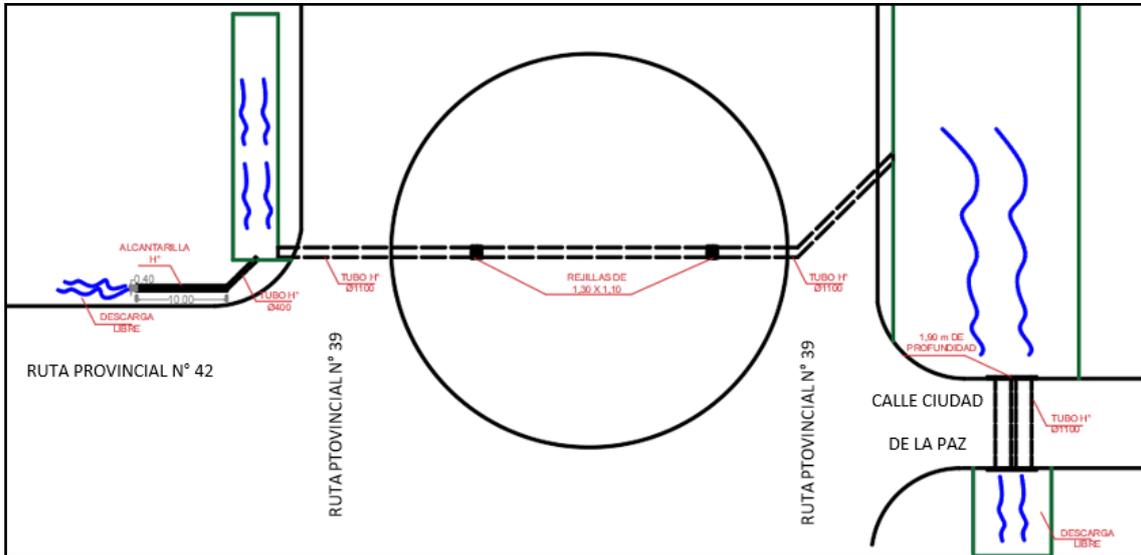


Figura 62. Cañería existente relevada. Fuente: Propia.

A continuación adjuntamos imágenes de cómo se encuentra actualmente este sistema pluvial.



Figura 63. A la izquierda caño de hormigón de 400mm sobre ruta 42; a la derecha alcantarilla sobre ruta 42. Fuente: Propia.



Figura 64. Caño de 1100 de hormigón intersección ruta 39 y ruta 42. Fuente: Propia.



Figura 65. Rejillas sobre rotonda. Fuente: Propia.



Figura 66. Alcantarillado doble con cañería de 1100mm y canal a cielo abierto. Fuente: Propia.



Figura 67. Alcantarillado y canal a cielo abierto intersección calle Ciudad de La Paz y Ruta Provincial N° 39. Fuente: Propia.

### Calle Pública 1165

En lo que respecta a la calle Publica 1165 la misma cuenta con zanjas realizadas por los mismos vecinos, las cuales funcionan muy bien para los que viven sobre las calles perpendiculares a la misma debido a que no tienen problemas de pendiente, pero para aquellos vecinos que viven sobre esta no son de gran ayuda debido a que esta calle, como veremos en los cortes transversales tienen caída hacia donde se encuentran los loteos.

Realizando algunas encuestas a los vecinos de la zona nos han informado sobre esto y nos han comentado que este problema surge debido a que han tapado de manera accidental la zanja que se encontraba allí y que permitía el escurrimiento del agua, además nos han comentado que cuando llueve las personas que viven sobre esta calle tienen problemas de entrada de agua a sus hogares. Adjuntamos imágenes de lo comentado.



Figura 68. A la izquierda zanja hecha por los vecinos sobre Calle Pública 1165. A la derecha zanja tapada con brosa impidiendo el escurrimiento del agua. Fuente: Propia.

En cuanto a los servicios de agua y cloaca ambos son inexistentes. Para investigar un poco del tema, nos hemos relacionado con gente que vive en la zona para conocer qué es lo que ellos tienen para abastecer estas necesidades, la respuesta fue que cuentan con pozo de agua salubre y pozo negro.

### 3.2.5 RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se llevó a cabo un relevamiento topográfico utilizando el nivel óptico con el fin de conocer las pendientes de las calles y hacia qué dirección se dirige el escurrimiento natural.

Adjuntamos imágenes en planta y perfiles de las calles niveladas, la información acerca de la medición, lecturas y demás se encuentran en el apartado anexos.

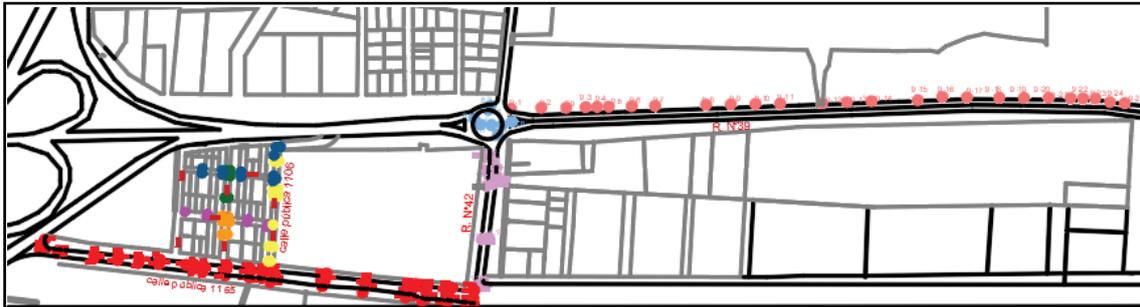


Figura 69. Relevamiento hidráulico. Fuente: Propia.

### Día 1 Y 2

En el primer y segundo día se ha relevado sobre Ruta Provincial N° 39 hasta la rotonda donde se encuentra el tótem de bienvenida de la ciudad de Concepción del Uruguay. El mismo se llevó a cabo a través de 5 cambios de estación debido a la gran extensión, abarcando una longitud de 860m aproximadamente.

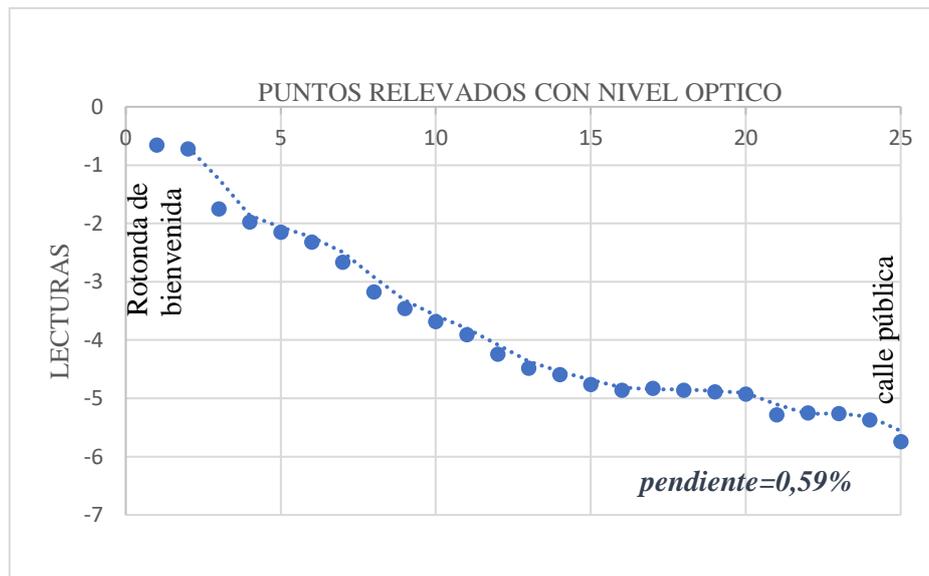


Gráfico 1. Perfil longitudinal Ruta Provincial N° 39. Fuente: Propia.

A continuación se adjuntan imágenes de lo que fue el día 1 y 2 de relevamiento.



Figura 70. A la izquierda Calle Pública donde se inició el relevamiento día 1. A la derecha nivelación sobre RPN°39 día 1. Fuente: Propia.



Figura 71. Nivelación sobre rotonda de bienvenida día dos. Fuente: Propia.



### Día 2 Y 3

Durante estos días se realizó la toma de niveles de la Ruta provincial N° 42 y la Calle Pública 1165.

El relevamiento comenzó sobre la Ruta Provincial N° 42 en la cual solo se necesitó de una estación para poder relevarla completa. Luego seguimos por la Calle Publica 1165 para la cual se necesitó de 4 cambios de estación para poder cubrir la longitud relevada debido a sus diferencias de niveles.

Los respectivos perfiles son los siguientes:

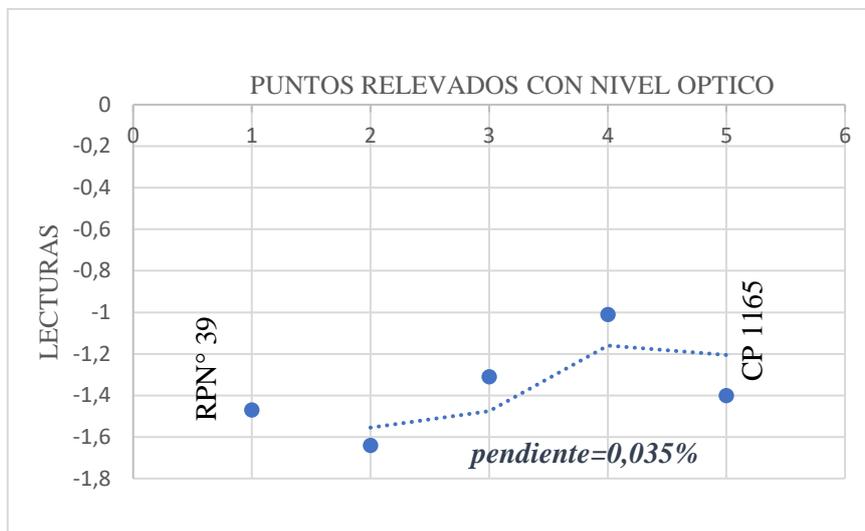


Gráfico 2. Perfil longitudinal Ruta Provincial N° 42. Fuente: Propia.

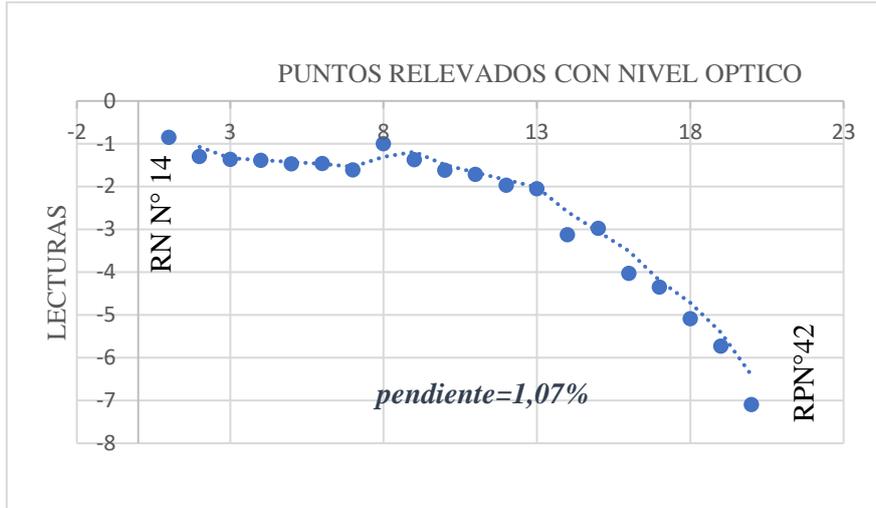


Gráfico 3. Perfil longitudinal Calle Pública 1165. Fuente: Propia.

A continuación se presentan imágenes del relevamiento realizado.



Figura 72. Nivelación sobre ruta Provincial n° 42. Fuente: Propia.



Figura 73. Relevamiento sobre calle publica 1165. Fuente: Propia.

### Día 4 y 5

Durante estos días se comenzó el relevamiento de las calles públicas 1104, 1106, 1169 y 1167.

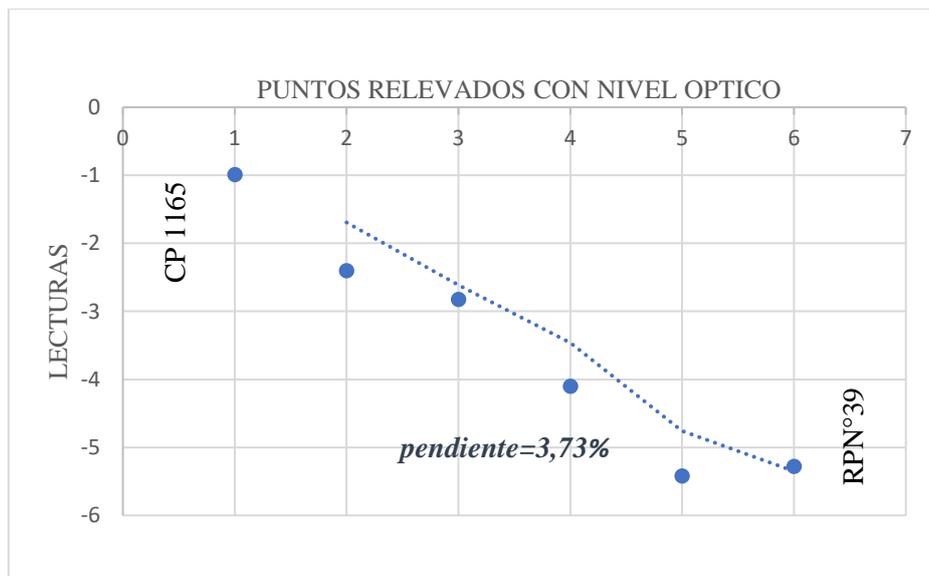


Gráfico 4. . Perfil longitudinal Calle Pública 1104. Fuente: Propia.

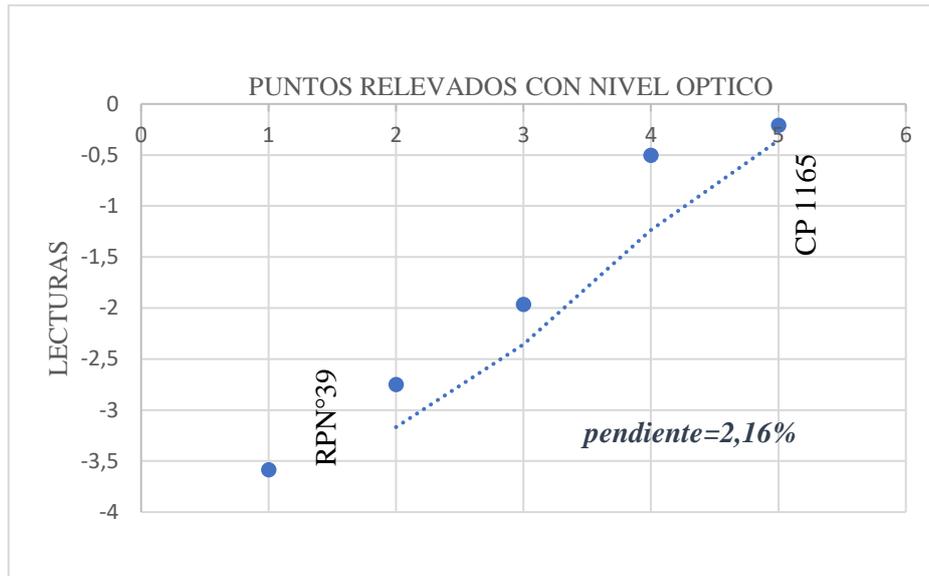


Gráfico 5. Perfil longitudinal Calle Pública 1106. Fuente: Propia.

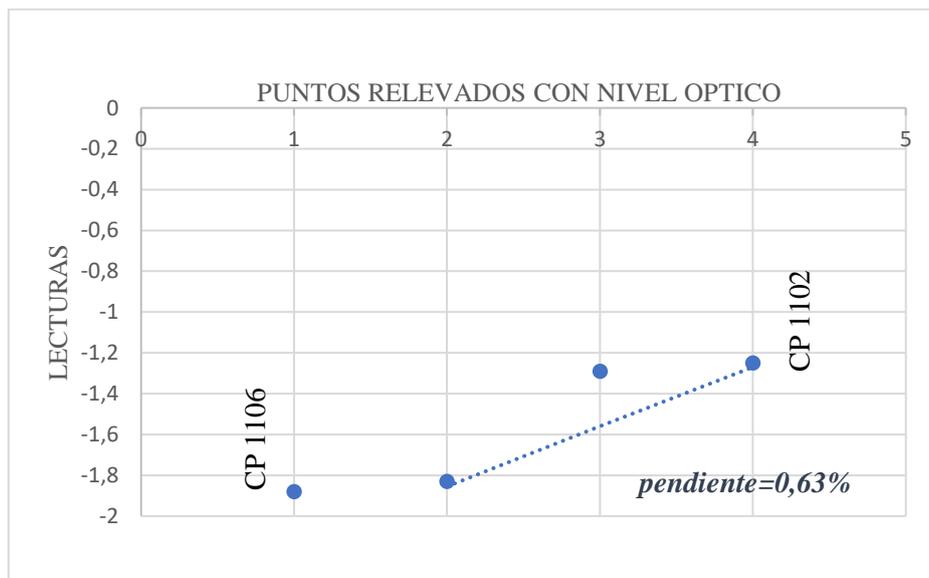


Gráfico 6. Perfil longitudinal Calle Pública 1169. Fuente: Propia.

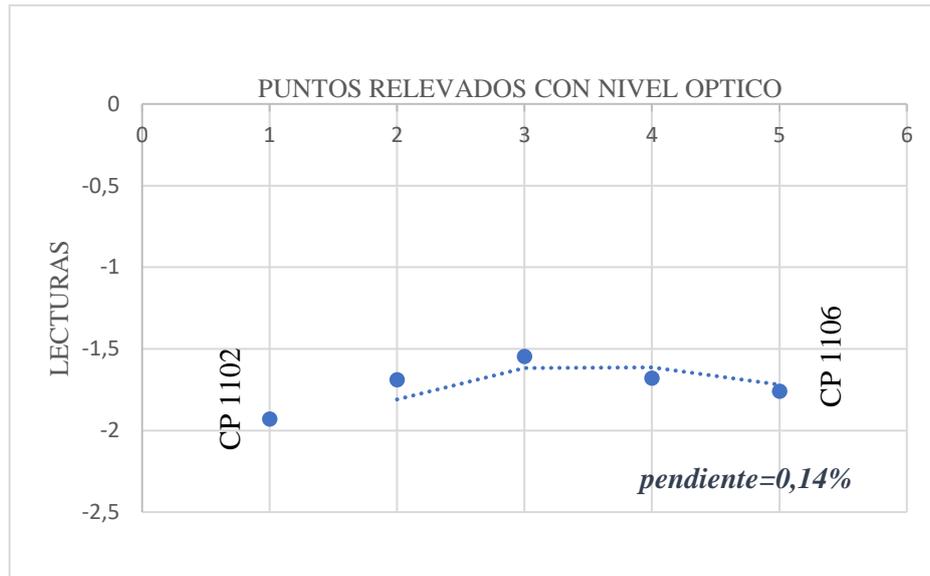


Gráfico 7. Perfil longitudinal Calle Pública 1167. Fuente: Propia.



Figura 74. A la izquierda relevamiento sobre Calle Pública 1106. A la derecha relevamiento sobre Calle Pública 1102. Fuente: Propia.



Figura 75. A la izquierda relevamiento sobre Calle Pública 1169. A la derecha relevamiento sobre Calle Pública 1167. Fuente: Propia.

Con este relevamiento pudimos determinar las pendientes de cada calle para conocer hacia donde escurre el agua.

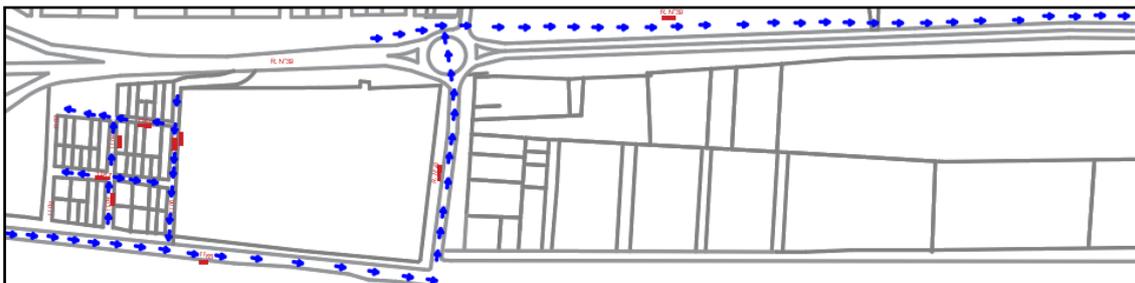


Figura 76. Sentido del escurrimiento sobre calles relevadas. Fuente: Propia.

Cuadro resumen de datos.

CALLE	LONGITUD (m)	PENDIENTE
RP 39	860	0,591%
RP 42	200	0,035%
CP 1165	545	1,068%
CP 1106	156	2,163%
CP 1104	115	3,733%
CP 1169	100	0,630%
CP 1167	120	0,142%

Tabla 3. Resumen de pendientes. Fuente: Propia.

### 3.2.6 DEFINICIÓN DE CUENCAS Y SUB CUENCAS

Debido a que no tenemos registros de estudios previos de la conformación de cuencas de la zona, hemos realizado un trabajo estimativo con el fin de tener una base de datos para nuestro proyecto. De esta manera a partir de curvas de nivel generadas en Google Earth y vinculándolas al Software Civil 3D hemos obtenido una superficie en cual realizamos un estudio de las distintas cuencas y sus datos geométricos para poder tener un parámetro a la hora de iniciar los estudios.

A continuación se adjunta imagen donde podemos ver las cuencas definidas que actúan sobre la zona.

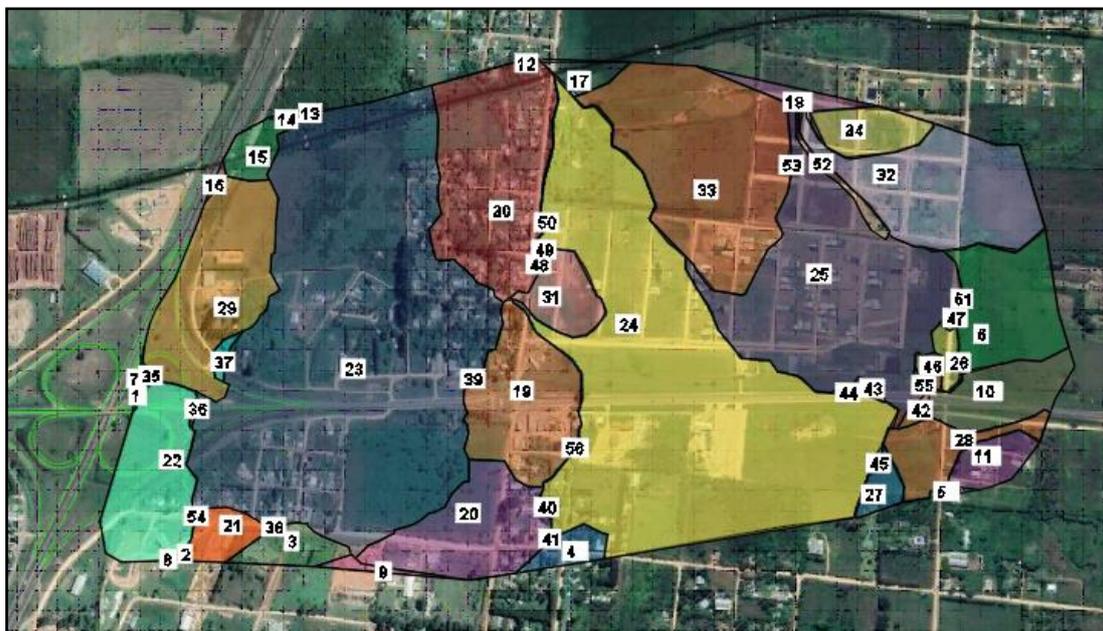


Figura 77. Cuencas de aporte sobre zona relevada. Fuente: Propia.



La información correspondiente a cada cuenta se encuentra en los anexos.

### 3.2.7 CONCLUSIÓN

A través de este relevamiento podemos detectar un barrio que carece de servicios básicos como son agua y cloaca, teniendo cada lote un pozo de agua salubre el cual no es beneficioso para la salud y un pozo negro el cual no cumple con las condiciones adecuadas. Es algo que se debería de resolver ya que la ciudad se está expandiendo y la red trazada debería de acompañar este crecimiento.

Además de esto y a través de las diferentes encuestas realizadas a los vecinos, se puede afirmar que el sistema de drenaje pluvial no es el correcto, ya que este no se encuentra en buenas condiciones y además le hace falta mantenimiento y delimitación.

En lo que respecta a la ruta provincial 42, no cuenta con un sistema correcto de alcantarillado el cual cada vez que llueve y debido a la calle de ripio se juntan escombros, ramas y demás que tapan este sistema desbordando y no cumpliendo su función.

Tanto en la calle pública 1165 como en las calles publicas paralelas a la misma, pasa exactamente lo mismo. No se cumplen correctamente las condiciones de drenaje pluvial debido a su casi inexistencia.

## 3.3. RELEVAMIENTO VIAL

En este relevamiento se presenta el estado actual de vías de acceso a Concepción del Uruguay, las del sector Sur-Oeste y Noroeste de la ciudad de Concepción del Uruguay, lanzando los resultados de aforos de tránsito, y, analizando el flujo vehicular.

### 3.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Concepción del Uruguay posee dos accesos diferenciados. En lo que refiere al tránsito pesado, gran parte del mismo ingresa a la localidad por Bv. Ricardo Balbín a través de la Ruta Nacional N°14.

En el sector Sur-Oeste de la Ciudad se encuentra el segundo acceso, ingresando por la Ruta Provincial N°39, quien deriva luego en calle J.J. Bruno.

A continuación, se ilustra ambos accesos y coordenadas en donde se ubica la intersección de la RP N°39 y RN N°14.

Latitud:  $-32^{\circ}29'12.5''$  S

Longitud:  $-58^{\circ}18'34.4''$  O



Figura 78. Ubicación accesos a Concepción del Uruguay. Fuente: Google Earth. Editado por los auditores.

La Ruta provincial N° 39 es la arteria principal de acceso a Concepción del Uruguay; la misma se conecta con la calle J.J. Bruno, la cual deriva luego, al Boulevard Sansoni, y éste a la calle principal “9 de Julio”, en dirección al centro de la ciudad.

En zonas aledañas a la calle principal de la ciudad, se ubican diferentes comercios, como: supermercados, casa de electrodomésticos, corralones, kioscos, etc. La problemática que generó este crecimiento industrial yace en que el mismo, no fue acompañado por la correcta planificación estatal con respecto al pavimento, ya que, vehículos de carga pesada circulan por calles céntricas de la ciudad para llegar a destino y distribuir mercadería. Esto genera deterioro del pavimento de calles céntricas, las cuales se proyectaron para un peso de vehículos menor al de los camiones, como también se diseñó un ancho de calzada particular para éste fin.



Frente al Parque industrial de Concepción del Uruguay, entre calle Pública 1165 y RP N°39, se ubica un loteo residencial, el cual posee calles internas fuera de mantenimiento.



Figura 79. Loteo ubicado entre Calle Pública 1165 y RP N°39 en la localidad de Concepción del Uruguay.

### 3.3.2 ESTADO ACTUAL

El acceso principal se ubica hacia el Sur-Oeste de la ciudad de Concepción del Uruguay. En este se encuentra una rotonda con el tótem de bienvenida, la cual desvía el tránsito hacia la Ruta Provincial N° 42, calle C. Cdad. De la Paz y Ruta Provincial N° 39.



Figura 80. Acceso Sur-Oeste a la ciudad de Concepción del Uruguay. Fuente: Google Earth. Editado por los auditores.



Figura 81. Acceso Sur-Oeste a la ciudad de Concepción del Uruguay, rotonda. Fuente: MKdrone.

Ruta Provincial N°39: La estructura de la RP N°39 está conformada por dos trochas indivisas, pavimentada con mezcla asfáltica. La misma posee iluminación, ya que



a 1km aproximadamente del acceso de Concepción del Uruguay, se encuentra el Rulo de la ciudad. Posee banquetas en mal estado, sin pavimentar.

En este tramo se encuentra un semáforo fuera de servicio, una señalización de velocidad y otra de información.

En enero del año 2009 se realizó la rehabilitación de la RP N°39, acceso a Concepción del Uruguay. Esta repavimentación incluía obras de señalización, cruces e iluminación.

Según la fuente de Dirección Provincial de Vialidad de Entre Ríos, la Ruta Provincial N°39 se encuentra con un TMDA entre 2000-4000 veh/hora.



Figura 82. Estado RP N° 39, desde Rulo hasta el acceso a Concepción del Uruguay. Fuente: Google maps.

Este trazado presenta una serie de problemáticas, una de ellas es el mal estado de los guardarraíl; esto surge a causa de la falta de espacio para realizar la maniobra adecuada en la rotonda. En algunos tramos el guardarraíl es inexistente.

En la rotonda de acceso, algunos tramos del cordón cuneta se encuentran dañados. Esta problemática la originan los vehículos de gran porte, ya que el radio de giro de la rotonda es muy pequeño para que, vehículos como estos, puedan doblar sin abarcar la zona del cordón.



Figura 83. Guardarraíl en mal estado, sobre calle RP N°39. Fuente: Propia.



Figura 84. Guardarraíl en mal estado. Zona estación de servicio. Fuente: Propia.



Figura 85. Parte del cordón cuneta y terreno dañado. Fuente: Propia.



Figura 86. Canal a cielo abierto en RP N°39. Fuente: Propia.

Se ilustra imágenes de vehículos de gran porte realizando diferentes maniobras sobre RP N°39.



Figura 87. Vehículos de gran porte ingresando a la ciudad de Concepción del Uruguay. Fuente: Propia.



Figura 88. Vehículo de gran porte ingresando a la ciudad de Concepción del Uruguay. Fuente: Propia.



Figura 89. Vehículo de gran obstruyendo el paso. Fuente: Propia.

Ruta Provincial N°42: Ésta, vincula la ciudad de Concepción del Uruguay de Galeguaychú. Se trata de una traza sin pavimentar, fuera de mantenimiento y sin banquetas delimitadas.



Figura 90. Estado de RP N°42. Fuente: Google maps.

Calle “C. Cdad. de La Paz”: Vincula el acceso de Concepción del Uruguay con diversos loteos de la zona. Es un camino sin pavimentar, sin señalizaciones ni iluminación.

Calles internas en Loteo ubicado entre Calle Pública 1165 y RP N°39: Las calles internas de este Loteo son de ripio; las mismas se encuentran fuera de mantenimiento, tapadas de pastizal, con un trazado poco definido.



Figura 91. A la izquierda Calle interna de Loteo ubicado entre continuación de Calle Pública 1165 y RP N°39. A la derecha Calle interna de Loteo ubicado entre calle Pública 1165 y RP N°39. Fuente: Propia.

Calle Pública N°1106: Se trata de una calle de ripio, la cual se conecta con las calles internas del loteo aldaño y a través de una gran curva intersecta con la RP N°39.

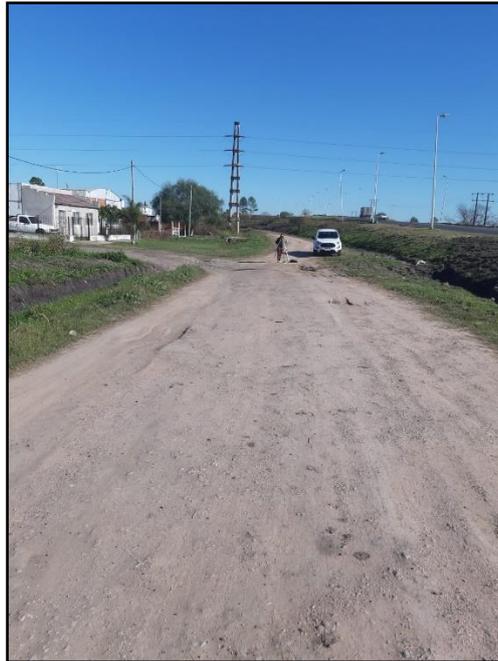


Figura 92. Calle Pública N°1106, Concepción del Uruguay. Fuente: Propia.

Calle Pública N°1165: Se trata de un camino de ripio, con badenes. Por éste, circulan mayormente vehículos pesados ya que en el límite de la misma se encuentra servicios como Arenera Don Antonio e YPF gas.



Figura 93. A la izquierda Calle pública 1165 limitando con RP N°42. A la derecha Calle Pública N°1165, limitando con RP N°42.

Fuente: Propia.



Bv. Ricardo Balbín: Camino de dos carriles, con señalización de velocidad debido a la presencia de establecimientos educativos cercanos a la vía. Este Bv. Se vincula con otras vías urbanas.

El segundo acceso a Concepción del Uruguay nace en la intersección de la Ruta Nacional N°14 y el Bv. Ricardo Balbín, siendo la última, la que deriva el tránsito al puerto de la localidad.

### 3.3.3 PLANIMETRÍA

La planialtimetría tiene por objeto el conocimiento de la morfología del terreno, a través de la determinación simultánea de las posiciones en planta y la altura de los puntos que interesen a tal fin. El resultado de cualquier tipo de levantamiento planialtimétrico es en definitiva la posición de los puntos que conforman la superficie del terreno en sus tres dimensiones. En todos los casos estas posiciones de los puntos pueden expresarse por medio de sus tres coordenadas (X, Y, Z).

Ante la falta de información de estudios plan altimétricos en la zona de trabajo, se realizó una medición en campo con nivel óptico del perfil altimétrico de RN N°39 y RN N°42. Los datos obtenidos se ilustran y detallan en el Relevamiento hidráulico.

### 3.3.4 ESTIMACIÓN DEL TRÁNSITO DEBIDO A LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Se realizó un análisis de los diversos mercados situados en la ciudad de Concepción del Uruguay, siendo los mismos, el tránsito pesado inmediato que se genera en el acceso que vincula las Ruta Provincial N°39, la Ruta Nacional N°14 y la Ruta Provincial N°42 con el centro de la ciudad.

La información fue recopilada de diferentes fuentes a fin de establecer la tipología y el volumen de vehículos que circulan por las vías citadas anteriormente.

#### Arenera y Hormigonera Don Antonio

La arenera- Hormigonera Don Antonio se encuentra dentro del Parque industrial de Concepción del Uruguay, cercano a su perímetro. La misma se encarga de transportar hormigón y áridos a diferentes clientes.



Realizando una visita al lugar, se reunió información acerca de la cantidad de camiones que salen de la planta por día para ingresar, por RPN°42, a la ciudad.

Se presenta una tabla con la información recopilada.

HORIZONERA Y ARENERA DON ANTONIO				
CAMIONES	DIA SEMANAL	SABADO	SEMANA	MES
Aridos	13	13	78	312
Hormigón	39	15	210	840
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>28</b>	<b>288</b>	<b>1152</b>

Tabla 4. Flujo diario, semanal y mensual de camiones hormigoneros y transporte de áridos de Don Antonio, en la localidad de Concepción del Uruguay. Fuente: Propia.

En total egresan de la planta y circulan por la RP N°42 1152 camiones por mes. Este dato se obtuvo teniendo en cuenta los días de mayor y menor producción de Hormigón, siendo los mismos de 30 y 48 camiones por día respectivamente.

#### Estación de servicio Golf:

Esta estación de servicio se ubica en la intersección entre la RP N°39 y RP N°42, frente a la rotonda del acceso a Concepción del Uruguay. A través de varias visitas al lugar, se obtuvo información acerca de la cantidad promedio de vehículos que ingresaban por mes, a cargar combustible, siendo la misma de 35000 veh/mes. Este promedio de vehículo está conformado tanto por livianos como pesados.

Por otro lado, la estación de servicio recibe un camión de abastecimiento de combustible por día, por lo que llegan a la estación, en promedio, 30 camiones de abastecimiento de diferentes combustibles por mes.

#### Terminal de Ómnibus de Concepción del Uruguay

Esta tiene gran importancia, ya que se realizan viajes a diferentes destinos desde la localidad. A través de diversas fuentes, se obtuvo información acerca del caudal de colectivos de larga distancia que ingresan y egresan a la ciudad.

A continuación, se presenta una tabla con los buses diarios que circulan por la vía, con destino a localidades de Entre Ríos y Buenos Aires.



BUSES		
ORIGEN	DESTINO	BUSES DIARIOS
Concepción del Uruguay	Buenos Aires	20
	Galeguaychú	4
	Colón	16
	San Jose	14
	Basavilbaso	5
	Villa Elisa	8
	Concordia	6
	Paraná	5
	Rosario del Tala	5
	Rosario	2
TOTAL		85

Tabla 5. Flujo diario de colectivos en la ciudad de Concepción del Uruguay. Fuente: Propia.

### 3.3.5 ENCUESTAS

A fin de obtener más información acerca de las vías en la zona de estudio, se realizaron una serie de encuestas a vecinos aledaños a lugar de trabajo.

Las encuestas hacían referencia al estado de las calles y los accidentes que se ocasionan, a causa de ello.

Vecinos con domicilio sobre la RP N°42 respondieron que la mayoría de los accidentes viales se producen entre vehículos livianos, debido a la poca iluminación, la cual es aportada por los vecinos. El punto de accidente más frecuente es la rotonda, por su falta de señalización y limitadores de velocidad.

Los vecinos del barrio “Colonia Perfección Sur” ante estos inconvenientes, presentaron diversas notas a la Municipalidad, a fin de solicitar el riego y limitadores de velocidad en la Ruta Provincial N°42, ya que ésta se encuentra con alto tránsito de camiones, que circulan a gran velocidad generando polvareda constante. Se ilustran las notas en el Anexo.

### 3.3.6 ACCIDENTES

Según lo relevado y las encuestas realizadas, se dejó en manifiesto los diferentes accidentes que se generan en el acceso SO de la ciudad de Concepción del Uruguay. A continuación, se ilustran accidentes ocurridos en la zona de estudio.

## “Una rotonda peligrosa: Se despistó un auto en el acceso a Concepción del Uruguay”

Un nuevo despiste se registró en la rotonda de ruta Provincial 39 y 42, frente a la estación de servicio ubicada en el acceso a Concepción del Uruguay, lugar donde ya hubo otros siniestros similares.

El hecho ocurrió alrededor de las 6:30, donde acudió personal de la Comisaría Cuarta, alertado del siniestro.



Figura 94. . Noticia 03442. "Una rotonda peligrosa: Se despistó un auto en el acceso a Concepción del Uruguay: Una rotonda peligrosa: Se despistó un auto en el acceso a Concepción del Uruguay". Fuente: 03442.com.ar

## “Choque en inmediaciones del INTA y caos en la ruta 39”

Como sucede cada domingo en las últimas horas de la tarde, más aun si el día se presta, el tránsito sobre la ruta Provincial 39 desde Concepción del Uruguay a Caseros, se ve notoriamente incrementado.

Esto conlleva a los riesgos de accidentes, sobre todo si tenemos en cuenta la mala señalización, estado de la calzada y algunos apurados a la hora del regreso a casa.

Lamentablemente este domingo no fue muy distinto y en la tarde-noche, se registró un siniestro vial a la altura del INTA, en el cual se vieron involucrados dos vehículos particulares.



Figura 95. . Noticia 03442. “Choque en inmediaciones del INTA y caos en la ruta 39”. Fuente: 03442.com.ar

### 3.3.7 FLUJO VEHICULAR

Ante la falta de registro de información sobre flujos de tránsito en la localidad, se realiza el conteo vehicular para evaluar la cantidad de vehículos, horas pico y porte que circulan por las vías aforadas.

La toma de datos se situó en un punto estratégico, el cual da visión a las 4 vías que deriva la rotonda del acceso principal de Concepción del Uruguay y calles aledañas, las cuales son:

- Ruta Provincial N°39 en dirección Sur-Oeste
- Ruta Provincial N°39 en dirección Sur-Este
- Ruta Provincial N° 42
- Calle “C. Cdad. de la Paz
- Calle Pública N°1165
- Calle Pública N°1106

Se aforo en horas pico de la mañana y tarde, un día del fin de semana y dos días de la semana para luego comparar el flujo vehicular.



Se decidió realizar el conteo de las 4 vías en conjunto, sin discriminar cada una de ellas; ya que ante la presencia de la rotonda, los vehículos circulan por ella para desviarse hacia la calle interna C.Cdad, de la Paz y la Ruta Provincial N°42.

Al ser un sector de acceso a la ciudad, hay una continua circulación de vehículos, tanto livianos como de gran porte. Los últimos transportan madera, broza, hormigón, mercadería, etc. Dentro de los vehículos livianos se encuentran bicicletas, motocicletas y automóviles.

A partir del aforo realizado, se obtiene el volumen de vehículos que circula en la vía durante un intervalo de tiempo, su variación y su composición.

A continuación, se presentan las tablas y gráficos con los datos obtenidos en el aforo realizado.

Sabado 14 de mayo de 2022			
Hora	9:30-10	10-11	11-11:30
Bicicletas	0	1	0
Motocicletas	13	39	22
Automóviles	117	422	315
Camionetas	37	191	125
Trafic	6	14	6
Camiones	23	68	46
Colectivos	0	1	5
Automóviles con remolque	2	6	3
Maquinas	0	0	1
<b>Total</b>	<b>198</b>	<b>742</b>	<b>523</b>

Tabla 6. Flujo horario de tránsito en acceso principal a Concepción del Uruguay, intersección RP N°39, RP N°42 y calle "C. Cdad. de La Paz". Día 14/05/2022. Fuente: Propia.



Gráfico 8. Evolución del tránsito, día 14/05/2022. Fuente: Propia.

### Jueves 19 de mayo de 2022

Hora	15-16	16-17
Bicicletas	15	2
Motocicletas	61	125
Automóviles	350	323
Camionetas	284	496
Trafic	17	17
Camiones	90	88
Colectivos	8	4
Automóviles con remolque	10	4
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>835</b>	<b>1059</b>

Tabla 7. Flujo horario de tránsito en acceso principal a Concepción del Uruguay, intersección RP N°39, RP N°42 y calle "C. Cdad. de La Paz". Día 19/05/2022. Fuente: Propia.



Gráfico 9. Evolución del tránsito, día 19/05/2022. Fuente: Propia.

### Viernes 20 de mayo de 2022

Hora	10-11	11-12
Bicicletas	5	0
Motocicletas	35	47
Automóviles	305	273
Camionetas	289	311
Trafic	30	18
Camiones	151	138
Colectivos	6	3
Automóviles con remolque	3	4
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>824</b>	<b>794</b>

Tabla 8. Flujo horario de tránsito en acceso principal a Concepción del Uruguay, intersección RP N°39, RP N°42 y calle "C. Cdad. de La Paz". Día 20/05/2022. Fuente: Propia.



Gráfico 10. Evolución del tránsito, día 20/05/2022. Fuente: Propia.

Como se puede observar, el flujo de tránsito es mayor los días de semana, los picos más altos suceden por la mañana (entre las 10:00hs y las 11:00hs) y al atardecer (entre las 16:00hs y 17:00hs).

Debido al alcance de este Anteproyecto, se decide realizar el conteo vehicular en el segundo acceso a Concepción del Uruguay, sobre Bv. Ricardo Balbín; para comparar el flujo de tránsito de la vía, con respecto al del acceso a la ciudad por RP N°39.

Se hace la comparativa a fin de obtener información acerca de cuál de los dos accesos a la ciudad es el más transitado por vehículos pesados, destinados a distribuir mercadería.



Viernes 27 de mayo de 2022		
Hora	14:30-15:30	15:30-16:30
Bicicletas	3	3
Motocicletas	39	33
Automóviles	192	222
Camionetas	84	93
Trafic	13	4
Camiones	38	25
Colectivos	2	2
Automóviles con remolque	1	3
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>372</b>	<b>385</b>

Tabla 9. Flujo horario de tránsito en acceso a Concepción del Uruguay, sobre Bv. Ricardo Balbín. Día 27/05/2022. Fuente: Propia.



Gráfico 11. Evolución del tránsito, día 27/05/2022. Fuente: Propia.

Sabado 28 de mayo de 2022		
Hora	8:30-9:30	9:30-10:30
Bicicletas	4	1
Motocicletas	19	25
Automóviles	170	189
Camionetas	60	43
Trafic	9	3
Camiones	30	18
Colectivos	2	0
Automóviles con remolque	1	0
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>295</b>	<b>279</b>

Tabla 10. Flujo horario de tránsito en acceso a Concepción del Uruguay, sobre Bv. Ricardo Balbín. Día 28/05/2022. Fuente: Propia.

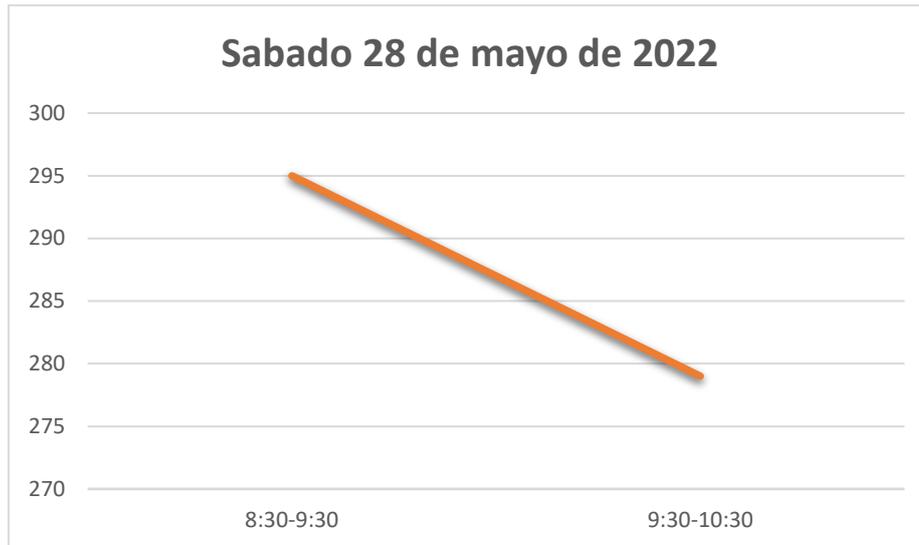


Gráfico 12. Evolución del tránsito, día 28/05/2022. Fuente: Propia.

Miercoles 1 de junio de 2022		
Hora	10-11	11-12
Bicicletas	3	3
Motocicletas	42	33
Automóviles	264	229
Camionetas	83	97
Trafic	10	5
Camiones	55	37
Colectivos	3	1
Automóviles con remolque	4	2
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>464</b>	<b>407</b>

Tabla 11. Flujo horario de tránsito en acceso a Concepción del Uruguay, sobre Bv. Ricardo Balbín. Día 01/06/2022. Fuente: Propia.



Gráfico 13. Evolución del tránsito, día 01/06/2022. Fuente: Propia.



Según los resultados obtenidos, se observa que los días de semanas hay mayor flujo de vehículo en el acceso Norte-Oeste de la ciudad, por Bv. Ricardo Balbín; siendo a la mañana y a la tarde las horas picos del tránsito.

Por último, se procede con el conteo vehicular en la Calle Pública N°1165 y calles pertenecientes al Loteo residencial, para poder calcular el TMDA.

Sabado 4 de junio de 2022		
Hora	9-10	10-11
Bicicletas	0	0
Motocicletas	1	1
Automóviles	2	4
Camionetas	0	0
Trafic	0	0
Camiones	18	15
Colectivos	0	0
Automóviles con remolque	0	0
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>20</b>

Tabla 12. Flujo horario de tránsito en acceso a Concepción del Uruguay, sobre calle Pública N°1165, Día 04/06/2022. Fuente: Propia.

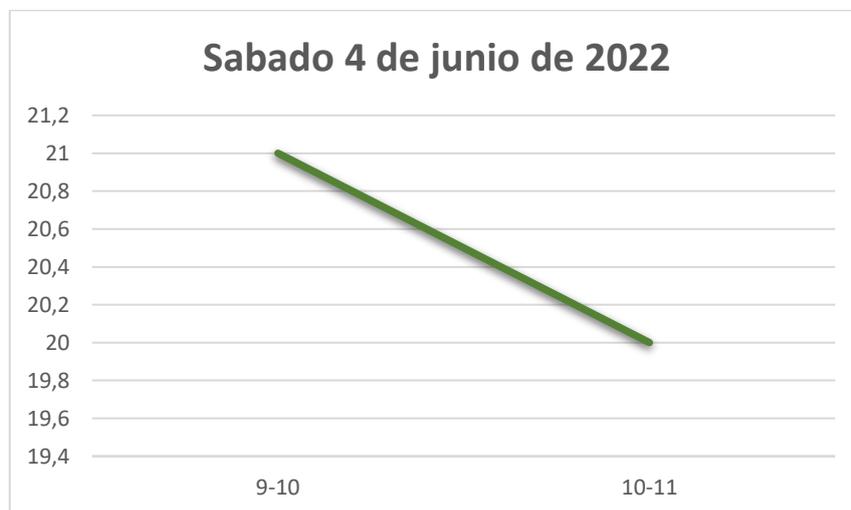


Gráfico 14. Evolución del tránsito, día 04/06/2022. Fuente: Propia.



Lunes 6 de junio de 2022		
Hora	8-9	9-10
Bicicletas	0	2
Motocicletas	3	1
Automóviles	5	1
Camionetas	0	0
Trafic	0	0
Camiones	30	28
Colectivos	0	0
Automóviles con remolque	0	0
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>32</b>

Tabla 13. Flujo horario de tránsito en acceso a Concepción del Uruguay, sobre calle Pública N°1165, Día 06/06/2022. Fuente: Propia.

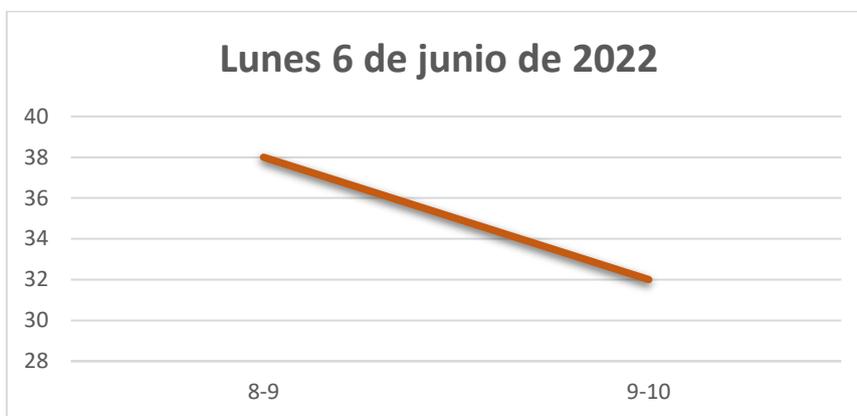


Gráfico 15. Evolución del tránsito, día 06/06/2022. Fuente: Propia.

Jueves 16 de junio de 2022		
Hora	13-16	16-17
Bicicletas	1	0
Motocicletas	0	2
Automóviles	4	1
Camionetas	0	0
Trafic	0	0
Camiones	35	26
Colectivos	0	0
Automóviles con remolque	0	0
Maquinas	0	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>29</b>

Tabla 14. Flujo horario de tránsito en acceso a Concepción del Uruguay, sobre calle Pública N°1165, Día 16/06/2022. Fuente: Propia.



Gráfico 16. Evolución del tránsito, día 16/06/2022. Fuente: Propia.

Se observa que los días de semanas hay mayor flujo de vehículo en la calle Pública N°1165, dándose la hora pico de tránsito a la mañana.

### 3.3.8 TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL

El Tránsito Medio Diaria Anual (TMDA) el número promedio anual de vehículos, que circulan durante 24 horas consecutivas, a través del punto de una sección de camino determinada. Este valor se emplea principalmente para poder clasificar a la vía, así como posteriormente ser usado para establecer las características estructurales.

En general, el TMDA se calcula como el tránsito total anual dividido por 365, por lo que es necesario disponer del número total de vehículos que pasan durante todo el año por el punto de referencia. Debido a que este proyecto es realizado con fines académicos, no es factible realizar un relevamiento vehicular tan prolongado. Dada esta situación, se optó por emplear un método que permitiera estimar dicho valor a partir de un número limitado de conteos durante determinadas horas y días de una semana.

Debido a que no se cuenta con factores para determinar el número total de vehículos que circulan durante todo un año por el punto aforado (acceso a Concepción del Uruguay, por RP N°39), se realizó un análisis con los datos obtenidos.

Considerando que, en los horarios donde no se realizaron los conteos, el flujo decrece con respecto a las horas aforadas, se tomó como criterio, aumentar un 30% el total de vehículos aforados en el día para tener en cuenta aquellos volúmenes no medidos.



Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Sabado 14 de mayo de 2022	9:30-10	198	1902
	10-11	742	
	11-11:30	523	
Jueves 19 de mayo de 2022	15-16	835	2462
	16-17	1059	
Viernes 20 de mayo de 2022	10-11	824	2103
	11-12	794	

Tabla 15. Estimación del Transito Medio Diario para el punto aforado (Acceso Sur-Oeste de Concepción del Uruguay, por RP N°39). Fuente: Propia.

Para estimar el tránsito medio diario de los días en los que no se realizaron conteos, se calcula la diferencia, en porcentaje, de los valores entre la muestra de los días jueves y viernes. Como el resultado es aproximadamente 15%, se considera que el tránsito correspondiente al día miércoles es 15% menos al del día jueves.

Para el día lunes, por ser comienzo de semana, tomamos la misma cantidad de vehículos del día viernes, ya que es el día con mayor flujo de tránsito aforado.

Para los días del fin de semana se realiza de igual manera, comparando los días viernes y sábado aforados. La diferencia entre ambos días es de aproximadamente 10%, por lo que el tránsito correspondiente al día domingo será un 10% menos al del día sábado.

Para el día martes, procedemos de igual manera, siendo la diferencia entre los días lunes y miércoles de aproximadamente 1%, por lo que el día martes tendrá un flujo de tránsito 1% menor al del día lunes.

El tránsito medio diario de cada día de la semana, se presentan en la siguiente tabla.



Día	TMD (veh/hora)
Lunes	2103
Martes	2082
Miércoles	2093
Jueves	2462
Viernes	2103
Sábado	1902
Domingo	1712

Tabla 16. Estimación del Tránsito Medio Diario Semanal Acceso SO. Fuente: Propia.

Con los datos obtenidos anteriormente, procedemos a calcular el TMDA. Para ello se hace una sumatoria del tránsito que circula en una semana y se multiplica por la cantidad de semanas que tiene el año (52), para luego dividirlo por los días del año (365), y así obtener el tránsito medio diario anual del punto aforado.

Día	TMD (veh/hora)	TMDA /veh/día
Lunes	2103	2060
Martes	2082	
Miercoles	2093	
Jueves	2462	
Viernes	2103	
Sábado	1902	
Domingo	1712	

Tabla 17. Estimación del Tránsito Medio Diario Anual Acceso SO. Fuente: Propia.

Por otro lado, para comparar el flujo de tránsito en ambos accesos, se calcula el TMDA con los datos obtenidos en el conteo realizado sobre el Bv. Ricardo Balbín.

Para el mismo se utiliza el mismo criterio con el que fue calculado el TMDA del acceso Sur-Oeste de la ciudad.



Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Viernes 27 de mayo de 2022	14:30-15:30	372	984
	15:30-16:30	385	
Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Sabado 28 de mayo de 2022	8:30-9:30	295	746
	9:30-10:30	279	
Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Miercoles 1 de junio de 2022	10-11	464	1132
	11-12	407	

Tabla 18. Estimación del Transito Medio Diario para el punto aforado (Acceso Norte-Oeste de Concepción del Uruguay, por Bv. Ricardo Balbín). Fuente: Propia

Día	TMD (veh/hora)
Lunes	917
Martes	1019
Miércoles	1132
Jueves	935
Viernes	984
Sábado	746
Domingo	746

Tabla 19. Estimación del Tránsito Medio Diario Semanal Acceso NO. Fuente: Propia.

Día	TMD (veh/hora)	TMDA /veh/día
Lunes	917	923
Martes	1019	
Miercoles	1132	
Jueves	935	
Viernes	984	
Sábado	746	
Domingo	746	

Tabla 20. Estimación del Tránsito Medio Diario Anual Acceso NO. Fuente: Propia.

Comparación TMDA	
Accesos de Concepción del Uruguay	TMDA (veh/hora)
Acceso Sur-Oeste	2060
Acceso Norte-Oeste	923

Tabla 21. Comparación TMDA ambos accesos a Concepción del Uruguay. Fuente: Propia.



Como se puede observar en la tabla anterior, el acceso con mayor Transito Medio Diario Anual es el perteneciente al sector Sur-Oeste de la ciudad, ingresando por Ruta Provincial N°29. Los valores obtenidos del acceso Norte-Oeste, por Bv. Ricardo Balbín se puede deber a una serie de incidencias como:

El Parque industrial se encuentra en cercanías al acceso por RP N°39, por lo que los camiones circulan por la misma diariamente.

En las semanas del conteo realizado en Bv. Ricardo Balbín, no se encontraba ningún buque en el puerto para que los camiones puedan transportar mercadería, circulando por calle Arturo Frondizi hasta la Balbín.

En la semana del viernes 27 de mayo de 2022, las condiciones climáticas no favorecían la calzada para transitar de forma segura.

Por último, se procede a calcular el TMDA de la Calle Pública N°1165 y Calle Pública N°1106, utilizando el mismo criterio adoptado para el cálculo del TMDA de RP N°39.

Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Sabado 4 de junio de 2022	9-10	21	53
	10-11	20	
Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Lunes 6 de junio de 2022	8-9	38	91
	9-10	32	
Día	Hora	TH (veh/hora)	TMD (veh/hora)
Jueves 16 de junio de 2022	13-16	40	90
	16-17	29	

Tabla 22. Estimación del Transito Medio Diario para el punto aforado (calle Pública N°1165, Concepción del Uruguay). Fuente: Propia.



Día	TMD (veh/hora)
Lunes	91
Martes	90
Miércoles	89
Jueves	90
Viernes	57
Sábado	53
Domingo	51

Tabla 23. Estimación del Tránsito Medio Diario Semanal en calle Pública N°1165. Fuente: Propia.

Día	TMD (veh/hora)	TMDA /veh/día
Lunes	91	74
Martes	90	
Miercoles	89	
Jueves	90	
Viernes	57	
Sábado	53	
Domingo	51	

Tabla 24. Estimación del Tránsito Medio Diario Anual calle Pública N°1165. Fuente: Propia.

Según el conteo realizado en Calle Pública N°1106, se calculó el TMDA obteniendo un mínimo de 4 veh/día.

Por lo desarrollado anteriormente, se hará hincapié principalmente en el acceso con mayor flujo de tránsito, siendo el mismo el perteneciente al acceso SO de la ciudad, por Ruta Provincial N°39, calle Pública N°1165 y N°1106.

### 3.3.9 DISTRIBUCIÓN

La distribución de los volúmenes de tránsito es de suma importancia si se quiere entender el movimiento del flujo vehicular y las características del mismo.

Respecto a los sentidos de las vías pertenecientes al acceso Sur-Oeste de la ciudad, se observó un reparto equitativo en la RP N°39, siendo esta predominante frente al flujo de la RP N°42, la calle interna C. Cdad. de La Paz y la calle Pública N°1165. Por ello, se decide tomar 50% para ambas direcciones.

### 3.3.10 COMPOSICIÓN

En cuanto a la composición del tránsito en la zona aforada, el tipo de vehículo preponderante en todas las direcciones son los livianos en RPN°39 y los pesados en la calle Pública N°1165.

A continuación, se presenta una tabla con el porcentaje de vehículos correspondientes a cada tipo, que circulan por el punto aforado, correspondientes al día de mayor flujo de tránsito: jueves 19 de mayo de 2022 por RP N°39; lunes 16 de junio de 2022 por calle Pública N°1165.

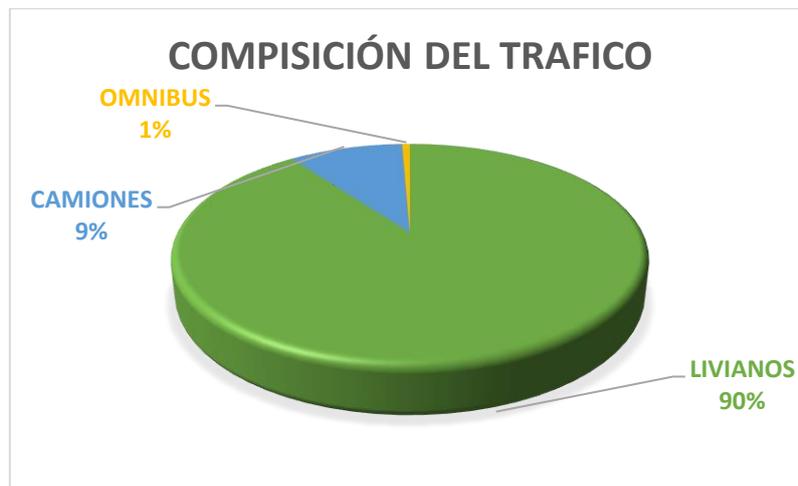


Gráfico 17. Porcentaje de TMDA correspondiente a cada tipo de vehículo, conteo sobre RP N°39. Fuente: Propia.



Gráfico 18. Porcentaje de TMDA correspondiente a cada tipo de vehículo, conteo calle Pública N°1165. Fuente: Propia.



### 3.3.11 CONCLUSIÓN

A partir de información detallada en este relevamiento particular, se concluyó que el acceso a Concepción del Uruguay se encuentra sobrecargado de tránsito; sin señalizaciones; con una rotonda brusca, sin limitadores de velocidad y con un radio escaso, principalmente para vehículos de gran porte. Ésto genera un gran número de accidentes que ponen en riesgo la vida del conductor y de los peatones circundantes.

Por otro lado, la calle Pública N°1165 y N°1106 se encuentran sin iluminación ni señalización, y, fuera de mantenimiento; generando gran contenido de polvillo en el ambiente producto del ripio.

Por lo antes expresado, se busca una solución ingenieril para solventar estas problemáticas, ofreciendo una calzada optima y segura



## 4. ANTEPROYECTO HIDRAULICO

Para el anteproyecto de ingeniería hidráulica a desarrollarse, se estableció como objetivo principal brindar una solución técnica a la situación actual de drenaje urbano del barrio Colonia Perfección sur, ubicada en el acceso de la ciudad de Concepción del Uruguay.

Como se ha destacado en el relevamiento particular de este trabajo, dicho barrio carece de un drenaje adecuado, por lo tanto, se planteará una solución eficaz para el mismo.

Se procede con la generación de una serie de soluciones en base a la proyección de estructuras que tengan el fin de hacer un manejo eficiente de las aguas pluviales, para poder eliminarlas sin ocasionar inundaciones y prejuicios sobre propiedades y habitantes aledaños.

### 4.1. ESTUDIO DE PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Se realiza el estudio de los parámetros hidrográficos de las cuencas de aporte de la Figura 76, en donde se emplazará el proyecto.

### 4.2. ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES

En los proyectos de diseño hidrológico deben definirse inicialmente el o los eventos de precipitación que alimentaran los modelos lluvia-caudal. Usualmente se utiliza una tormenta de diseño que tiene asociada una intensidad media de lluvia, una duración y un periodo de retorno. Dado que la magnitud de un evento extremo es inversamente proporcional a su frecuencia de ocurrencia, se requiere definir el intervalo de recurrencia o periodo de retorno  $T_r$ , que por definición es el tiempo medio entre ocurrencias en el largo plazo.

La adopción de la magnitud del evento extremo dependerá del costo y del riesgo asociado a la falla de la obra. A continuación se presentan rangos de valores usuales de periodos de retorno ( $T_r$ ) de diseño de estructuras hidráulicas, recomendados por la bibliografía.



Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)
<b>Alcantarillas de carreteras</b>	
Volumenes de trafico bajos	5- 10
Volumenes de trafico intermedios	10 - 25
Volumenes de trafico altos	50- 100
<b>Puentes de carreteras</b>	
Sistema secundario	10- 50
Sistema primario	50- 100
<b>Drenaje agricola</b>	
<b>Drenaje urbano</b>	
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2- 25
Alcantarillas en ciudades grandes	25- 50
<b>Aeropuertos</b>	
Volumenes de trafico bajos	5- 10
Volumenes de trafico intermedios	10- 25
Volumenes de trafico altos	50- 100

Tabla 25. Tabla 2.1 Fuente: Tormentas de diseño para la provincia de entre Ríos. Criterios de diseño generalizados para estructuras hidráulicas

Las relaciones intensidad-duración-recurrencia permiten definir el valor de intensidad media de lluvia (I), para una duración (d) igual al tiempo en que la totalidad de la cuenca de aporte se encuentra solicitando a la obra con el caudal de diseño, para una recurrencia (T) acorde al riesgo asociado a la falla.

La intensidad media de lluvia disminuye a medida que se incrementa la duración de la tormenta. A su vez, para una duración de tormenta determinada, cuanto mayor sea el tiempo de ocurrencia de la tormenta, mayor será su intensidad.

En la provincia de Entre Ríos se ha realizado un análisis estadístico de las alturas máximas de precipitación ajustando los valores a las diferentes distribuciones como lo son Gumbel y Pearson, adoptando la Ley Gumbel para estimar las intensidades máximas para las distintas probabilidades de excedencia.

Por cada periodo de retorno se determinaron las intensidades correspondientes a las láminas máximas estimadas. Se obtuvieron las relaciones I-D-T para la localidad de Concordia, Concepción del Uruguay y Paraná a partir del ajuste de dichas intensidades a una expresión Sherrman de cuatro parámetros, definida por:



$$i = \frac{K \cdot Tr^m}{(d + c)^n}$$

Donde

I: Intensidad de precipitación en mm/h.

Tr: Periodo de retorno en años.

d: Duración de la precipitación en minutos.

k, m, n y c: Parámetros que se determinan para cada localidad en base de un análisis de regresión lineal múltiple.

Como resultado de este procesamiento y análisis de la información pluviografica actualizada, se han determinado las ecuaciones I-D-T para la provincia de Entre Ríos, representándolas gráficamente como observamos a continuación para la localidad de interés Concepción del Uruguay.

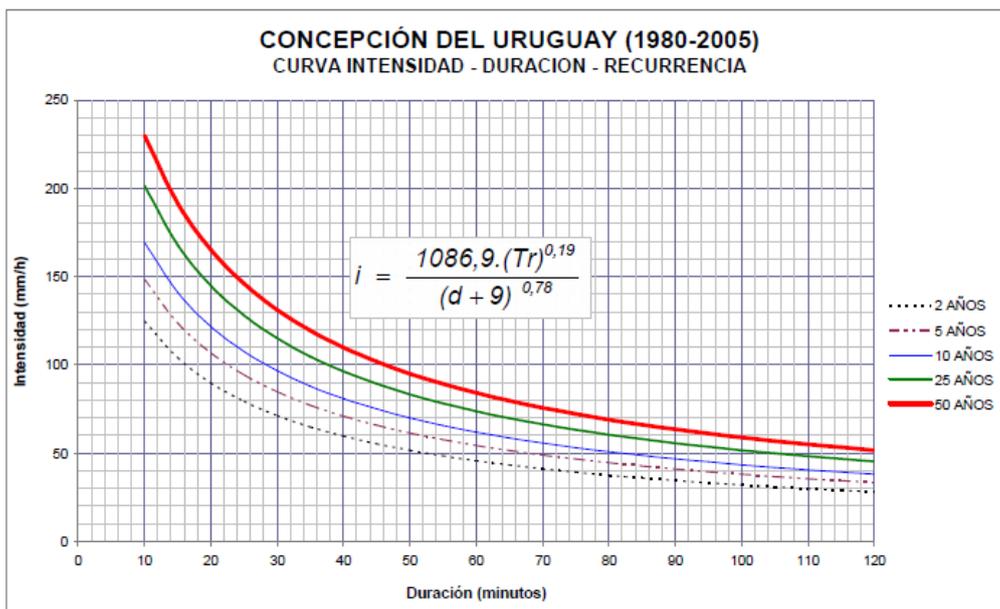


Figura 96. Relaciones intensidad-duración-recurrencia Concepción del Uruguay. Fuente:  
[https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas\\_de\\_diseno\\_ER.pdf](https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas_de_diseno_ER.pdf)

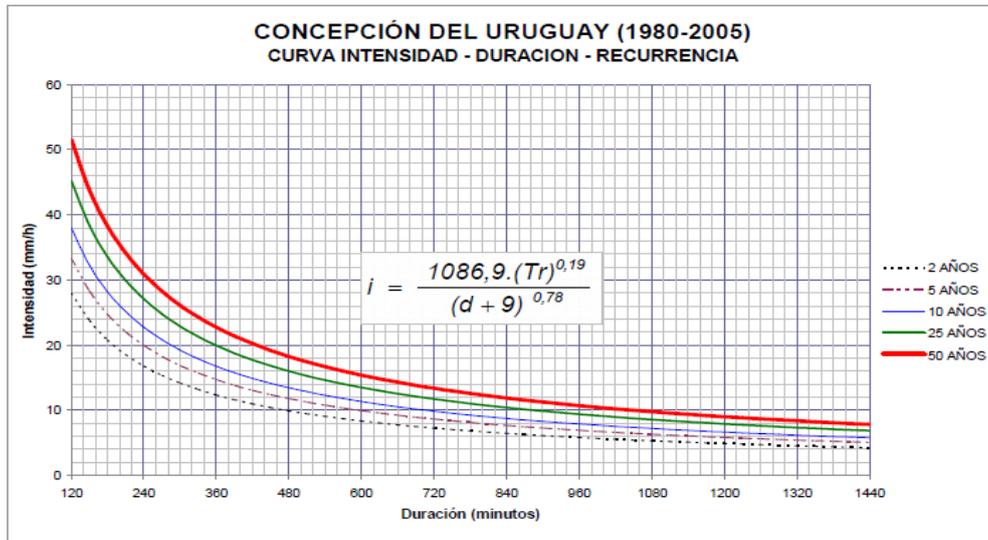


Figura 97. Relaciones intensidad-duración-recurrencia Concepción del Uruguay. Fuente: [https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas\\_de\\_diseno\\_ER.pdf](https://www.hidraulica.gob.ar/archivos/tormentas_de_diseno_ER.pdf)

A través de estos datos se obtienen tablas que indican las intensidades de precipitación resultantes de la aplicación de las relaciones I-D-T, para duraciones usualmente empleadas en el diseño, comprendidas entre 10 y 24 hs.

TR (años)	Intensidades máximas de precipitación (mm/hora)								
	duración (minutos)								
	10	15	30	60	120	180	360	720	1440
50	230	192	131	84	52	38	23	13	8
25	202	168	115	74	45	34	20	12	7
20	193	161	110	71	43	32	19	11	7
10	169	141	97	62	38	28	17	10	6
5	148	124	85	54	33	25	15	9	5
2	125	104	71	46	28	21	12	7	4

Tabla 26. Intensidades máximas de precipitación en Concepción del Uruguay. Fuente: Tormentas de diseño para la provincia de Entre Ríos.

Por otro lado, es necesario conocer el coeficiente de escorrentía perteneciente a las cuencas de aporte para el caudal de diseño de nuestro sistema de drenaje.

El coeficiente de escorrentía es adimensional y representa la porción de la precipitación que se convierte en caudal; es decir la relación entre la precipitación total y el escurrimiento superficial. Dado que en la realidad se encuentran diferentes usos de suelo, es necesario calcular un coeficiente de escorrentía ponderado, que responde a la siguiente expresión:

$$C_{ponderado} = \frac{\sum Ci * Ai}{\sum Ai}$$

Para determinar el porcentaje de superficie impermeable dentro de los lotes privados dentro del área de la cuenca, se consideró el Código de Ordenamiento Urbano de la ciudad de Concepción del Uruguay que se rige por la ordenanza n° 10495, en la cual se determina un área máxima de ocupación por lote. Este coeficiente se define como Factor Ocupacional del Suelo (FOS), el mismo varía según la zonificación.

$$FOS = \frac{\text{Area construida en planta baja}}{\text{Area total del lote}}$$

La zona de estudio se encuentra determinada con un FOS= 0,60 debido a que se clasifica como zona industrial.

A continuación se determinan los porcentajes correspondientes a cada zona para poder determinar el coeficiente de escorrentía ponderado.

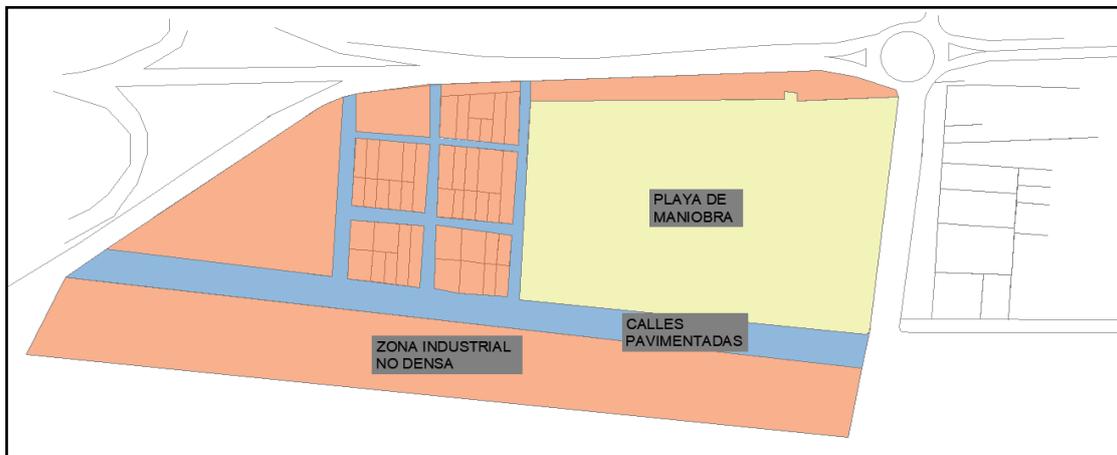


Figura 98. Planta con zonas determinadas. Fuente: Propia.

Los valores de C son extraídos de Unidad 5: “Estudios de Crecidas”. Cátedra de Hidrología y Obras Hidráulicas. Carrera de Ingeniería Civil Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Concepción del Uruguay. Ing. en Recursos Hídricos Fernando Abel Lescano.



Para la zona de loteos se discrimina entre la playa de maniobra y la zona no densa tal como se muestra en la imagen determinando un 61% para zona de loteos y un 39% para zona de playa de maniobra.

ZONA	porcentaje (%)	FOS	LOTEOS			
			C techos	C hierba	C total	C ponderado
no densa	0,61	0,60	0,875	0,10	0,565	0,344
Playa de maniobra	0,39	0,60	0,875	0,10	0,565	0,221
<b>total</b>	<b>100%</b>					

Figura 99. C ponderado de Loteos. Fuente: Propia.

En cuanto a las calles se han considerado las calles pavimentadas y las calles de ripio, siendo las pavimentadas las calles vinculadas con el anteproyecto vial, calle 1106 y calle 1165 y las calles de ripio corresponden a las calles 1102, 1104, 1167 y 1169. Determinando un 30% de ripio y un 70% de pavimento.

ZONA	porcentaje (%)	C	CALLES
			C ponderado
ripio	30%	0,7	0,209
Pavimentada	70%	0,825	0,578
<b>total</b>	<b>100%</b>		<b>0,788</b>

Figura 100. C ponderado de calles. Fuente: Propia.

En cuanto a la determinación del Coeficiente de escorrentía ponderado, se han considerado que todas las calles de ripio serán pavimentadas durante su vida útil. De esta manera obtenemos un coeficiente de escorrentía de 0,316.

ZONA	porcentaje (%)	C	C total
			C ponderado
Loteos	0,52	0,344	0,180
maniobra	0,39	0,221	0,086
calles	0,09	0,578	0,050
<b>total</b>	<b>100%</b>		<b>0,316</b>

Figura 101. C ponderado adoptado. Fuente: Propia.

#### 4.2.1 CÁLCULOS DE PARÁMETROS DE LA CUENCA

En este apartado se procedió determinando las subcuencas a cada sector de estudio mediante el Software previamente nombrado, Autodesk Civil 3D, con la

herramienta gota de agua y cuenca vertiente. Determinando de esta manera los aportes hacia las tres zonas de enfoque, siendo estas las siguientes:



Figura 102. Subcuencas de aporte. Fuente: Propia.

A su vez, recordamos el comportamiento de las pendientes de las calles para conocer el sentido del escurrimiento.

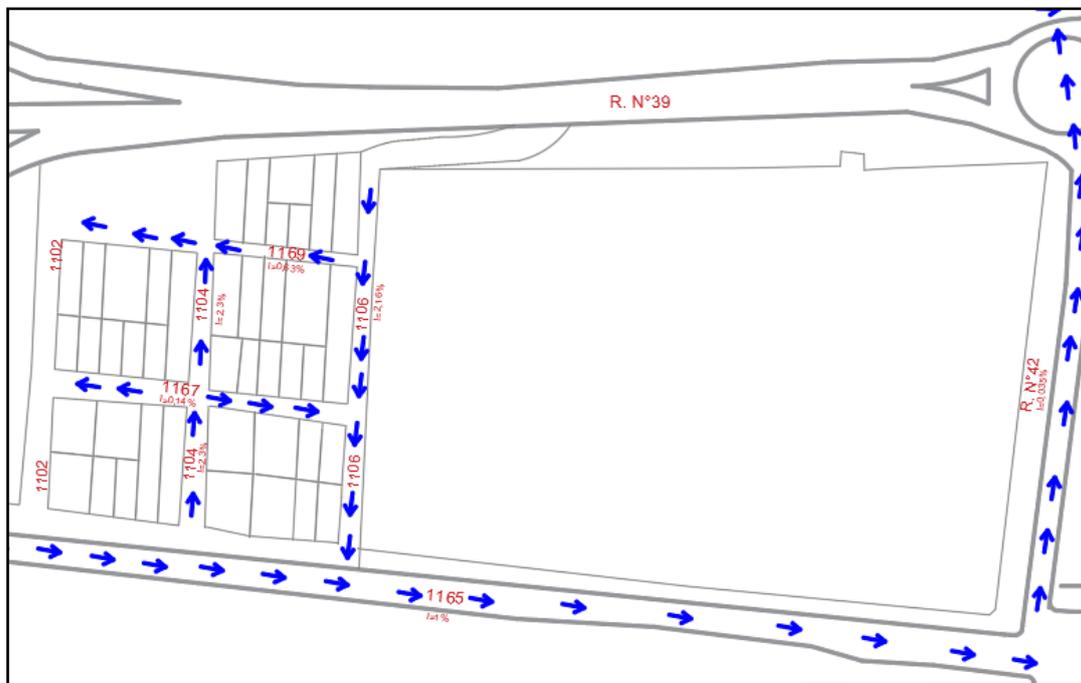


Figura 103. Dirección de pendiente de calles. Fuente: Propia.



De cada subcuenca vertiente se obtiene la pendiente y la posición del cauce principal, datos de suma importancia a la hora del dimensionamiento de los elementos de drenaje.

CALLES	Cuenca de aporte	Area [m <sup>2</sup> ]	Longitud (m)	Cota maxima (m)	Cota minima (m)	pendiente (%)
CALLE 1165	SUBCUENCA 14	223731,91	220,00	27,00	24,20	0,01
	SUBCUENCA 13	26363,93	273,00	27,60	24,60	0,01
	SUBCUENCA 12	17278,34	416,00	29,20	27,20	0,00
	CALLE 1106					
CALLE 1169	SUBCUENCA 11	1882,23	90,00	24,70	24,20	0,01
	SUBCUENCA 10	2048,23	91,50	26,60	24,60	0,02
	MITAD CALLE 1104					
CALLE 1167	SUBCUENCA 9	2507,24	97,20	25,40	24,80	0,01
	SUBCUENCA 8	2719,08	106,00	26,20	25,10	0,01
	MITAD DE CALLE 1104					
CALLE 1106	SUBCUENCA 7	5714,00	114,30	24,90	24,50	0,00
	SUBCUENCA 6	1882,23	90,00	25,50	24,70	0,01
	SUBCUENCA 5	2507,24	97,20	27,60	24,90	0,01
	SUBCUENCA 15	30976,04	129,50	25,50	22,20	0,03
	MITAD DE CALLE 1167					
CALLE 1104	SUBCUENCA 2	2719,08	106,00	28,20	26,50	0,02
	SUBCUENCA 3	2048,23	91,50	27,40	25,90	0,02
	SUBCUENCA 4	2242,90	48,20	26,00	25,10	0,02
	SUBCUENCA 1	24043,79	229,00	30,20	27,20	0,01
CALLE 1102	MITAD CALLE 1167					
	CALLE 1169					
	CALLE 1165					
RUTA 42	SUBCUENCA 16	37198,87	200,73	23,70	21,30	0,01
	SUBCUENCA 17	13704,86	71,80	23,30	21,30	0,03

Tabla 27. Cuencas de aporte. Fuente: Propia.

#### 4.2.2 CÁLCULOS DE CAUDALES DE DISEÑO

Una vez volcados los valores de cada subcuenca de estudio, para el dimensionamiento del sistema de drenaje proyectado es necesario conocer el caudal que deberá circular por las obras de arte, este se obtiene mediante el método racional, cuya fórmula que lo gobierna está dada por la siguiente expresión.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/seg)

I: Intensidad (mm/hora)

A: Área (Hectáreas)



### Intensidad de diseño

La intensidad de diseño (I) se calcula teniendo en cuenta las curvas IDT confeccionadas por la dirección de hidráulica de la provincia para la zona (Ver apartado 1.2.1). La expresión matemática resultante de las curvas se detalla a continuación.

$$I = \frac{1086,9 \cdot Tr^{0,19}}{(d + 9)^{0,78}}$$

Donde

Tr: Tiempo de recurrencia (años)

d: duración (minutos)

Como vimos en el apartado 1.2.1 el tiempo de recurrencia se adopta a base de los daños en términos materiales y humanos que pueden provocarse en caso de falla de obra o verse superada su capacidad, todo esto dentro de un contexto económico que debe considerar la asignación de recursos disponibles a las demás necesidades de la sociedad.

Debido a que este proyecto vincula carreteras tomamos de referencia el tiempo de recurrencia para las mismas.

Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)
<b>Alcantarillas de carreteras</b>	
Volumenes de tráfico bajos	5- 10
Volumenes de tráfico intermedios	10 - 25
Volumenes de tráfico altos	50- 100

Tabla 28. Periodo de diseño para alcantarillas en carreteras. Fuente: Tormentas de diseño para la provincia de entre Ríos. Criterios de diseño generalizados para estructuras hidráulicas.

Considerando que el volumen del tráfico varía dependiendo el sector podríamos considerar un volumen de tráfico intermedio si tenemos en cuenta la actual circulación, pero debido a que el anteproyecto arquitectónico tendrá gran influencia en el tráfico, consideraremos un volumen de tráfico alto con un periodo de retorno de 50 años.

Para hallar el tiempo de concentración Tc, que se define como el tiempo necesario para que toda cuenca contribuya eficazmente a la generación del flujo en el



desagüe, existen diversas fórmulas empíricas. En este caso se usa la ecuación propuesta por Kirpich, la cual es sencilla de aplicar y se suele usar con frecuencia para cálculos de este tipo.

$$T_c = 0,01947 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

Donde

L: Longitud del cauce principal de la cuenca (m)

S: Pendiente promedio del recorrido principal (m/m)

Calculamos los siguientes valores para las cuencas definidas con anterioridad.

CALLES	Cuenca de aporte	Tr (años)	Tc(min)	I(mm/h)
CALLE 1165	SUBCUENCA 14	50,00	6,65	267,49
	SUBCUENCA 13	50,00	8,31	247,28
	SUBCUENCA 12	50,00	15,80	186,81
	CALLE 1106			
CALLE 1169	SUBCUENCA 11	50,00	4,60	298,49
	SUBCUENCA 10	50,00	2,75	334,53
	MITAD CALLE 1104			
CALLE 1167	SUBCUENCA 9	50,00	4,68	297,01
	SUBCUENCA 8	50,00	4,10	307,29
	MITAD DE CALLE 1104			
CALLE 1106	SUBCUENCA 7	50,00	6,60	268,12
	SUBCUENCA 6	50,00	3,84	312,20
	SUBCUENCA 5	50,00	3,89	311,18
	SUBCUENCA 15	50,00	3,38	321,05
	MITAD DE CALLE 1167			
CALLE 1104	SUBCUENCA 2	50,00	3,47	319,39
	SUBCUENCA 3	50,00	3,07	327,56
	SUBCUENCA 4	50,00	1,78	357,68
CALLE 1102	SUBCUENCA 1	50,00	6,78	265,74
	MITAD CALLE 1167			
	CALLE 1169			
RUTA 42	CALLE 1165			
	SUBCUENCA 16	50,00	6,35	271,59
	SUBCUENCA 17	50,00	2,08	350,24

Tabla 29. Intensidad de diseño. Fuente: Propia.



### Coefficiente de escorrentía

Para determinar los caudales de diseño solo resta determinar el valor del coeficiente de escorrentía C para los distintos sectores de la cuenca. Dicho coeficiente se define como el porcentaje de lo precipitado que no es absorbido y se transforma en lámina líquida.

Utilizando la tabla ya mencionada en el apartado 4.2.1. se determinaron los valores para cada subcuenca.

CALLES	Cuenca de aporte	Tc [hora]	Area [ha]	Coef. De escorrentia C	Q (m3/s)	Q total (m3/s)
CALLE 1165	SUBCUENCA 14	398,90	22,37	0,32	5,25	7,37
	SUBCUENCA 13	498,42	2,64	0,32	0,57	
	SUBCUENCA 12	947,71	1,73	0,32	0,28	
	CALLE 1106				1,26	
CALLE 1169	SUBCUENCA 11	275,78	0,19	0,32	0,05	0,21
	SUBCUENCA 10	164,84	0,20	0,32	0,06	
	MITAD CALLE 1104				0,10	
CALLE 1167	SUBCUENCA 9	280,99	0,25	0,32	0,07	0,24
	SUBCUENCA 8	245,93	0,27	0,32	0,07	
	MITAD DE CALLE 1104				0,10	
CALLE 1106	SUBCUENCA 7	396,07	0,57	0,32	0,13	1,26
	SUBCUENCA 6	230,13	0,19	0,32	0,05	
	SUBCUENCA 5	233,36	0,25	0,32	0,07	
	SUBCUENCA 15	203,03	3,10	0,32	0,88	
	MITAD DE CALLE 1167				0,12	
CALLE 1104	SUBCUENCA 2	207,98	0,27	0,32	0,08	0,21
	SUBCUENCA 3	184,15	0,20	0,32	0,06	
	SUBCUENCA 4	106,92	0,22	0,32	0,07	
CALLE 1102	SUBCUENCA 1	406,85	2,40	0,32	0,56	0,90
	MITAD CALLE 1167				0,12	
	CALLE 1169				0,21	
RUTA 42	CALLE 1165				7,37	8,69
	SUBCUENCA 16	380,76	3,72	0,32	0,90	
	SUBCUENCA 17	124,58	1,37	0,32	0,43	

Tabla 30. Caudal de aporte total. Fuente: Propia.

### 4.3. DRENAJE SUPERFICIAL

Se entiende por drenaje superficial al conjunto de obras destinadas a la recolección, canalización y evacuación de la escorrentía generada por la lluvia, dentro de un área de aporte. En la zona de estudio contamos con la existencia de dos canales a cielo abierto ubicados sobre Ruta Provincial N° 39 por lo cual se proyectara un sistema de recolección pluvial que descargara en ellos.



Como estructuras de recolecciones del escurrimiento pluvial que drena a través de las calles se diseñan cunetas, sumideros colectores y bocas de tormenta las cuales deben estar convenientemente ubicadas y dimensionadas.

En particular realizaremos la recolección y derivación de la calle Pública 1106, calle Pública 1165 y Ruta Provincial N° 42.

#### 4.4. DISEÑO DE CORDÓN CUNETA

Son canales triangulares con un lado vertical que coincide con el cordón de la vereda, y otro lado inclinado que forma parte del pavimento con una pendiente igual o mayor al mismo.

El diseño de las estructuras de micro drenaje se realiza suponiendo flujo estacionario y uniforme, utilizando el caudal máximo de escorrentía generado para la tormenta de diseño.

##### Criterios de diseño

En particular el diseño del cordón cuneta está basado en la elección de un ancho máximo de inundación admisible en las calles. Una vez definidas las características geométricas del cordón cuneta, queda determinado el caudal capaz de transportar el mismo. En caso de que dicho valor sea superado por el caudal de diseño, será necesario colocar estructuras de capacidad para evitar la circulación de caudales mayores al admisible.

A continuación, se presentan las recomendaciones para el ancho de inundación admisible por parte de la Intendencia de Montevideo, los cuales se encuentran en función del tipo de calle (principal o secundaria). La distinción entre principal y secundaria tiene en cuenta el tipo de urbanización, los usos del suelo, el tipo de tránsito vehicular y el período de retorno.

- Para calles secundarias: Se colocarán estructuras de captación cuando el caudal calculado para un período de retorno de dos años produzca una inundación que deje libre una franja menor a 2 metros.

- Para calles principales: Para una lluvia de tiempo de retorno 10 años, debe quedar una faja libre de por lo menos 3 metros.

Otro criterio a verificar es que, para el ancho de inundación admisible adoptado, el tirante máximo en el cordón cuneta no supere la altura del cordón cuneta. Se asume para las canalizaciones los siguientes coeficientes de rugosidad de Manning en función de los materiales:

- Cordón cuneta de hormigón: 0,018
- Tubería de plástico u hormigón: 0,013
- Canal en suelo pasto: 0,035

### Calculo de ancho de inundación

Se distinguen dos casos, cordón cuneta de sección uniforme y de sección compuesta como se muestra a continuación.

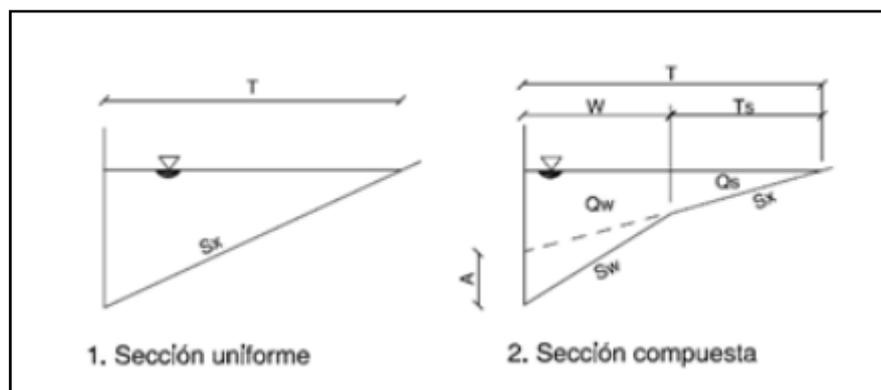


Figura 104. Secciones tipo de cordón cuneta. Fuente:

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20291/4/Memoria%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.pdf>

Para nuestro proyecto se establece un cordón cuneta de sección uniforme de cada lado de la calzada, calculado para una calle principal con  $T_r = 10$  años dejando una faja libre de por lo menos 3 metros.

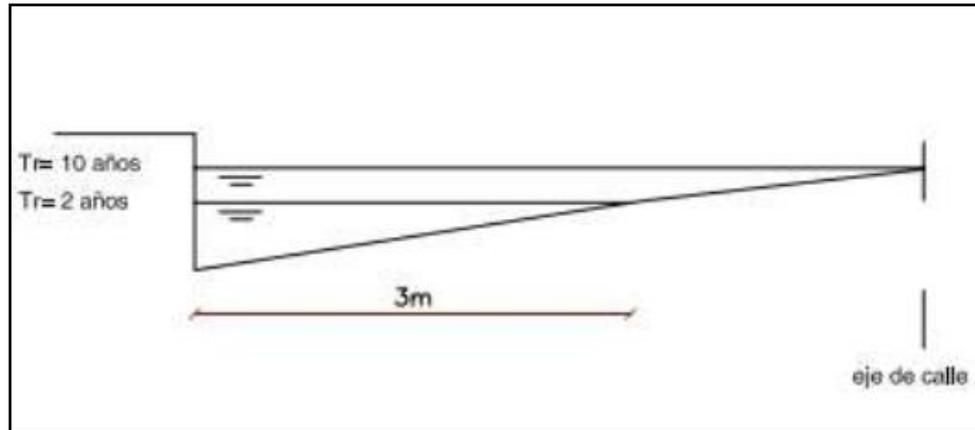


Figura 105. Cordón cuneta de sección uniforme. Fuente:

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20291/4/Memoria%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.pdf>

El caudal de flujo lateral se determina empleando la siguiente ecuación de Manning.

$$Q = \frac{0,376}{n} \cdot Sx^{1,67} \cdot So^{0,5} \cdot T^{2,67}$$

Donde

n: coeficiente de Mannign

Q: caudal que circula por el cordon cuneta (m3/s)

T: ancho de inundación (m)

Sx y so: pendiente transversal y longitudinal de la calle respectivamente.

Por otro lado, la velocidad del flujo se calcula como:

$$v = \frac{Q}{0,5 \cdot T^2 \cdot Sx}$$

Mientras que el tirante máximo en el cordón cuneta resulta:

$$d = T \cdot Sx$$

El coeficiente de Manning adoptado correspondiente a una superficie de concreto es igual a 0,018.

- En nuestro proyecto debemos diseñar el drenaje para las siguientes calles
- Calle Publica 1165 con ancho libre de 13m y pendiente longitudinal 1,07%
- Calle Publica 1106 con ancho libre de 5m y pendiente longitudinal de 2,16%
- Ruta Provincial N° 42 con pendiente longitudinal de 0,035%

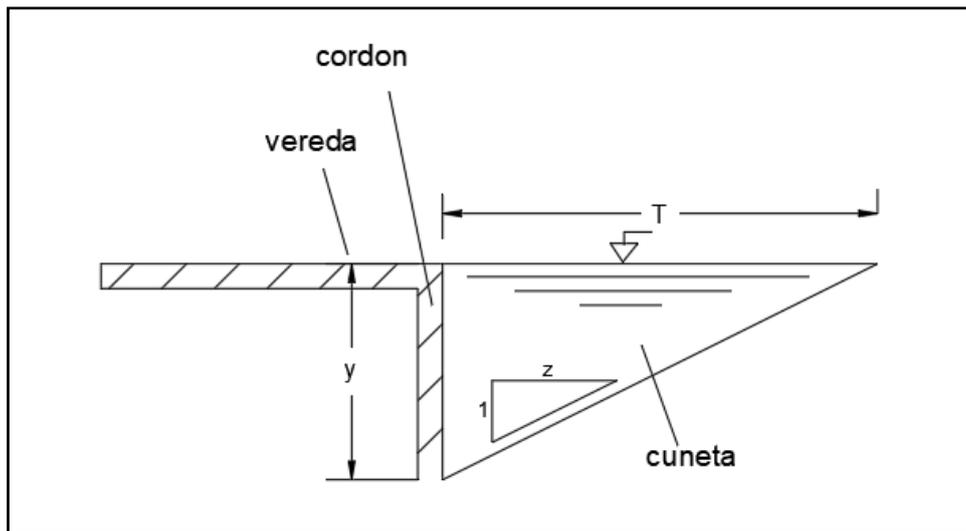


Figura 106. Sección y distribución adoptada. Fuente: Propia.

De esta manera determinaremos los parámetros de estudio, con las siguientes ecuaciones.

$$Q = \frac{\left( S_o^{\frac{1}{2}} \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot A \right)}{n}$$

Siendo:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

S<sub>o</sub>: Pendiente longitudinal (m)

R<sub>h</sub>: Radio Hidráulico (m)

A: Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

n: coeficiente de rugosidad de Manning.



$$Rh = \frac{A}{P}$$

Siendo:

Rh: radio hidráulico (m)

A: Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

P: perímetro mojado (m)

$$V = \frac{Q}{A}$$

Siendo:

V: Velocidad (m/s)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

A: Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

Considerando esto, los datos de diseño de nuestro cordón cuneta tipo para la trama vial será el siguiente:

numero de Manning (n)	tirante (y) (m)	Pendiente (S) (m/m)	Perimetro mojado (m)	Espejo de agua (T) (m)	Area hidraulica (m <sup>2</sup> )	Radio Hidraulico (R) (m)	Velocidad del flujo (v) (m/s)	Caudal (Q) (m <sup>3</sup> /s)
0,0180	0,2000	0,0200	3,2000	3,0000	0,2961	0,0925	1,6073	0,4759

Tabla 31. Calculo de caudal que escurre por la cuneta. Fuente: Propia.

#### Observaciones

- El perímetro y la sección lo determinamos a través de la herramienta polilinea con el Software Autocad a través de un diseño de perfil con las medidas del espejo de agua de 3m.

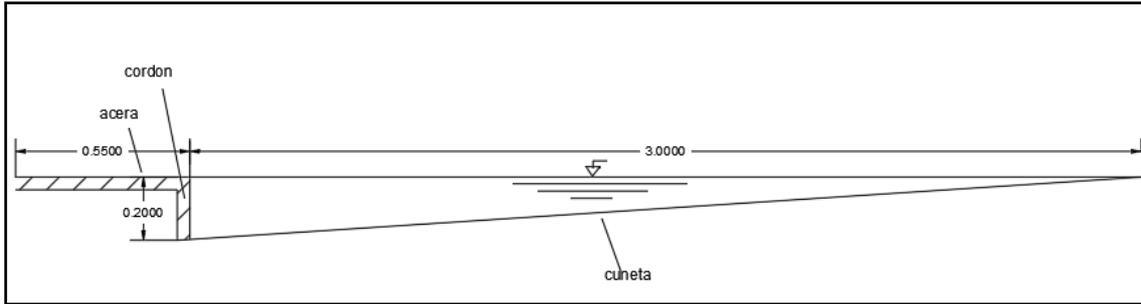


Figura 107. Cordón cuneta Fuente: Propia.

A continuación quedan determinados los parámetros para cada sección de calle a estudiar.

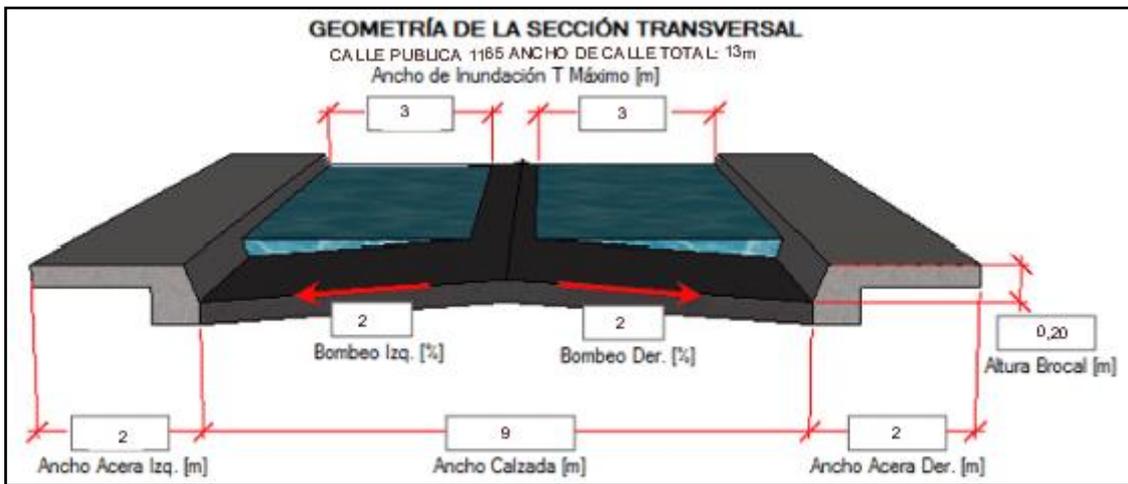


Figura 108. Sección transversal calle publica 1165 Fuente: Propia.

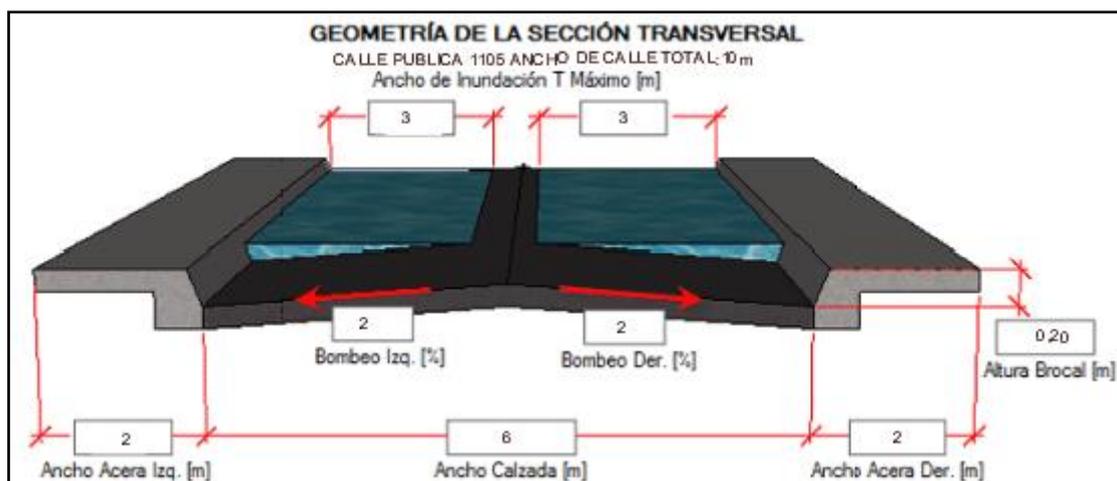


Figura 109. Sección transversal calle 1106. Fuente: Propia.



### Cunetas

Las cunetas consisten en canales abiertos emplazados paralelamente al eje de la calle, hacia la cual las manzanas y calles escurren de forma distribuida. Cuando las cunetas cuentan con gran cantidad de vegetación, aumenta el tiempo de tránsito y en consecuencia disminuye la intensidad de la lluvia de diseño.

Se diseñan de modo que las mismas no sean desbordadas o erosionadas y preferentemente transporten caudal en régimen de flujo subcrítico, siguiendo determinados criterios constructivos de seguridad y mantenimiento:

- “Se establece un ancho de vereda mínimo de acuerdo a las necesidades del lugar según el tipo de urbanización y usos del suelo (en zonas residenciales poco transitables pueden establecerse anchos mínimos de veredas de 1 o 1,2 metros, pero en zonas comerciales puede generar incomodidades). De esta forma queda determinado el ancho superficial de las cunetas.
- Las cunetas más usuales son las de sección triangular y trapezoidal. Se proyectan con taludes laterales de pendientes recomendablemente 1V:3H, y no se recomiendan pendientes superiores a 1:1 para mantener la estabilidad de los taludes recubiertos de pasto.
- Se prefiere taludes recubiertos de pasto para permitir la infiltración del flujo de escorrentía captado y reducir costos como consecuencia de la disminución del tamaño de las conducciones y ahorro en material para revestimiento. Se debe verificar que no se superen las velocidades máximas de forma de evitar que erosionen.
- Es conveniente que la pendiente longitudinal de las cunetas coincida con la de las calles por motivos de simplicidad constructiva”

Posteriormente se deberán verificar los siguientes criterios de funcionalidad hidráulicos para el prediseño seleccionado:



### Condición para evitar desbordes

El procedimiento consiste en elegir una sección, y determinar el tirante normal mediante la ecuación de Manning para flujo uniforme a superficie libre:

$$Rh = \frac{A}{P}$$

Siendo

Rh: radio hidráulico (m)

A: Área hidráulica (m<sup>2</sup>)

P: perímetro mojado (m)

Este debe ser menor a la altura de la cuneta elegida, considerando una revancha de seguridad (entre 0,10 y 0,20 m), para prevenir las eventuales olas, las sobre – elevaciones por cambios de sección o los remansos. En caso de ser mayor, se debe modificar la sección de la cuneta aumentando su área transversal.

El área y el perímetro mojado los hemos determinado anteriormente a través de Autocad.

***Perímetro mojado= 3,20m***

***Área: 0,2961m<sup>2</sup>***

$$Rh = 0,0925 + 0,10$$

$$Rh = 0,1925m < 0,20m$$

Podemos verificar que el radio hidráulico es menor que la altura de la cuneta elegida, ya que la altura de la misma es de 0,20m.

### Condición para evitar erosión

La estabilidad de un canal se verifica cuando el material que lo conforma no se erosiona con la fuerza del flujo que circula por él. Se establece entonces una velocidad máxima admisible que debe ser mayor a la velocidad media para el caudal máximo que drena durante un evento igual al de diseño para una cuneta dada.

Para las cunetas revestidas se admite una velocidad máxima de 5 m/s.

Como vimos anteriormente la velocidad dio un valor de:

$$V = 1,6073 \text{ m/s}$$

$$V = 1,6073 \frac{\text{m}}{\text{s}} < \frac{5\text{m}}{\text{s}}$$

#### 4.4.1 DIMENSIONADO DE SUMIDEROS

Un sumidero es un elemento de drenaje cuya función es captar caudales de la plataforma o de un elemento de drenaje superficial, normalmente una cuneta, y conducirlo a sistema de drenaje pluvial.

Pueden ser continuos o aislados y atendiendo a su posición relativa respecto a la corriente, de tipo horizontal, lateral o mixto.

Desde el punto de vista hidráulico la disposición más adecuada es el sumidero horizontal que intercepta el fondo de la cuneta, con las barras de la tapa en dirección de la corriente. El sumidero de tipo lateral presenta una ocupación menor de la plataforma.

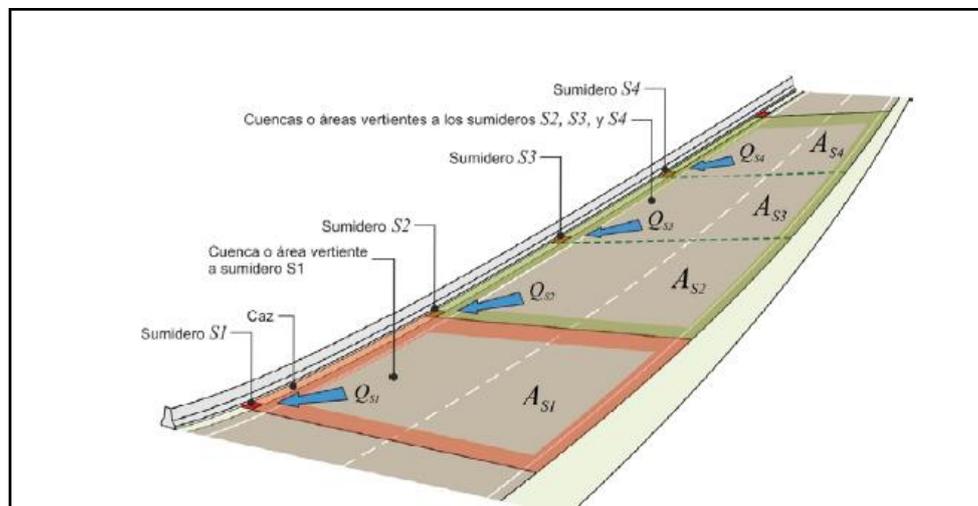


Figura 110. Disposición de sumideros. Fuente: Norma 5.2 IC Drenaje superficial.

Existen diferentes tipos de sumideros como vemos a continuación.

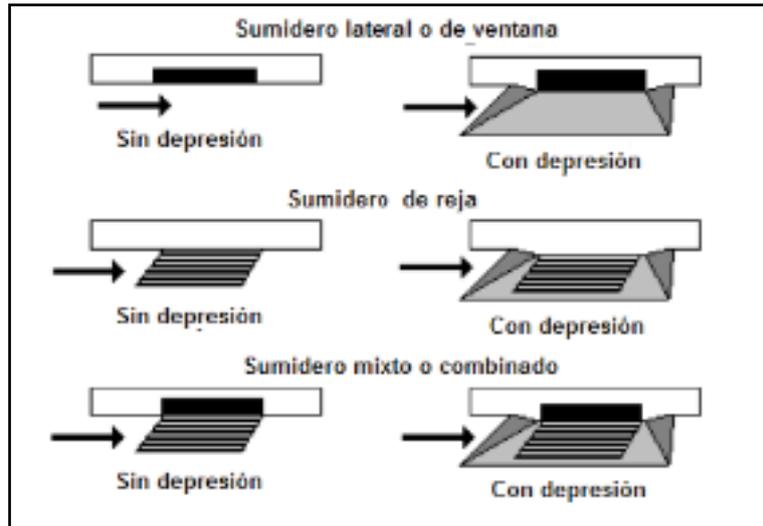


Figura 111. Tipo de sumideros. Fuente: Reglamento técnico de diseño de cunetas.

Para este proyecto dimensionaremos un sumidero de reja que consisten en una caja o cámara donde penetran las aguas pluviales, cubierta con una rejilla, preferiblemente con barras en sentido paralelo al flujo, aunque pueden colocarse de manera diagonal para favorecer el tránsito de bicicletas, a menos que la separación de las barras paralelas al flujo sea de menos de 2,5 cm. Su mayor ventaja radica en su mayor capacidad de captación en pendientes longitudinales pronunciadas de las calles. Sin embargo, tiene la desventaja de que pueden captar desperdicios que reducen el área útil de la rejilla.

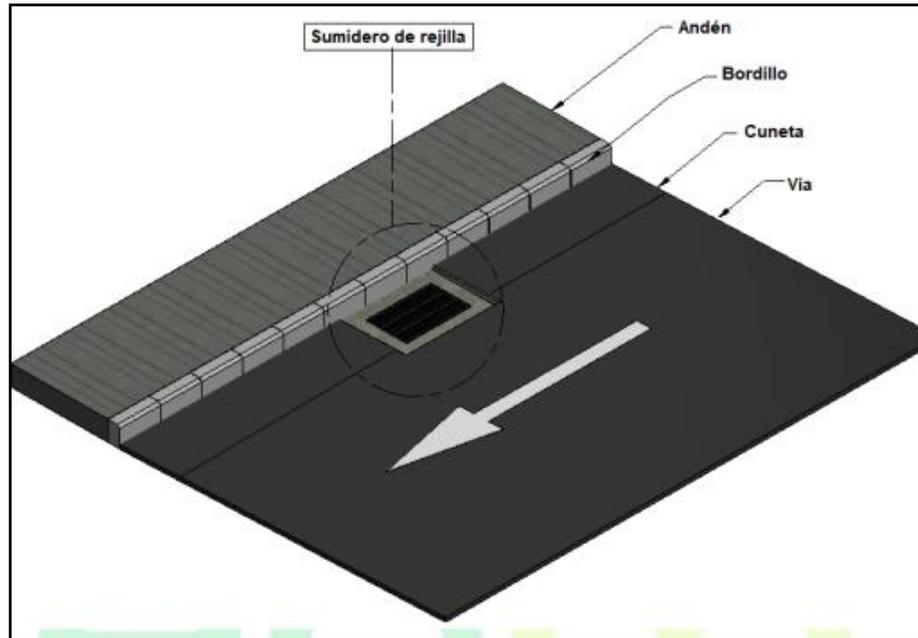


Figura 112. Ubicación sumidero de rejilla. Fuente: Norma de construcción de sumideros.

Para los casos donde se requieran dos sumideros ubicados en serie, estos deben conservar una distancia mínima de 5.00 m entre sí, con el fin de permitir que el flujo del agua que no se capta por el primer sumidero, pueda uniformizarse y encausarse nuevamente en la cuneta y posteriormente pueda ingresar en el siguiente sumidero.

Estudios realizados en la Universidad Johns Hopkins, Baltimore, U.S.A, indicaron

para el cálculo de las dimensiones del sumidero enrejado, la siguiente ecuación.

$$L = 0,326 \cdot \left( \frac{z}{n} \cdot I^{\frac{1}{2}} \right)^{3/4} \cdot \left( \frac{Q_0 \left( \frac{1}{2} \right) \cdot (W_0 - w)}{z} \right)^{1/2}$$

Siendo:

L: longitud total de la reja (m)

I: Pendiente longitudinal (m/m)

Z: inverso de la pendiente transversal

n: coeficiente de rugosidad de Manning

$Q_0$ : caudal en la cuneta ( $m^3/seg$ )

$W_0$ : ancho del espejo de agua en la cuneta (m)

$W$ : ancho horizontal de la reja (m)

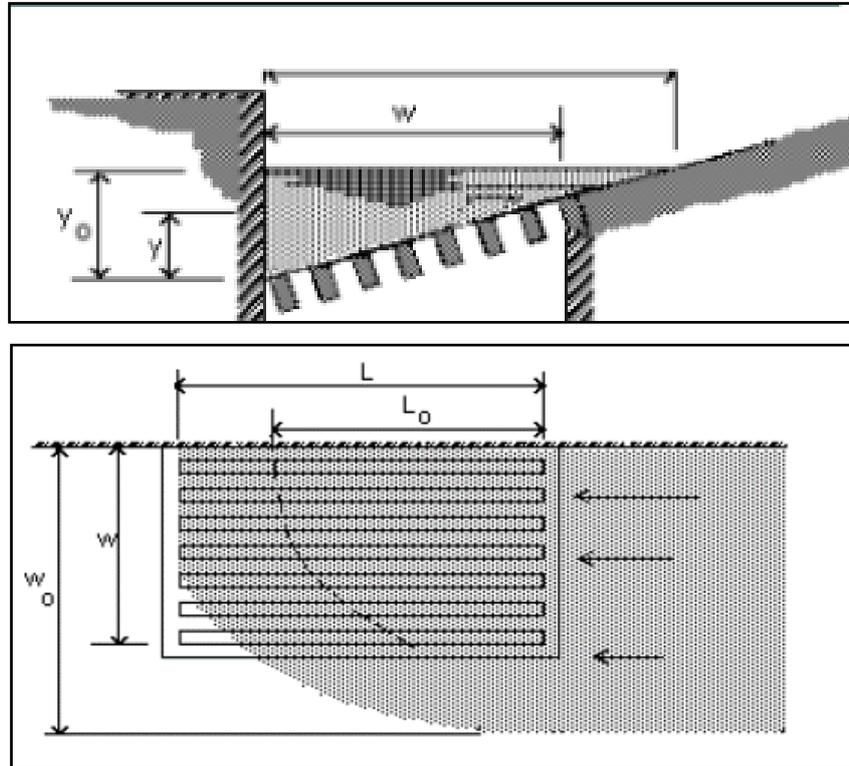


Figura 113. Sumidero colector horizontal con rejas. Fuente: Reglamento técnico de diseño de cunetas.

Considerando un ancho horizontal de la reja de 0,40m tenemos los siguientes datos.

numero de Manning (n)	z	Pendiente (S) (m/m)	Espejo de agua $W_0$ (m)	Ancho horizontal de reja $W$ (m)	Caudal en la cuneta ( $m^3/s$ )
0,0180	2,0000	0,0200	3,0000	0,5000	0,4759

Tabla 32. Datos para calcular la longitud del sumidero. Fuente: Propia.

$$L = 2,40m$$

Adoptamos una longitud total de la reja de 2,40 metros.

De esta manera queda diseñada la reja a utilizar que tendrá el siguiente diseño.

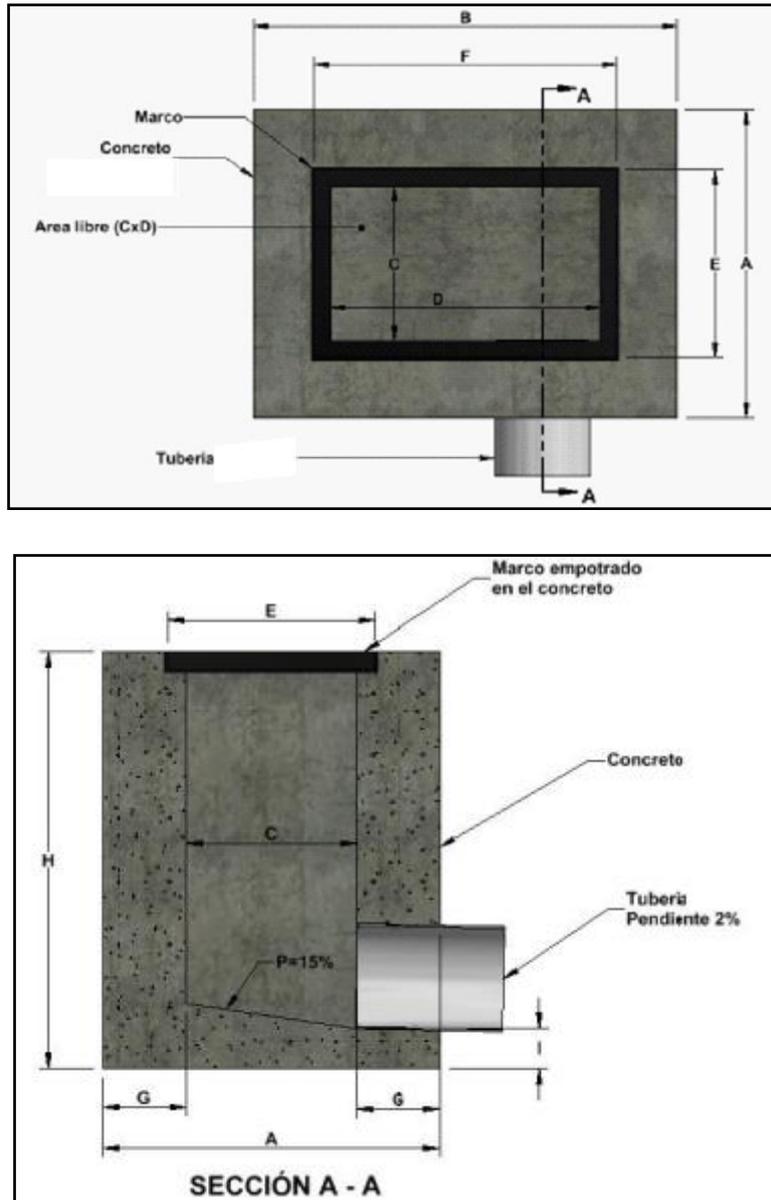


Figura 114. Vistas del sumidero adoptado. Fuente: Reglamento técnico de diseño de cunetas.

parametros de diseño								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
0,70	2,40	0,40	2,20	0,50	2,20	0,10	1,50	0,10

Tabla 33. Parámetros de diseño del sumidero. Fuente: Propia.



### Observaciones

- La altura H depende de la profundidad de la tubería, en general se recomienda una altura de 1.00 m, en nuestro caso consideramos 1,50 para tener 80cm de tapada mínima.
- La pendiente de la tubería de desagüe debe ser mínimo de 2%

En general la ubicación y espaciamiento entre sumideros están definidos por la magnitud del caudal de escurrimiento pluvial que se concentra en un punto determinado y de las situaciones de inconveniencia para el tráfico de camiones que este caudal pueda generar, como por ejemplo en intersecciones.

#### 4.4.2 RED DE DERIVACIÓN

Luego de que la esorrentía es interceptada por el sistema de captación, la misma es derivada mediante tubos circulares paralelos al eje longitudinal de la calzada, hacia puntos bajos de conexión determinados para realizar la descarga final en dirección al canal correspondiente. Sus diámetros están dados de acuerdo al caudal interceptado por cada sumidero y por el caudal acumulado que llega al sistema de alcantarillado final.

Para el cálculo de la red de derivación entre sumideros se utilizó un coeficiente de seguridad de 0,8 afectado al caudal del sumidero, que reduce la capacidad de los mismos ante factores tales como obstrucciones causadas por residuos, hipótesis de cálculo no contempladas, etc. Dando un diámetro de 600mm para conectar cada uno de estos.

En cuanto al caño pluvial principal de recolección, se ha calculado con el caudal acumulado que llega al mismo, dando por resultado un diámetro de 1800mm.

CAÑOS HORMIGON SIMPLE PARA JUNTA RIGIDA			
Ø mm	ESPEJOR mm	LARGO UTIL mm	PESO APROX mm
300	33	1200	100
400	45	1200	200
500	54	1200	300
600	64	1200	400
700	75	1200	605
800	80	1200	675
900	85	1200	845
1000	90	1200	1000
1100	100	1200	1270
1200	110	1200	1430
1300	130	1200	1800
1400	150	1200	2100
1500	150	1200	2250
1600	160	1500	3100
1800	175	1500	4550



Figura 115. Diametros comerciales caños de hormigón. Fuente: Premoldeados Argentina.

Se colocarán estas cámaras de captación con el fin de concentrar los líquidos pluviales en un punto y derivarlos, y para realizar las tareas de limpieza. Serán de hormigón premoldeado de ancho 0,70m y largo de 2,40m, la profundidad será evaluada de acuerdo a las características en obra, las tapadas a respetar y las pendientes de las cañerías entrantes, determinadas en la tabla anterior de parámetros.

El cálculo se realizará a través del Software HCanales para los distintos diámetros.

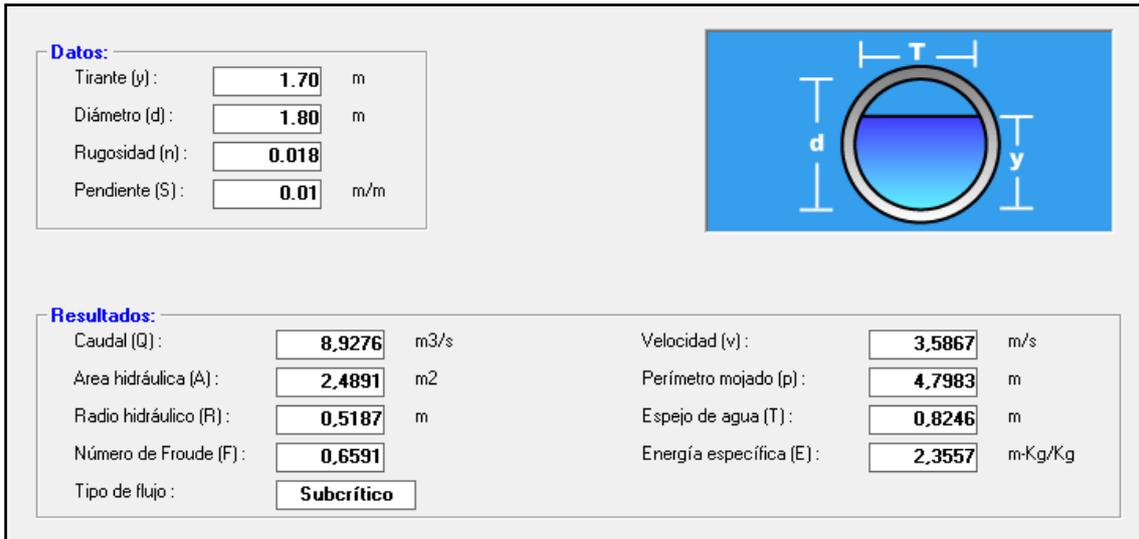


Figura 116. Cálculo de caño circular. Fuente: Propia.

CONDUCTO DE DERIVACIÓN								
CAÑERÍA	CAUDAL(m <sup>3</sup> /s)	diámetro (mm)	Tirante (m)	Rugosidad de Manning	Pendiente (%)	Velocidad (m <sup>3</sup> /s)	EROSIÓN	Caudal (m <sup>3</sup> /seg)
SUMIDERO (DIAMETRO DE CONEXIÓN ENTRE LOS MISMOS)	0,381	600	0,500	0,018	1,000%	1,357	NO	0,450
CAÑO PLUVIAL DE ALCANTARILLA	8,69	1800	1,700	0,018	1,000%	3,580	NO	8,920

Tabla 34. Resumen. Fuente: Propia.

#### 4.4.3 BOCAS DE TORMENTA

Las bocas de tormenta consisten en una abertura en la cara lateral del cordón de la vereda a través de la cual se capta el agua que circula por el cordón cuneta.

Las bocas de tormenta captan total o parcialmente el caudal escurrido. Dicho caudal depende de la pendiente longitudinal de la calle, la velocidad de entrada y el largo y diseño de la boca tormenta.

Pueden tener dispositivos sedimentadores o rejillas o sumideros ubicados horizontales sobre el pavimento para retener la mayor parte de los materiales escurridos por la calle durante las lluvias. La necesidad de estos dispositivos está estrechamente vinculada con el aseo y erosionabilidad de la cuenca de aporte. Es necesario que las bocas tormentas tengan sifones si descargan a colectores que transportan aguas servidas (sistemas unitarios). En sistemas separativos con alto grado de interconexión entre redes pluviales y redes de agua servidas puede ser también recomendado diseñar bocas de tormenta con sifones.

Suelen colocarse las bocas de tormenta en depresiones de forma de incrementar la profundidad del flujo en la misma y con ello la capacidad de captación que llega aproximadamente a un 50% más respecto a la de la boca de tormenta sin depresión. Depende este incremento de la pendiente longitudinal del cordón cuneta y las dimensiones de la boca de tormenta.

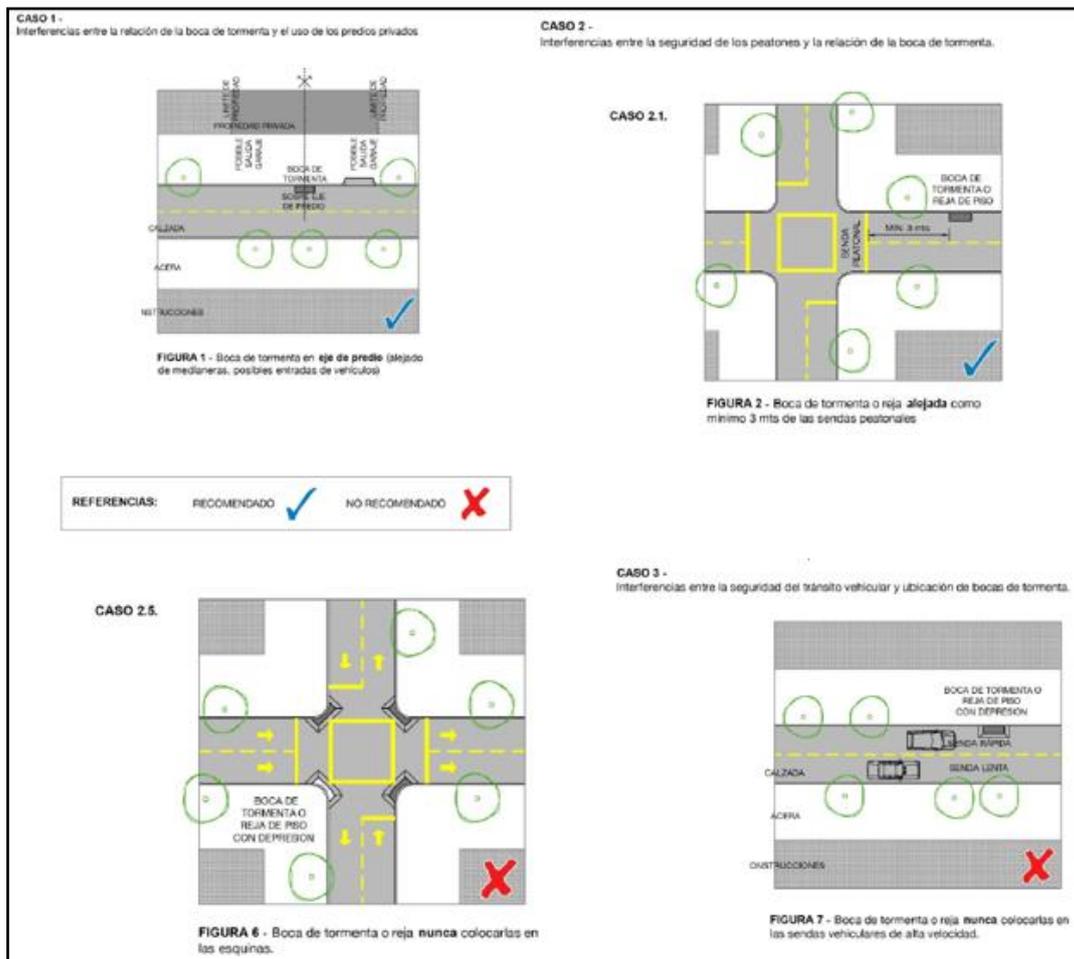


Figura 117. correcta ubicación de las bocas de tormenta. Fuente: Manual DINASA diseño de sistemas de aguas pluviales urbanas.

En cuanto al diseño de estos dispositivos de captación, hay que tener en cuenta la seguridad del tránsito de los peatones y vehículos en las diferentes escalas así como prevenir la entrada de objetos extraños al sistema, estos resultan determinantes para su ubicación y diseño.

### 1. Elementos de seguridad

El barrote de las rejas siempre tiene que estar perpendiculares al sentido de circulación para prevenir caídas de ciclistas y motociclistas con separación máxima sustancialmente menor al ancho del pie de un niño, por ejemplo, 3cm. Respecto a su inclinación esta debe ser coincidente con la horizontal que permita el desplazamiento seguro de peatones y vehículos.

## 2. Elementos de soporte

Deben estar adecuadamente dimensionadas a la carga máxima a la que van a estar sometidas, sin deformaciones aparentes, sin movimientos, sin transmisión de ruidos aéreos.

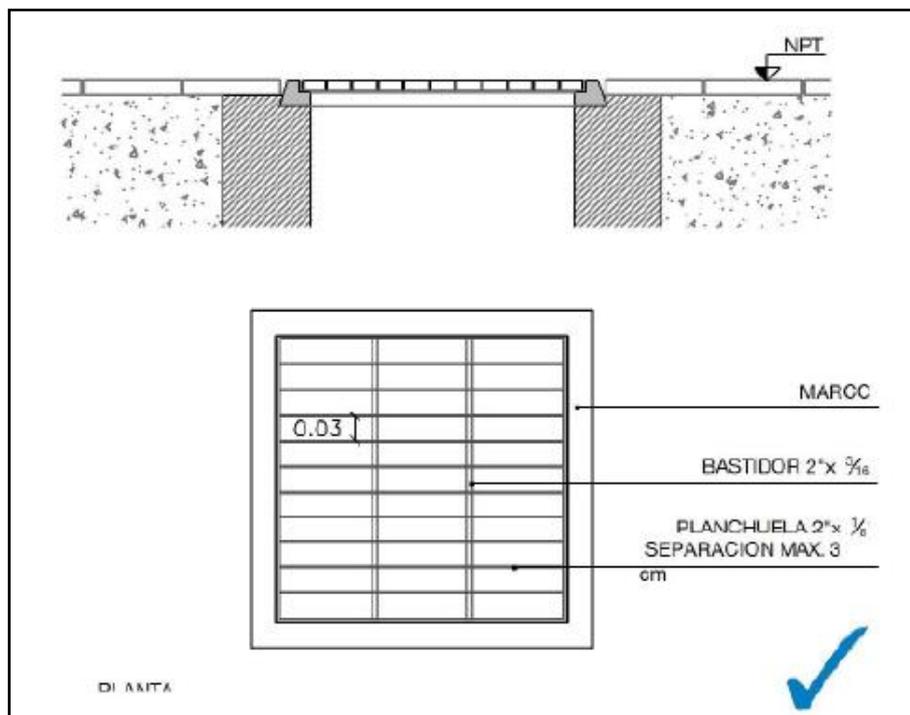
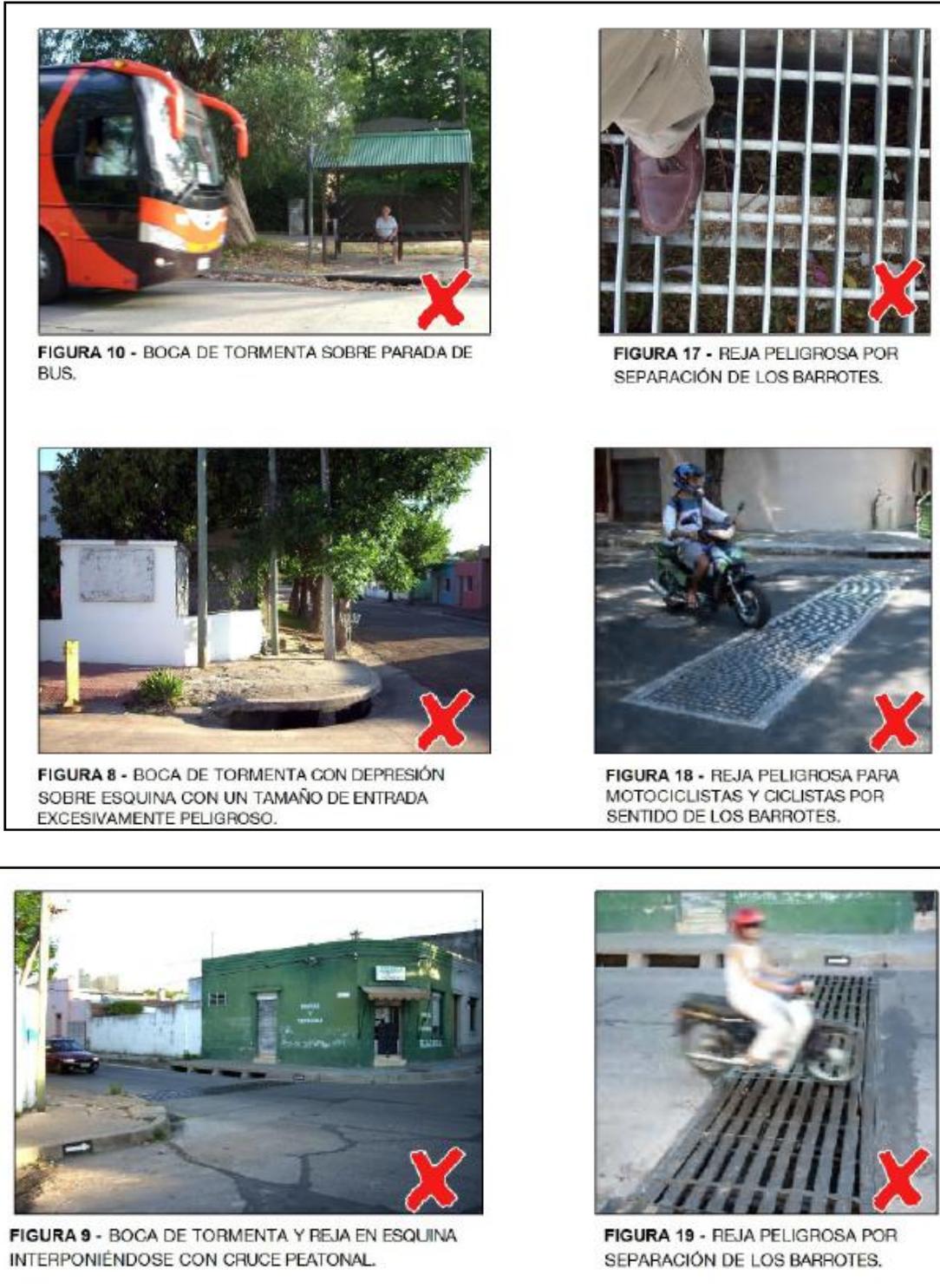


Figura 118. Reja con medidas recomendadas. Fuente: Manual DINASA diseño de sistemas de aguas pluviales urbanas.



**FIGURA 10** - BOCA DE TORMENTA SOBRE PARADA DE BUS.

**FIGURA 17** - REJA PELIGROSA POR SEPARACIÓN DE LOS BARROTES.

**FIGURA 8** - BOCA DE TORMENTA CON DEPRESIÓN SOBRE ESQUINA CON UN TAMAÑO DE ENTRADA EXCESIVAMENTE PELIGROSO.

**FIGURA 18** - REJA PELIGROSA PARA MOTOCICLISTAS Y CICLISTAS POR SENTIDO DE LOS BARROTES.

**FIGURA 9** - BOCA DE TORMENTA Y REJA EN ESQUINA INTERPONIÉNDOSE CON CRUCE PEATONAL.

**FIGURA 19** - REJA PELIGROSA POR SEPARACIÓN DE LOS BARROTES.

Figura 119. Ejemplos de malas prácticas. Manual DINASA diseño de sistema de aguas pluviales urbanas.



La Intendencia Municipal de Montevideo (IMM) maneja 4 bocas de tormenta tipo cuyos planos se encuentran disponibles en el cd de este manual. Se clasifican en función del largo de la misma como se muestra en la tabla.

Boca de Tormenta Tipo	Largo (m)
BT 1	1,2
BT 2	1,8
BT 3	3,4
BT 4	5

Tabla 35. Bocas Tormenta tipo según la intendencia Municipal de Montevideo. Fuente: Manual DINASA diseño de sistemas de aguas pluviales urbanas.

Los caudales límites para las bocas de tormenta en puntos bajos absolutos son función del diámetro de conexión (según se indica en los planos), y la IMM (Intendencia Municipal de Montevideo) recomienda diferentes valores en función del porcentaje de área sucia de la boca de tormenta.

Para este caso optaremos por considerar el 50% de tacho sucio, quedando por el lado de la seguridad.

Tacho sucio 50%		
Boca de Tormenta Tipo	Diámetro conex. (m)	Q limite (l/s)
BT 1	0,3	160
BT 2	0,3	160
BT 3	0,4	260
BT 4	0,4	260
BT 3	0,5	300
BT 4	0,5	340
BT 3	0,6	320
BT 4	0,6	390

Tabla 36. Capacidad máxima de las bocas de tormenta tipo de la IMM con tacho 50% sucio. Fuente: DINASA diseño de sistemas de aguas pluviales urbanas.

Considerando que tenemos un caudal por cuneta a escurrir de 38 l/s, estamos en el caso de una boca de tormenta tipo BT1 con diámetro de conexión de 300mm y una longitud de 1,20m.

Teniendo en cuenta los sumideros adoptados para trabajar en conjunto con las bocas de tormenta, los mismos se encuentran conectados entre sí con un caño de hormigón de 600mm por lo tanto para unificar la red plantearemos las bocas de tormenta con el mismo diámetro de conexión.

Estas bocas de tormenta se ubicaran en los puntos críticos que serán las intersecciones de las calles y donde hay cambio de dirección, de manera que el agua pueda escurrir correctamente.



Figura 120. Boca de tormenta. Fuente:

<https://www.colonia.gub.uy/?x=detalleNoticia&y=8ee51caaa2c2f4ee2e5b4b7ef5a89db7df1068d7>

#### 4.5. DESCARGA FINAL

El recorrido de la cañería está dado por las pendientes de las calles ya vistas anteriormente, de manera tal que todo descarga hacia la Ruta Provincial Numero 42, donde la cañería entre los sumideros que captaran el agua será de 600mm y al llegar al punto más bajo como se muestra en la imagen, se debería de emplear un caño de hormigón de 1800mm el cual atravesaría de manera perpendicular a la Ruta Provincial N° 39 para realizar su descarga final hacia el canal a cielo abierto existente que se encuentra paralela a la misma.

Actualmente, como vimos en el relevamiento particular de la zona, en la intersección de la rotonda y la Ruta Provincial N° 42 se encuentra un caño de Hormigón de 1100mm que se conecta a un conjunto de sumideros ubicados sobre la rotonda de la ciudad, descargando de la misma manera hacia el canal existente ya nombrado y de aquí seguir el mismo curso.

A través del relevamiento que se realizó, pudimos ver también el mal estado en el que se encuentra esa conexión entre la descarga que viene de la Ruta Provincial N° 42 y la desviación de la descarga final hacia el canal, asunto que se ha resuelto planteando un correcto sistema de drenaje urbano de la zona y de esta ruta en particular; el problema se encuentra en que a través de los cálculos llegamos a la conclusión de que para evacuar correctamente el caudal existente necesitamos de un caño de descarga final de 1800mm y el que existe actualmente es de 1100mm por lo tanto podríamos colocar un tubo nuevo de 1100mm paralelo al mismo existente para así evitar anularlo y aprovechar la presencia del mismo.

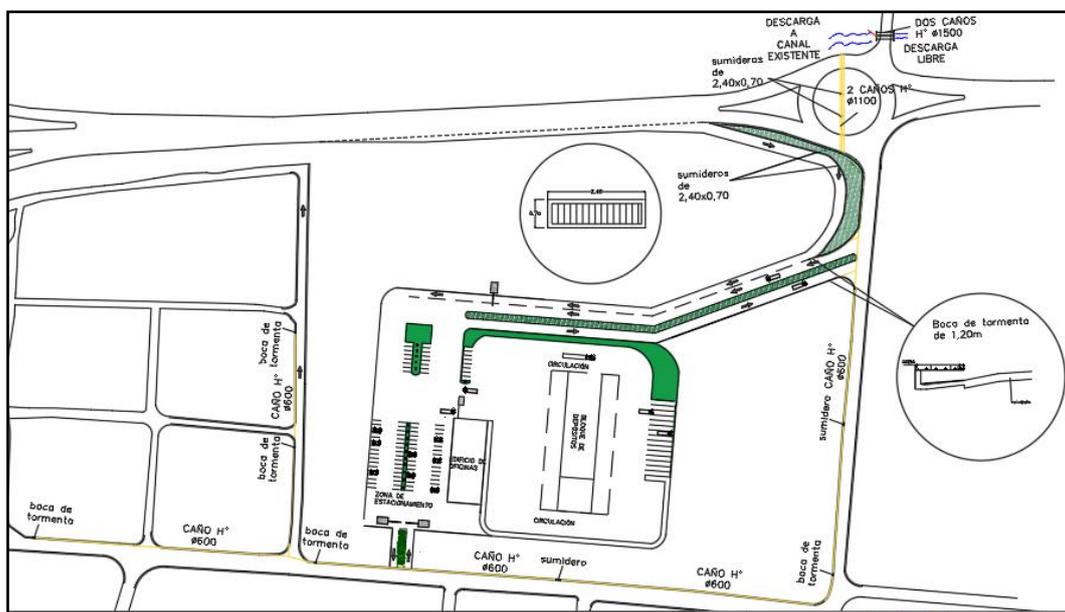


Figura 121. Distribución en planta con descarga final. Fuente: Propia.

Como conclusión y disposición final de las aguas recolectadas, nuevamente haciendo referencia al relevamiento particular de la zona y las encuestas realizadas, su paradero final es la descarga a cielo abierto a la cuneta/canal existente.

#### 4.6. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

Para la ejecución del presupuesto se basan los costos en lo determinado por la revista ARQ del diario Clarín y precios determinados a través de proveedores. El costo estimado de la obra se ejecutará computando los rubros de mayor incidencia dentro del



proyecto y sus partes intervinientes, tanto mano de obra como materiales para determinar el precio total de cada uno.

Los montos determinados corresponden al valor del dólar oficial el cual se ha tenido en cuenta su variación a través de la página oficial del Banco Nación.

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Importe (USD)
<b>Rubro TP TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
TP001	m2	Limpieza y nivelacion de terreno	2.500,000	\$32.100,00
TP002	m2	Obrador, deposito y sanitarios	18,000	\$2.454,66
<b>Total rubro TP</b>				<b>\$34.554,66</b>
<b>Rubro PC Procedimientos y cumplimientos</b>				
PC002	m2	Cartel de obra	6,000	\$3.275,70
<b>Total rubro PC</b>				<b>\$3.275,70</b>
<b>Rubro H HORMIGON</b>				
H01	ml	Caño de hormigon armado de 1100mm	46,000	\$1.382,30
H02	U	Bocas de tormenta	7,000	\$1.818,04
H03	U	Sumideros	4,000	\$11.476,60
H00002	ml	Caño de hormigon armado de 600mm	928,000	\$27.775,04
<b>Total rubro H</b>				<b>\$42.451,98</b>
<b>Total obra</b>				<b>\$80.282,34</b>
<b>Total obra (letras)</b>			<b>dolares ochenta mil doscientos ochenta y dos con treinta y cuatro centavos</b>	

Tabla 37. Cómputo y presupuesto anteproyecto hidráulico. Fuente: Propia.

Actualizando el monto total de USD 80.282,34 con el dólar al 9 de septiembre de 2022 cotizando a \$147,50, tenemos un monto tal de **\$11.841.645,15 (pesos once millones ochocientos cuarenta y un mil seiscientos cuarenta y cinco con quince centavos.)**



## 5. ANTEPROYECTO VIAL

El presente anteproyecto se plantea, para dar solución a la problemática que se ocasiona en zona céntrica de la ciudad de Concepción del Uruguay, por la circulación de vehículos de gran porte en calzadas no aptas para tal peso, por lo que, se proyecta la restauración del acceso oeste de la ciudad para acompañar a la circulación interna del anteproyecto Arquitectónico, siendo el mismo un Centro de Transferencias de Cargas a fin de evitar el ingreso de camiones en zonas urbanizadas. Así mismo, se plantea añadir una vía de acceso y egreso al CTC, logrando una convivencia ordenada de los distintos vehículos en el acceso, desde RP N°39 a la ciudad, y, permitiendo brindar un servicio operativo eficiente para las actividades desarrolladas en el CTC.

Con este diseño, no solo se beneficiarán los camiones, evitando el ingreso al perímetro urbano de Concepción del Uruguay, sino que también se brinda seguridad y confort a los vehículos y peatones que circulan diariamente por dichas zonas.

Por otro lado, según lo desarrollado en el relevamiento particular Vial, se plantea la pavimentación de la calle Pública 1165, ya que por la misma transitarán los vehículos pesados que egresen del CTC. Esto daría solución a la generación de polvillo, proveniente de la calle de ripio.

Por último, se plantea la pavimentación de la Calle Pública 1106, con el fin de dar solución al loteo que se encuentra en cercanía a la zona de implantación del proyecto, ya que sus calles se encuentran deterioradas.



Figura 122. Zona de intervención, Anteproyecto Vial: Fuente: Google Earth.

## 5.1. DISEÑO PRELIMINAR ACCESO SUR-OESTE DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

### Datos iniciales

Se determinan los parámetros necesarios para definir los condicionantes propios del proyecto, siendo estos la vida útil, velocidad directriz, capacidad y nivel de servicio, radios de giro y ábacos para intersecciones viales.

### Vida útil

Según AASHTO “Guide for Design of Pavements Structures” para una vía urbana de tránsito elevado se debe tener un mínimo de 20 años, por lo que se define un periodo de diseño desde 2022 al 2042.

### Velocidad Directriz

Se define como velocidad directriz (V) a la máxima velocidad a la que puede transitar con seguridad, sobre una sección de camino, un conductor de habilidad media manejando un vehículo en buenas condiciones mecánicas, bajo condiciones favorables de: flujo libre, clima, visibilidad y calzada húmeda.

Esta velocidad permite definir los parámetros mínimos de diseño referidos a distancias visuales, y alineamientos horizontal y vertical. Otros elementos referidos a la



sección transversal como el ancho de calzada, banquetas, medianas y zona despejada de peligros están íntimamente ligados a la velocidad directriz y pueden restringirla.

Debido a que se encuentra en zona rural, según la Ley de Tránsito N°24.449 en zona rural, la velocidad máxima para automóviles es de 110km/h y para camiones 80km/h.

Contemplando que en la zona de estudio se encuentra un loteo residencial, se adopta una velocidad de 30 km/h.

### Vehículo de diseño

Las características físicas de los vehículos y las proporciones de tamaños de los vehículos son controles de diseño que definen varios elementos geométricos. Es necesario examinar todos los tipos de vehículos, agruparlos, y determinar vehículos representativos en cada clase, para su uso en el diseño.

La norma de DNV adopta los siguientes cuatro clases de vehículos:

- Vehículos de pasajeros: incluye los vehículos livianos (automóviles) y camiones livianos de reparto (furgonetas y camionetas).
- Camiones: incluye los camiones sin y con acoplado, semirremolques y semirremolques con acoplado.
- Ómnibus: incluyen los colectivos simples, micrómnibus, colectivos articulados, colectivos escolares, y similares.
- Vehículos de recreación: casa rodante, coche y remolque. Si bien en la bibliografía se mencionan y en este capítulo se brindan algunas características, no se propuso su uso como vehículo de diseño.
- Motocicletas, motonetas, bicicletas.

### Vehículos representativos

La Norma DNV 2010 adopta los siguientes vehículos representativos de cada clase:

- Vehículos de pasajeros:  
Vehículo liviano de pasajeros (P).



- Ómnibus:
  - Ómnibus interurbano (BUS-14)
  - Ómnibus urbano (CITY-BUS)
- Camiones:
  - Camión de unidad simple (SU)
  - Camión semirremolque mediano (WB-12)
  - Camión semirremolque grande (WB-15)
  - Camión semirremolque especial (WB-19)
- Vehículos recreacionales:
  - Casa rodante (MH)
  - Coche y remolque caravana (P/T)
  - Coche y remolque bote (P/B)

El tamaño y maniobrabilidad de los vehículos es un factor que gobierna el diseño de las intersecciones, particularmente en soluciones canalizadas.

Según los diferentes vehículos aforados en la calle Pública N°1165, se adopta el vehículo de diseño Camión semirremolque mediano (WB-12) y para Calle Pública N°1106 se adopta el vehículo de diseño liviano de pasajeros (P).

#### Radio de Giro

El radio de giro es una medición que describe la capacidad de un determinado vehículo para girar. Cuanto más corto es el radio de giro de un vehículo se dice que este ofrece más maniobrabilidad.

Los radios de curvatura no se encuentran restringidos por la velocidad directriz, ya que ésta es mínima.

Un ensayo realizado por la UTN – Facultad Regional Santa Fe demostró que un radio de 25 m resulta adecuado para maniobras a baja velocidad, manteniendo un sobrecancho de 2,60m.



Figura 123. Radios de giro y sobreaño. Fuente: UTN Facultad Regional Santa Fe

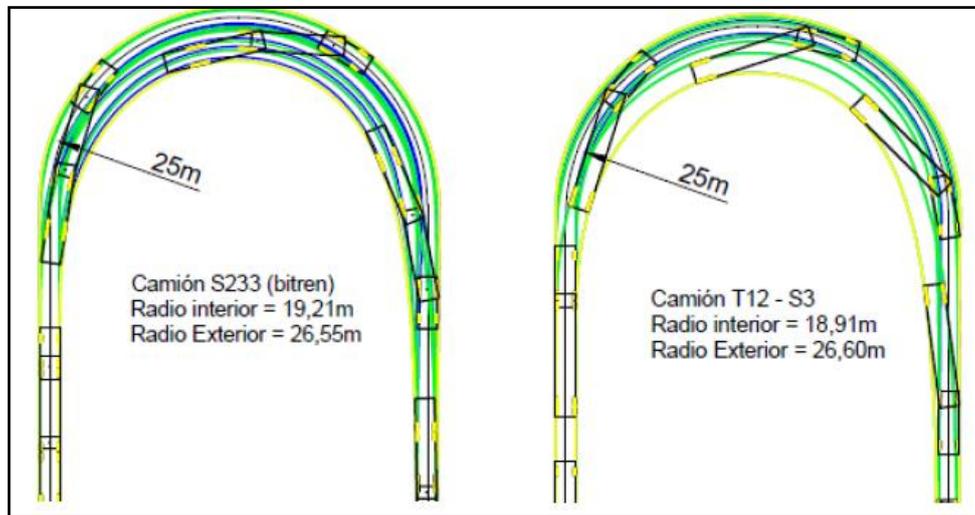


Figura 124. Modelado de radios de giro y sobreaños. Fuente: Proyecto Final de Carrera “Reestructuración del Puerto de Concepción del Uruguay”, autores: Aduco, Bouvet, Caballero.

### Nivel de Servicio

La norma de DNV lo describe como un término que refleja las infinitas combinaciones diferentes de condiciones de operación que pueden ocurrir en un carril o en una calzada, cuando sirven a volúmenes diversos. Sirve así, como medida del grado de congestión del carril o calzada.



### 5.1.1 CALLE PÚBLICA 1165

#### Diseño Geométrico

Se determinan los parámetros de diseño geométrico del alineamiento vertical y horizontal, como las condiciones topográficas, siguiendo las directrices de la norma de DNV.

- Vida útil: 20 años.
- Ancho de calzada: 3.30m cada calzada
- Banquina: 0.50 m
- Ancho estacionamientos: 0m
- Trochas: Dos carriles
- Pendiente de la calzada: 2%
- Pendiente de banquetas: 5%
- Taludes: 1:2
- Cordón cuneta: Ambos márgenes de calzada 0.70 m de ancho
- Pendiente de cordón cuneta: 5%

#### Estimación del TMDA futuro

Calculado el TMDA en el relevamiento vial, se procede a calcular el TMDA que se tendría en el último año de la vida útil de la propuesta para diseñarla. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$TMDA_n = TMDA_0 * (1 + i)^n$$

Siendo:

$TMDA_n$  = Tránsito medio diario anual estimado a n años.

$TMDA_0$  = Tránsito medio diario anual actual.

$i$  = Tasa anual de crecimiento.

$n$  = Cantidad de años (20).

Las tasas anuales de crecimiento para cada tipo de vehículo según el Observatorio Nacional de Datos de Transporte (ADEFA).



AÑO	PAQUETE AUTOMOTOR				
	Automoviles	Utilitarios livianos	Carga	Ómnibus	Total
2010	224.956	68.082	20.159	1.752	314.949
2011	249.017	73.743	21.203	1.866	345.829
2012	265.313	77.217	21.970	1.973	366.473
2013	289.752	83.693	23.113	2.076	398.634
2014	312.650	90.061	24.153	2.237	429.101
2015	323.144	93.257	24.153	2.237	442.791
2016	333.849	96.665	25.167	2.359	458.040
2017	335.522	97.542	25.371	2.398	460.833
2018	337.239	98.353	25.446	2.443	463.481
2019	338.449	99.284	25.583	2.454	465.770
2020	339.433	100.022	25.752	2.487	467.694

Tabla 38. Estimación parque de automóviles, utilitarios livianos, camiones y ómnibus de Argentina (Provincia de Entre Ríos).

Fuente: ADEFA.

AÑO	VARIACION INTERANUAL			
	Automoviles	Utilitarios livianos	Carga	Ómnibus
2010-2011	10,7%	8,3%	5,2%	6,5%
2011-2012	6,5%	4,7%	3,6%	5,7%
2012-2013	9,2%	8,4%	5,2%	5,2%
2013-2014	7,9%	7,6%	4,5%	7,8%
2014-2015	3,4%	3,5%	2,3%	2,3%
2015-2016	3,3%	3,7%	1,9%	3,1%
2016-2017	0,5%	0,9%	0,8%	1,7%
2017-2018	0,5%	0,8%	0,3%	1,9%
2018-2019	0,4%	0,9%	0,5%	0,5%
2019-2020	0,3%	0,7%	0,7%	1,3%
<b>Promedio</b>	<b>4,3%</b>	<b>4,0%</b>	<b>2,5%</b>	<b>3,6%</b>

Tabla 39. Parque automotor de Argentina (Entre Ríos). Variaciones interanuales de automóviles, utilitarios livianos, camiones y ómnibus. Fuente: ADEFA.

En este caso, el tráfico de la vía se compone esencialmente se automóviles, camiones y ómnibus, teniendo cada uno de ellos una tasa de crecimiento diferente. Por consiguiente, se debe estimar por separado el tránsito medio diario anual de cada uno.

Tasa de crecimiento anual:

$$i_{autos} = 4,3\%$$

$$i_{omnibus} = 3,6\%$$

$$i_{camiones} = 2,5\%$$



Partiendo de estos datos y teniendo en cuenta los porcentajes de vehículos calculados en el relevamiento, se aplica la fórmula desarrollada anteriormente para obtener el TMDA futuro. Cabe aclarar, que estos últimos porcentajes se lograron a partir del análisis de uno de los días aforados, por lo que se debieron multiplicar por el TMDA actual para poder obtener la cantidad de vehículos, que según su tipo, circulan durante un año por la vía analizada.

Al TMDA se le suma el tránsito que se generara por el CTC, el cual es de 85 veh livianos/día, ya que el ingreso y egreso al CTC de vehículos livianos se proyecta sobre la calle Pública N°1165.

Año	Vehículos livianos		Vehículos pesados		Omnibus		TMDA total
0	86,73	4,3%	61,52	2,5%	0,00	3,6%	148
20	201,30	4,3%	100,81	2,5%	0,00	3,6%	302

Tabla 40. TMDA al inicio y al final del período de diseño Calle Pública N°1165. Fuente: Propia.

El TMDA a emplear para el cálculo del paquete estructural, que se desarrollará más adelante, es de 302 veh/día, considerando vehículos pesados y livianos.

#### Volumen Horario de Diseño (VHD)

El volumen horario de diseño (VHD) expresa la cantidad de vehículos que circula por la vía durante 1 hora, relacionándose con el valor del TMDA calculado.

La hora de diseño comúnmente usada, la cual presenta un correcto balance en la relación técnico-económica, es la trigésima. Según las experiencias de nuestro país, el volumen de esa hora representa entre el 10% y 14% del TMDA para rutas rurales básicas. En este proyecto, el volumen horario de diseño se adoptó como del 12% TMDA.

$$VHD = 0,12 * TMDA_{actual}$$

$$VHD = 0,12 * 148 \frac{veh}{dia}$$

$$VHD \cong 18 \frac{veh}{hora}$$



### Intensidad de Servicio

A partir del Valor de VHD se calculó la intensidad horaria (I), la cual representa demanda vehicular en el cuarto de hora de mayor tráfico. Es igual al cociente entre el volumen horario de diseño (VHD) y el factor de Hora Pico (FHP).

NS	FHP
A	0,91
B	0,92
C	0,94
D	0,95
E	1,00

Tabla 41. Factores de hora pico para cada nivel de servicio. Fuente : HighwayCapacity Manual 2000.

$$FHD = \frac{VHD}{FHP}$$

NS	VHD	FHP	FHD
A	18	0,91	20
B	18	0,92	20
C	18	0,94	19
D	18	0,95	19
E	18	1,00	18

Tabla 42. Flujo horario de diseño para cada nivel de servicio de Calle Pública N°1165. Nota: Autoría propia. Fuente: HighwayCapacity Manual 2000.

### Nivel de servicio para tramos generales

El cálculo de capacidad, definido como el número máximo de vehículos por hora que puede pasar por la vía bajo las condiciones dadas, se efectúa para determinar si la vía analizada es capaz de satisfacer un flujo igual al flujo de diseño estimado anteriormente.

$$IS_i = 2800 \frac{Veh}{hora} \times \left(\frac{I}{C}\right)_i \times f_R \times f_A \times f_{VP}$$

$IS_i$  : Intensidad de servicio para el nivel del servicio i.

$\left(\frac{I}{C}\right)$ : Relación intensidad-capacidad para el nivel de servicio.



$f_R$ : Factor de ajuste de reparto por sentido.

$f_A$ : Factor de ajuste ancho de carriles y banquetas.

$f_{VP}$ : Factor de ajuste presencia de vehículos pesados.

Para determinar los factores se toman las siguientes características:

- Terreno llano.
- Zona de no sobrepaso 2%.
- Vía de dos carriles, sin separación entre los sentidos, con un reparto del 50%.
- Ancho de carril de 3.30 m con banquetas de 1.20 m.

Los valores de la relación I/C dados en la siguiente tabla, reflejan una relación compleja entre velocidad, intensidad, demora y las características geométricas de la carretera de dos carriles. Los valores de I/C varían con el nivel de servicio, el tipo de terreno y la magnitud de las restricciones de adelantamiento.

NIVELES DE SERVICIO PARA TRAMOS DE CARRETERAS DE 2 CARRILES DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS NORMALES																						
RELACIÓN I/C																						
NS	% DEM. EN TIEMPO	TERRENO LLANO						TERRENO ONDULADO						TERRENO MONTAÑOSO								
		Vm	% PROHIBIDO ADELANTAR						Vm	% PROHIBIDO ADELANTAR						Vm	% PROHIBIDO ADELANTAR					
			0	20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100
A	< 30	> 93	0	0,12	0	0,07	0	0,04	> 91	0	0,10	0	0,05	0	0,03	> 90	0	0,09	0	0,04	0	0,01
B	< 45	> 88	0	0,24	0	0,19	0	0,16	> 86	0	0,23	0	0,17	0	0,13	> 86	0	0,20	0	0,13	0	0,10
C	< 60	> 83	0	0,39	0	0,34	0	0,32	> 82	0	0,39	0	0,32	0	0,28	> 78	0	0,33	0	0,23	0	0,16
D	< 75	> 80	1	0,62	1	0,59	1	0,57	> 78	1	0,57	1	0,48	0	0,43	> 70	1	0,50	0	0,40	0	0,33
E	> 75	> 72	1	1,00	1	1,00	1	1,00	> 64	1	0,94	1	0,91	1	0,90	> 56	1	0,87	1	0,82	1	0,78
F	100	> 72	-	-	-	-	-	-	> 64	-	-	-	-	-	-	> 56	-	-	-	-	-	-

Tabla 43. Valores de relación I/C. Fuente : HighwayCapacity Manual 2000.

Para obtener el *factor de ajuste por reparto de sentidos* se tiene en cuenta los valores propuestos en la siguiente tabla.

FACTORES DE AJUSTES DEL REPARTO POR SENTIDOS EN TRAMOS DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS NORMALES						
REPARTO POR SENTIDOS	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50
FACTOR DE AJUSTE FR	1	0,75	1	0,89	1	1,00

Tabla 44. Factor de ajuste de reparto por sentidos  $f_R$ . Fuente: HighwayCapacity Manual 2000.



Se obtiene el *factor de reparto por efecto combinado de la anchura de los carriles* a partir de la siguiente tabla. En este caso, se toman los valores de la tabla pertenecientes a un carril de 3.30 m y banquina de 0.50 m.

FACTORES DE AJUSTE POR EL EFECTO COMBINADO DE LA ANCHURA DE LOS CARRILES $f_a$										
ANCHURA DE LA BANQUINA	CARRILES 3,60		CARRILES 3,50		CARRILES 3,30		CARRILES 3		CARRILES 2,70	
	NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO		NIVEL DE SERVICIO	
	A-D	E								
1,80	1,00	1,00	0,98	0,98	0,93	0,94	0,84	0,87	0,70	0,76
1,20	0,92	0,97	0,90	0,95	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74
0,60	0,81	0,93	0,79	0,91	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,70
0,50	0,79	0,92	0,77	0,90	0,73	0,87	0,66	0,80	0,56	0,69
0,00	0,70	0,88	0,68	0,86	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66

Tabla 45. Factor de ajuste por efecto combinado de la anchura de los carriles  $f_a$ . Fuente: HighwayCapacity Manual 2000.

Por último, el *factor de ajuste debido a la presencia de vehículos pesados*, se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$f_{vp} = \frac{1}{(1 + P_c * (E_c - 1) + P_b * (E_b - 1))}$$

Donde:

$P_c$ : Proporción de camiones en la circulación, expresada en tanto por uno.

$P_b$ : Proporción de ómnibus en la circulación, expresada en tanto por uno.

$E_c$ : Equivalencia de camiones.

$E_b$ : Equivalencia de ómnibus.

Tanto el  $E_c$  como el  $E_b$ , se calculó a través de la siguiente tabla para un terreno llano y para cada nivel de servicio.



EQUIVALENTES EN VEHICULOS LIGEROS DE CAMIONES, VEHICULOS DE RECREO Y AUTOBUSES PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES EN TRAMOS DE CONDICIONES GEOMETRICAS NORMALES				
TIPO DE VEHICULO	NIVEL DE SERVICIO	TIPO DE TERRENO		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
CAMIONES Ec	A	2,00	4,00	7,00
	B y C	2,20	5,00	10,00
	D y E	2,00	5,00	12,00
VEHICULOS RECREO Er	A	2,20	3,20	5,00
	B y C	2,50	3,90	5,20
	D y E	1,60	3,30	5,20
AUTOBUSES Eb	A	1,80	3,00	5,70
	B y C	2,00	3,40	6,00
	D y E	1,60	2,90	6,50

Tabla 46. Equivalencias en vehículos. Fuente: Propia.

En el caso de este anteproyecto no se considerarán vehículos de recreo ni autobuses.

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados de IS.

Nivel de servicio	I/C	fa	fr	fvp	IS
A	0,12	1,00	0,73	0,55	134,75
B	0,24	1,00	0,73	0,50	247,11
C	0,39	1,00	0,73	0,50	401,55
D	0,62	1,00	0,73	0,55	696,21
E	1,00	1,00	0,87	0,55	1332,19

Tabla 47. Intensidad para cada nivel de servicio. Período inicial. Fuente: Propia.

Si se compara el FHD obtenido para el año 0, con los límites de intensidades para cada nivel de servicio, se observa que el camino, al inicio de su vida útil, poseerá un **nivel de servicio A**.

#### Nivel de servicio durante la vida útil

Se determina el flujo horario correspondiente al TMDA de cada año y se lo compara con los valores límites de cada nivel de servicio en la siguiente tabla.

N° años	TMDA veh livianos	TMDA veh pesados	TMDA	VHD (vh/h)	FHP	FHD (veh/h)	Nivel de Servicio
0	86,73	61,52	148,25	17,79	0,86	20,69	A
1	90,46	63,06	153,52	18,42	0,86	21,42	A
2	94,35	64,63	158,98	19,08	0,86	22,18	A
3	98,40	66,25	164,65	19,76	0,86	22,97	A
4	102,64	67,91	170,54	20,47	0,86	23,80	A
5	107,05	69,60	176,65	21,20	0,86	24,65	A
6	111,65	71,34	183,00	21,96	0,86	25,53	A
7	116,45	73,13	189,58	22,75	0,86	26,45	A
8	121,46	74,96	196,42	23,57	0,86	27,41	A
9	126,68	76,83	203,51	24,42	0,86	28,40	A
10	132,13	78,75	210,88	25,31	0,86	29,43	A
11	137,81	80,72	218,53	26,22	0,86	30,49	A
12	143,74	82,74	226,48	27,18	0,86	31,60	A
13	149,92	84,81	234,72	28,17	0,86	32,75	A
14	156,37	86,93	243,29	29,19	0,86	33,95	A
15	163,09	89,10	252,19	30,26	0,86	35,19	A
16	170,10	91,33	261,43	31,37	0,86	36,48	A
17	177,42	93,61	271,03	32,52	0,86	37,82	A
18	185,05	95,95	280,99	33,72	0,86	39,21	A
19	193,00	98,35	291,35	34,96	0,86	40,65	A
20	201,30	100,81	302,11	36,25	0,86	42,15	A

Tabla 48. Nivel de Servicio correspondiente al TMDA de cada año. Fuente: Propia.

### Intersecciones

El tramo de camino que se pretende realizar cuenta con 4 intersecciones a las que se le debe prestar atención.



Figura 125. Puntos de intersección de caminos. Fuente: Propia.



En los puntos donde se cruzan las vías no habría problemas vehiculares debido a que, los caminos intersectados no presentan un gran flujo vehicular en los puntos de conexión.

En caso de que en el futuro se genere un flujo vehicular considerable, se deberían proyectar intercambiadores para solucionar el problema del tránsito en dichas conexiones.

### Pavimento

El pavimento es una estructura sometida a cargas externas de tráfico y clima que generan esfuerzos y deformaciones internas en las capas que lo componen. Tradicionalmente, se lo divide en dos grandes categorías, rígidos o flexibles.

- Pavimento flexible: Construidos con materiales asfálticos y materiales granulares.
- Pavimentos rígidos: Construidos con hormigón de cemento portland y materiales granulares.
- Otros pavimentos: Adoquines, empedrados, etc.

En este caso, se opta por realizar un pavimento rígido, debido a su mayor vida útil, mejor resistencia al tránsito y una menor necesidad de mantenimiento. Los pavimentos de hormigón presentan bajas deflexiones cuando son solicitados, ya que debido a su alto módulo de elasticidad son capaces de distribuir las cargas en mayores superficies, reduciendo de esta manera los esfuerzos transmitidos a las capas inferiores.

### 5.1.2 PREDIMENSIONADO (MÉTODO DE AASHTO 1993)

Para obtener el espesor de la losa de hormigón que conforma la calzada del camino, se utiliza el método AASHTO 1993 el cuál incorpora al cálculo los siguientes parámetros:

#### Serviciabilidad

Se utiliza para cuantificar el desempeño del pavimento, asociado a la durabilidad del mismo. Se mide en una escala del 0 al 5, en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente.



PSR	Condición
0-1	Muy pobre
1-2	Pobre
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

Tabla 49. Niveles de Serviciabilidad. Fuente: Diseño de Pavimentos Método AASTHO 93.

En el diseño del pavimento se deben elegir la serviciabilidad inicial y final.

- La inicial, es función del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción.
- La final, es función de la categoría del camino.

Los valores recomendados por la guía AASHTO son los siguientes:

- Serviciabilidad inicial: 4,50.
- Serviciabilidad Final: 2,50 o más (Para caminos importantes); 2 (Para caminos de bajo tránsito).

Para el proyecto se adoptó una serviciabilidad inicial igual a 4,50 y una final igual a 2,50.

### Confiabilidad

Los factores estadísticos que influyen en el comportamiento de los pavimentos son la Confiabilidad (R) y la Desviación estándar (So).

La confiabilidad se refiere al grado de certidumbre de que un dado diseño puede llegar al fin de su período de análisis en buenas condiciones.

Tipo de Camino	Confiabilidad Recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas Interestatales y Autopistas	85%-99,9%	80%-99,9%
Arterias Principales	80%-99%	75%-99%
Colectoras	80%-95%	75%-95%
Locales	50%-80%	50%-80%

Tabla 50. Niveles de Confiabilidad Recomendados. Fuente: AASHTO 1993.



Se adopta una confiabilidad de 80%.

La Desviación estándar es el error estadístico presente en las ecuaciones de diseño debido a la variabilidad en los materiales, ejecución, etc. Representa la dispersión entre el desempeño predicho y el real.

La guía AASHTO facilita los siguientes valores de referencia para pavimentos rígidos:

- $S_o$ : 0,39 (Cuando se considera la variación del tránsito previsto).
- $S_o$ : 0,34 (Cuando no se considera la variación del tránsito previsto).

Para el proyecto se adoptó una desviación estándar con un valor igual a 0,34.

### Transito

Esta metodología considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el mismo antes de llegar a las condiciones de servicio final establecidas para el camino. Debido a que en la realidad el transito esta constituidos por vehículos de distinto porte, peso, numero de ejes, hace difícil su cálculo, por eso el método realiza una conversión a un tránsito equivalente ESAL.

El tránsito equivalente indica que el daño producido por el paso de un eje de cualquier carga puede ser representado, según la AASHTO, por un numero de ejes sencillos equivalentes a 80 kN. Se calcula teniendo en cuenta la distribución de las trochas, el valor de TMDA, factor equivalente, factor de crecimiento y la cantidad de ejes de cada tipo de vehículo.

Se calcula el ESAL correspondiente a cada vehículo de diseño adoptado durante el diseño geométrico, con la cantidad de ejes y cargas respectivas a cada uno. El resultado más desfavorable se utiliza para el diseño estructural del pavimento.

### Factor de equivalencia de carga

Estos valores se obtienen a partir de los resultados experimentales de la AASHO Road Test.



ESALS PARA CADA CLASE DE VEHICULO EN PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE						
CLASE DE VEHICULO DEL AFORO SNC	CONFIGURACION DE EJES SNC				ESALS/VEHIC PAV. FLEX FC	ESALS/VEHIC PAV. RIG FC
	EJE DELANTERO	EJE TRASERO 1	EJE TRASERO 2	EJE TRASERO 3		
1.- Automóviles, Jeep y Vehículos					0,0005307328	0,0005331713
2.- Camionetas (Hasta 2 Tons.)					0,0038196148	0,0032575415
3.- Minibuses					0,0038196148	0,0032575415
4.- Microbuses (12 - 21 Ases.)					0,0538818880	0,0472151703
5.- Bus Mediano (22 - 35 Ases.)					3,6656321218	3,6896151626
6.- Bus Grande (36 Ases. o más.)					2,5932513675	4,3525233579
7.- Camión Mediano (Hasta 6 Tons.)					0,5198460398	4,1933079018
8.- Camión Grande (Dos ejes.)					2,3093018558	5,2299016602
9.- Camión Grande (Tres ejes.)					3,1095732189	4,8592070530
10.- Camión semirremolque					4,3868313718	9,0757413230
11.- Camión con remolque					8,0489392453	12,7623655297
12.- Otros vehículo (No incluye motocicletas)					0,0538818880	0,0472151703

Figura 126. ESALS para cada tipo de vehículo. Fuente: AASHO Road Test.

Carga de Eje Bruto		Factores de Carga Equivalentes		
kN	lb	Ejes Simple	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1000	0.0002		
8.9	2000	0.0004		
17.8	4000	0.0009	0.0003	
26.7	6000	0.0104	0.001	0.0003
35.6	8000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10000	0.0877	0.007	0.003
53.4	12000	0.189	0.014	0.003
62.3	14000	0.36	0.027	0.006
71.2	16000	0.623	0.047	0.011
80	18000	1	0.077	0.017
89	20000	1.51	0.121	0.027
97.9	22000	2.18	0.18	0.04
106.8	24000	3.03	0.26	0.057
115.6	26000	4.09	0.364	0.08
124.5	28000	5.36	0.495	0.109
133.4	30000	6.97	0.658	0.145
142.3	32000	8.88	0.857	0.191
151.2	34000	11.18	1.095	0.246
160.1	36000	13.99	1.38	0.313
169	38000	17.3	1.7	0.391
178	40000	21.08	2.08	0.487
187	42000	25.64	2.51	0.597
195.7	44000	31	3	0.723
204.5	46000	37.24	3.55	0.868
213.5	48000	44.1	4.17	1.033
224	50000	52.88	4.86	1.22
231.3	52000		5.63	1.43
240.2	54000		0.47	1.66
249	56000		7.41	1.91
258	58000		8.45	2.2
267	60000		0.50	2.51
275.8	62000		10.84	2.85
284.5	64000		12.23	3.22
293.5	66000		13.73	3.62
302.5	68000		15.38	4.05
311.5	70000		17.19	4.52
320	72000		19.18	5.03
329	74000		21.32	5.57
338	76000		23.66	6.15
347	78000		26.21	6.78
355	80000		29	7.45
364.7	82000		32	8.2
373.6	84000		35.3	8.9
382.5	86000		38.8	9.8
391.4	88000		42.6	10.6
400.3	90000		46.8	11.6

Figura 127. Factores de equivalencia de carga. Fuente: Apéndice D, AASHTO, Guía de Diseño para Pavimentos Estructurales, D.C. 1993.



Vehículo	Carga eje (Kg)	Factor Eje Equivalente
Automovil	500	0,00002
Camion semirremolque	7000	0,55
	18000	2,02
	25000	1,99

Tabla 51. Factor de equivalencia de carga para el proyecto. Fuente: Propia.

### Factor de crecimiento

El pavimento debe ser diseñado para servir adecuadamente la demanda de tránsito durante el período de diseño, por lo tanto, debe anticiparse el crecimiento del tránsito. Esto puede considerarse mediante el factor de crecimiento.

$$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Siendo:

$FC$ : Factor de crecimiento.

$r$ : Tasa de crecimiento en decimales (Automovil 4,3%, Camiones 2,5%).

$n$ : Vida útil en años (20 años).

$$FC = \frac{(1 + 0,043)^{20} - 1}{0,043} = 30,72$$

$$FC = \frac{(1 + 0,025)^{20} - 1}{0,025} = 25,54$$

Obtenidos los factores necesarios para el cálculo del ESAL, se cargan en la siguiente ecuación y se obtiene el valor del mismo.

$$ESAL: \sum \left( \frac{n^\circ \text{ veh}}{\text{año}} \times F_{eq} \times n^\circ \text{ ejes} \times FC \right)$$



Vehiculos	Carga eje (Kg)	Reparto	N° de ejes	TMDA	Dias del año	Vida util	Factor eje Equivalente	FC	N° Ejes Equivalente
Liviano	500	0,50	2	86,7	365	20	0,00002	30,72	19,449
Vehiculos	Carga eje (Kg)	Reparto	N° de ejes	TMDA	Dias del año	Vida util	Factor eje Equivalente	FC	N° Ejes Equivalente
Camion semirremolque	7000	0,50	1	61,5	365	20	0,55	25,54	157710
	18000		1	61,5	365	20	2,02	25,54	579227
	25000		1	61,5	365	20	1,99	25,54	570625
									1307562,72

Tabla 52. Número de ejes equivalentes. Fuente: Propia.

Para el cálculo del paquete estructural se utiliza un ESAL de 1.307.563, en este número ya se considera el reparto correspondiente a cada sentido de circulación, que es del 50%.

### Transferencia de carga (J)

Es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes, con el objetivo de minimizar deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento.

Según la AASHTO se recomienda un valor de J para pavimentos de hormigón y reforzado con juntas de entre 2,5 y 3,1, por lo que se adopta un valor de 2,5.

### Propiedades del hormigón

Las propiedades del hormigón que influyen en el diseño y en el comportamiento a lo largo de su vida útil son dos:

- Resistencia a la tensión por flexión o módulo de rotura (MR): 4,5 MPa.
- Módulo de elasticidad del hormigón (Ec): 25742 MPa.

Estos valores de resistencia corresponden a un hormigón H-30, comúnmente utilizado en pavimentos viales.

### Resistencia de la subrasante

El módulo de reacción del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento. Según la dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos, en las zonas ribereñas predominan los suelos



del tipo entisol, desarrollados bajo condiciones hidromórficas permanentes, con altos contenidos de arcilla y con presencia de la napa freática cercana a la superficie. Se adopta un valor soporte de  $k = 100$  pci.

Tipo de suelo	Soporte	Rango de kc (psi)
Suelos finos, predominancia de limo y arcilla	Bajo	75-120
Arena y mezcla con grava, cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130-170
Arena y mezcla con grava, libre de finos	Alto	180-220
Suelo cemento	Muy alto	250-440

Tabla 53. Tipo de suelo subrasante y valores aproximados de k. Fuente: Guía para diseño y construcción de pavimentos, Salazar Rodríguez.

### Drenaje

Se puede evaluar mediante el coeficiente de drenaje (Cd) el cual depende de la calidad del drenaje y de la exposición a la saturación.

Calidad de drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	El suelo libera el 50% del agua en 2 horas
Bueno	El suelo libera el 50% del agua en 1 día
Medio	El suelo libera el 50% del agua en 7 días
Malo	El suelo libera el 50% del agua en 1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

Tabla 54. Calidad de drenaje. Fuente: Guía para diseño y construcción de pavimentos, Salazar Rodríguez.

Calidad de drenaje	Tiempo expuesto a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mas de 25%
Excelente	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,1
Bueno	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,0
Medio	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,9
Malo	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,8
Muy malo	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,7

Tabla 55. Valores para el coeficiente de drenaje. Fuente: Guía para diseño y construcción de pavimentos, Salazar Rodríguez.

En el proyecto, el suelo de la subrasante presenta una calidad de drenaje buena y un tiempo de exposición a saturación mayor al 25%, se tiene un valor de 1.



### 5.1.3 CALCULO DE LOSA DE HORMIGÓN

En función de todos los valores obtenidos, se procedió a calcular el espesor de la losa de hormigón mediante el uso de un software libre desarrollado por el Ingeniero Luis R. Vásquez, cuya base de datos se basa en las tablas y ábacos empleados por el método AASHTO 1993.

De acuerdo al método, para las condiciones de la vía y del tránsito que recibirá, el espesor de losa a utilizar debe ser de 6 pulgadas, lo que equivale a aproximadamente 15.24 cm. Por motivos constructivos, se decide emplear una losa de 20 cm de espesor.

Como refuerzo, para evitar fisuraciones, la losa lleva una malla electrosoldada de 15 x 15 cm y 6mm de espesor.

#### 5.1.4 PAQUETE ESTRUCTURAL

El paquete estructural está compuesto por la losa de hormigón, apoyada sobre una sub-base granular y por último una sub-rasante mejorada.

La capa de base se propone esté compuesta por broza de cantera, con tamaño máximo de partícula de 5 cm, con un espesor de capa de 15 cm compactado como mínimo al 98% de la densidad seca máxima según ensayo Proctor T – 180. Dicho ensayo es requerido por el grado necesario de compactación del suelo a utilizar, debido a que en este caso el suelo necesita mayor energía de compactación que en el caso del material de la subrasante.

En los últimos 30 cm del paquete estructural se encuentra la sub-rasante de suelo natural tratado con cal y compactado como mínimo al 95% de la densidad seca máxima según ensayo Proctor T – 99.

El paquete estructural desarrollado anteriormente se lo muestra la siguiente imagen.

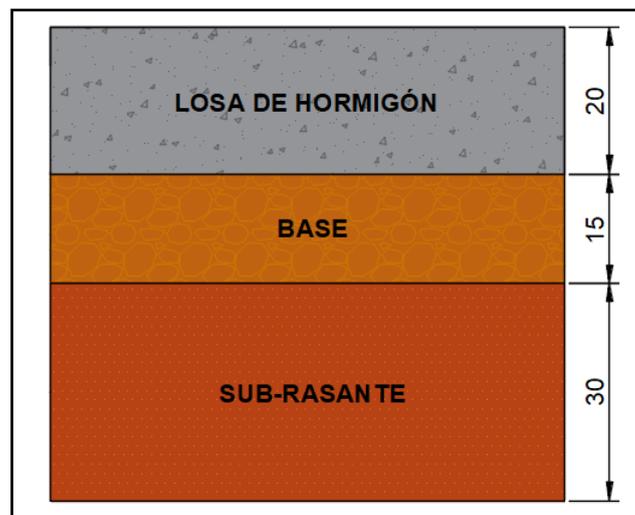


Figura 128. Paquete estructural del Calle Pública N°1165. Fuente: Propia.

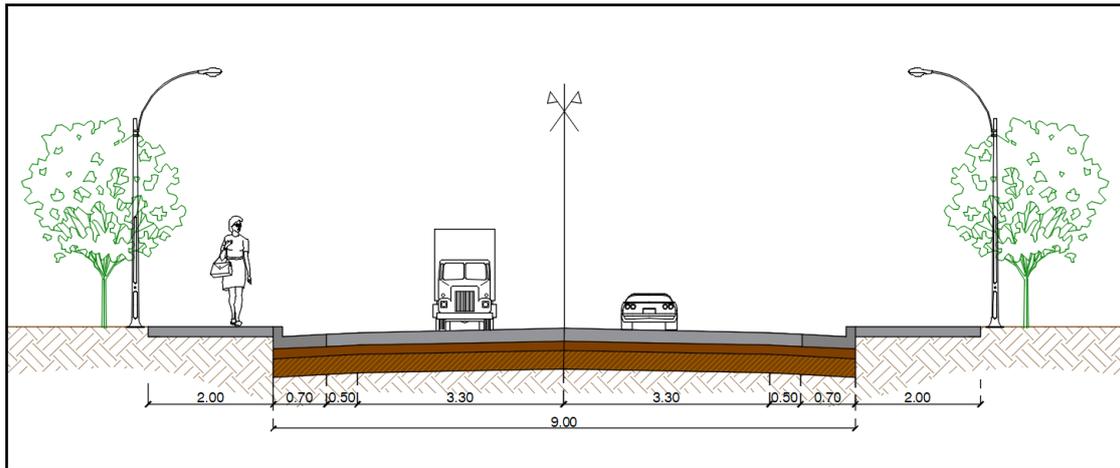


Figura 129. Perfil transversal Calle Pública 1165. Fuente: Propia.

## 5.2. CALLE PÚBLICA 1106

### Diseño geométrico

Datos:

- Vida útil: 20 años
- Velocidad Directriz: 30 km/h
- Vehículo de diseño: Vehículo liviano de pasajeros (P).
- Ancho de calzada: 3.30m
- Ancho de anquina: 0.65m
- Ancho estacionamientos: 0m
- Trochas: Un carril
- Pendiente de la calzada: 2%
- Pendiente de banquetas: 5%
- Taludes: 1:2
- Cordón cuneta: Ambos márgenes de calzada 0.70 m de ancho
- Pendiente de cordón cuneta: 5%

### Calculo de TMDA futuro

Según la formula desarrollada anteriormente, se calculó el TMDA futuro de la Calle Pública N° 1106.



Año	Vehículos livianos		Vehículos pesados		Omnibus		TMDA total
0	4,00	4,3%	0,00	2,5%	0,00	3,6%	4
20	9,28	4,3%	0,00	2,5%	0,00	3,6%	9

Tabla 56. TMDA al inicio y al final del período de diseño Calle Pública N°1165. Fuente: Propia.

### Volumen Horario de Diseño (VHD)

El volumen horario de diseño se adoptó como del 14% TMDA.

$$VHD = 0.14 * TMDA_{actual}$$

$$VHD = 0.14 * 4 \frac{veh}{dia}$$

$$VHD = 0.56 \frac{veh}{hora} \cong 1 \frac{veh}{hora}$$

### Intensidad de Servicio

Con el FHP antes mencionado se calcula la Intensidad de Servicio de la Calle Pública N°1106.

NS	VHD	FHP	FHD
A	1	0,91	1
B	1	0,92	1
C	1	0,94	1
D	1	0,95	1
E	1	1,00	1

Tabla 57. Flujo horario de diseño para cada nivel de servicio de Calle Pública N°1106. Nota: Autoría propia. Fuente: HighwayCapacity Manual 2000.

### Nivel de servicio para tramos generales

Para calcular la Intensidad de Servicio, se toman las siguientes características:

- Terreno llano.
- Zona de no sobrepaso 5%.
- Vía de un carril.
- Ancho de carril de 3.50 m con banquetas de 0.50 m.

Los valores de la relación I/C se obtienen de la tabla utilizada para el cálculo del IS de la Calle Pública N°1165, con un % prohibido adelantar de 20%.



$$\text{Factor de ajuste por reparto de sentidos (100/0)} = 0,71$$

$$\text{Factor de reparto por efecto combinado de la anchura de los carriles (A – D)} \\ = 0,77$$

$$\text{Factor de reparto por efecto combinado de la anchura de los carriles (E)} = 0,90$$

No se tiene en cuenta el factor de vehículos pesados, debido a que uno de los requisitos propuestos en este anteproyecto es que no puedan circular en la vía dicha clase de vehículos. Por ello se considera a este factor igual a 1.

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados de IS.

Nivel de servicio	I/C	fa	fr	fvp	IS
A	0,12	0,76	0,71	1	181
B	0,24	0,76	0,71	1	362
C	0,39	0,76	0,71	1	588
D	0,62	0,76	0,71	1	935
E	1,00	0,88	0,71	1	1756

Tabla 58. Intensidad para cada nivel de servicio. Período inicial. Fuente: Propia.

Si se compara el FHD obtenido para el año 0, con los límites de intensidades para cada nivel de servicio, se observa que el camino, al inicio de su vida útil, poseerá un **nivel de servicio A**.

#### Nivel de servicio durante la vida útil

Se determina el flujo horario correspondiente al TMDA de cada año y se lo compara con los valores límites de cada nivel de servicio en la siguiente tabla.

N° años	TMDA	VHD (vh/h)	FHP	FHD (veh/h)	Nivel de Servicio
0	4	1	0,83	0,67	A
1	4	1	0,83	0,70	A
2	4	1	0,83	0,73	A
3	5	1	0,83	0,77	A
4	5	1	0,83	0,80	A
5	5	1	0,83	0,83	A
6	5	1	0,83	0,87	A
7	5	1	0,83	0,91	A
8	6	1	0,83	0,94	A
9	6	1	0,83	0,99	A
10	6	1	0,83	1,03	A
11	6	1	0,83	1,07	A
12	7	1	0,83	1,12	A
13	7	1	0,83	1,17	A
14	7	1	0,83	1,22	A
15	8	1	0,83	1,27	A
16	8	1	0,83	1,32	A
17	8	1	0,83	1,38	A
18	9	1	0,83	1,44	A
19	9	1	0,83	1,50	A
20	9	1	0,83	1,57	A

Tabla 59. Nivel de Servicio correspondiente al TMDA de cada año. Fuente: Propia.

### Intersecciones

El tramo de camino que se pretende realizar cuenta con 4 intersecciones a las que se le debe prestar atención.



Figura 130. Puntos de intersección de caminos. Fuente: Propia.



En los puntos donde se cruzan las vías no habría problemas vehiculares debido a que, los caminos intersectados no presentan un gran flujo vehicular en los puntos de conexión.

En caso de que en el futuro se genere un flujo vehicular considerable, se deberían proyectar intercambiadores para solucionar el problema del tránsito en dichas conexiones.

#### Pavimento

Se opta por realizar un pavimento rígido, debido a su mayor vida útil, mejor resistencia al tránsito y una menor necesidad de mantenimiento ya que por ella transitaran vehículos livianos y pesados.

#### Predimensionado (método de AASHTO 1993)

Para obtener el espesor de la losa de hormigón que conforma la calzada del camino, se utiliza el método AASHTO 1993 el cuál incorpora al cálculo los siguientes parámetros:

##### Serviciabilidad

- Serviabilidad inicial: 4,50.
- Serviabilidad Final: 2,50

##### Confiabilidad

Se adopta una confiabilidad de 80% y una desviación estándar de 0,34.

##### Transito

Se calculó la ESAL con los siguientes valores:

- Factor de equivalencia de carga: 0,00002
- Factor de crecimiento: 30,72

Vehiculos	Carga eje (Kg)	Reparto	N° de ejes	TMDA	Dias del año	Vida util	Factor eje Equivalente	FC	N° Ejes Equivalente
Liviano	500	1	2	4	365	20	0,00002	30,72	1,794

Tabla 60. Número de ejes equivalentes. Fuente: Propia.



Para el cálculo del paquete estructural se utiliza un total de 1,794 ejes equivalentes para la calzada.

### 5.2.1 CALCULO DE LOSA DE HORMIGÓN

Se calculó el espesor de la Losa de Hormigón a través del software libre desarrollado por el Ingeniero Luis R. Vásquez, colocando los siguientes valores:

- Transferencia de carga (J): 2,5
- Resistencia a la tensión por flexión o módulo de rotura (MR): 4,5 MPa.
- Módulo de elasticidad del hormigón (Ec): 25742 MPa.
- Resistencia de la subrasante k: 100 pci.
- Drenaje: 1

De acuerdo al método, para las condiciones de la vía y del tránsito que recibirá, el espesor de losa a utilizar debe ser de 5 pulgadas, lo que equivale a aproximadamente 12,7 cm. Por motivos constructivos, se decide emplear una losa de 15 cm de espesor.

Para calcular el mismo a través del software, se utilizó el W18 mínimo aceptado por el programa.

Como refuerzo, para evitar fisuraciones, la losa lleva una malla electrosoldada de 15 x 15 cm y 4,2mm de espesor.

### 5.2.2 PAQUETE ESTRUCTURAL

El paquete estructural está compuesto por la losa de hormigón, apoyada sobre una base granular y por último una sub-rasante mejorada.

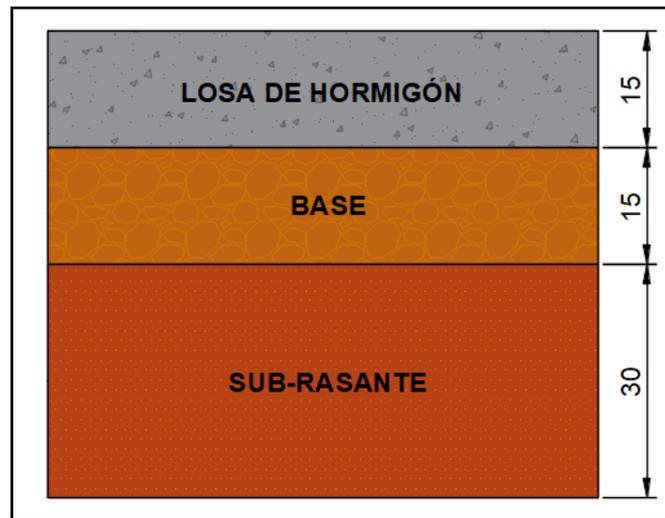


Figura 131. Paquete estructural del Calle Pública N°1106. Fuente: Propia.

### 5.3. CIRCUITOS OPERATIVOS

Tanto las vías de ingreso y egreso, como los caminos de zonas operativas del Centro de Transferencia se diseñan considerando los mismos parámetros utilizados para el cálculo de las calles Públicas N°1106 y N° 1165, a excepción del TMDA. Para esto, se considera un TMDA correspondiente a la cantidad de empresas que harán uso del CTC, considerando un TMDA de 43 veh/día.



	EMPRESAS	CAMIONES CTC	
		CAMIONES X DIA	CAMIONES X SEM
CORRALONES	1.C	4	22
	2.C	4	22
	3.C	4	22
	4.C	4	22
	5.C	4	22
SUPERMECADOS	1.S	2	12
	2.S	2	12
	3.S	2	12
	4.S	2	12
MENSAJERIAS	1.M	6	30
	2.M	6	30
ELECTRODOMESTICOS	1.E	0,5	3
	2.E	0,5	3
	3.E	0,5	3
	5.E	0,5	3
		<b>43</b>	<b>230</b>

Tabla 61. Centro de Transferencia de Cargas. Fuente: Propia.

En la siguiente tabla se detalla el TMDA futuro calculado.

Año	Vehiculos livianos		Vehiculos pesados		Omnibus		TMDA total
0	0,00	4,3%	43,00	2,5%	0,00	3,6%	43
20	0,00	4,3%	70,46	2,5%	0,00	3,6%	70

Tabla 62. TMDA futuro Centro de Transferencia de Cargas. Fuente: Propia.

En la siguiente tabla se presentan los valores calculados de IS.

Nivel de servicio	I/C	fa	fr	fvp	IS
A	0,15	0,76	0,71	0,50	113,07
B	0,27	0,76	0,71	0,45	185,02
C	0,43	0,76	0,71	0,45	294,66
D	0,64	0,76	0,71	0,50	482,42
E	1,00	0,88	0,71	0,50	878,03

Tabla 63. Intensidad para cada nivel de servicio. Período inicial. Fuente: Propia.



N° años	TMDA veh pesados	TMDA	VHD (vh/h)	FHP	FHD (veh/h)	Nivel de Servicio
0	43,00	43,00	6,02	0,83	7,25	A
1	44,08	44,08	6,17	0,83	7,43	A
2	45,18	45,18	6,32	0,83	7,62	A
3	46,31	46,31	6,48	0,83	7,81	A
4	47,46	47,46	6,64	0,83	8,01	A
5	48,65	48,65	6,81	0,83	8,21	A
6	49,87	49,87	6,98	0,83	8,41	A
7	51,11	51,11	7,16	0,83	8,62	A
8	52,39	52,39	7,33	0,83	8,84	A
9	53,70	53,70	7,52	0,83	9,06	A
10	55,04	55,04	7,71	0,83	9,28	A
11	56,42	56,42	7,90	0,83	9,52	A
12	57,83	57,83	8,10	0,83	9,75	A
13	59,28	59,28	8,30	0,83	10,00	A
14	60,76	60,76	8,51	0,83	10,25	A
15	62,28	62,28	8,72	0,83	10,50	A
16	63,83	63,83	8,94	0,83	10,77	A
17	65,43	65,43	9,16	0,83	11,04	A
18	67,07	67,07	9,39	0,83	11,31	A
19	68,74	68,74	9,62	0,83	11,60	A
20	70,46	70,46	9,86	0,83	11,88	A

Tabla 64. Nivel de Servicio correspondiente al TMDA de cada año. Fuente: Propia.

Se calculó la ESAL con los siguientes valores:

- Factor de equivalencia de carga: 0,00002
- Factor de crecimiento: 25,54

Vehiculos	Carga eje (Kg)	Reparto	N° de ejes	TMDA	Días del año	Vida util	Factor eje Equivalente	FC	N° Ejes Equivalente
Camion semirremolque	7000	1	1	43,0	365	20	0,55	25,54	220468
	18000		1	43,0	365	20	2,02	25,54	809718
	25000		1	43,0	365	20	1,99	25,54	797692
									<b>1827877</b>

Tabla 65. Número de ejes equivalentes. Fuente: propia.

Para el cálculo del aspersor de la Losa de Hormigón se utilizaron los siguientes parámetros:

- Transferencia de carga (J): 2,5
- Resistencia a la tensión por flexión o módulo de rotura (MR): 4,5 MPa.
- Módulo de elasticidad del hormigón (Ec): 25742 MPa.
- Resistencia de la subrasante k: 100 pci.

- Drenaje: 1

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

**Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)**  
Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento:  
 Flexible  
 Rígido

Confianza (R) y desviación estándar (So):  
 80 %  $Z_r = -0.841$    
 So:

Serviciabilidades inicial y final:  
 PSI inicial:    
 PSI final:

Tránsito de diseño:  
 W18:

Pavimento rígido

Módulo de reacción de la subrasante - k (psi/in):  Ver Guía AASHTO para su obtención

Módulo de elasticidad del concreto - E<sub>c</sub> (psi):

Módulo de rotura del concreto - S<sub>c</sub> (psi):    Espesor de losa D (plg):

Coefficiente de transmisión de carga - J:   D redondeado (plg):

Coefficiente de drenaje - C<sub>d</sub>:   W18 real:

D:  W18:

Quitar el control de variables

Según el espesor obtenido a través del software, se adopta un espesor igual al obtenido en la Calle Pública N°1165, de 20 cm.

El paquete estructura obtenido es el siguiente.

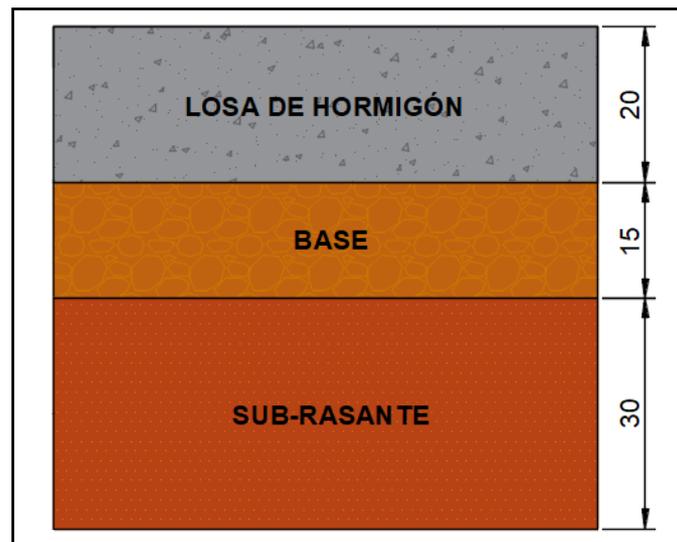


Tabla 66. Paquete estructural del Circulación operativa CTC. Fuente: Propia.



## 5.4. JUNTAS

En el pavimento se emplean juntas para poder controlar la figuración longitudinal y transversal debido a la contracción del hormigón. Se proyectan losas ejecutadas por paños con dimensiones igual al ancho del carril por una longitud de 6 m. Las juntas tendrán un ancho de 10 mm. y una profundidad de 60 mm.

### 5.4.1 JUNTAS TRANSVERSALES

Son juntas materializadas en el sentido transversal de la calzada de hormigón, que permiten controlar la formación de fisuras intermedias en la losa. Se materializan mediante el debilitamiento de la sección de hormigón para inducir la figuración en ese lugar. El método más confiable para realizar el debilitamiento es el aserrado.

Debido a que la vía se proyecta para el tránsito de vehículos pesados es que se emplea el uso de pasadores en las juntas transversales.

Se adoptaron las siguientes características para los pasadores en las juntas transversales de contracción:

- Tipo de barra: Barra redonda lisa. Acero tipo AL-220.
- Longitud: 45 cm.
- Diámetro: 25 mm.
- Separación: 30 cm de centro a centro. 15 cm de centro a bordes.
- Profundidad: 12cm.
- Separación entre barras: 40cm.

### 5.4.2 JUNTAS LONGITUDINALES

Se prevé la ejecución de una única junta longitudinal central, compuesta con barras de unión de acero conformado de alto límite de fluencia. Se adoptan las siguientes características para las barras:

- Diámetro: 20 mm.
- Longitud: 60cm.
- Profundidad: 12cm.
- Separación entre barras: 40cm.

## 5.5. ESTUDIO DE DRENAJE VIAL

Para recoger el agua de la escorrentía superficial procedente de las carreteras de ingreso al predio por RPN°39 y RPN°42 y las márgenes que vierten hacia ella; se proyecta una cuneta trapezoidal. La circulación del agua se lleva a cabo en sentido paralelo al trazado de la carretera.

Para evacuar las aguas se emplaza una alcantarilla de caño circular de H°A° con un diámetro de 600mm; la cual se enlaza con el caño de desagüe ya existente sobre RPN°39. La misma se calcula para un caudal (Q) de 0.31 m<sup>3</sup>/s.

Datos:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.31"/>	m <sup>3</sup> /s	
Relación (y/d):	<input type="text" value="0.9"/>		
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.018"/>		
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m	



Resultados:					
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.5122"/>	m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="1.2796"/>	m
Tirante (y):	<input type="text" value="0.4610"/>	m	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1527"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1953"/>	m <sup>2</sup>	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.5869"/>	m/s
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.3073"/>	m	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5894"/>	m-Kg/Kg
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.6355"/>		Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>	

Figura 132. Cálculo de caño circular d=600mm. Fuente: Propia.

Por otro lado, se proyecta la extensión de la alcantarilla existente ubicada sobre RPN°39, cuyas dimensiones son:

- Altura (H): 1m
- Longitud luz: 1m
- N° luces: 2



Figura 133. Alcantarilla existente sobre RPN°39. Fuente: Propia.

La alcantarilla se extiende 9.30 m, cuya longitud cubre el 3º carril proyectado sobre RPN°39 y taludes.

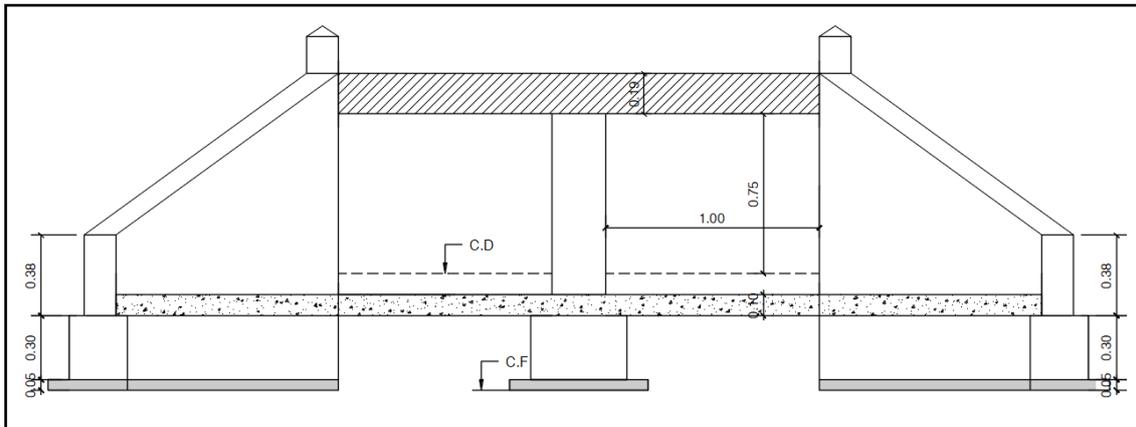


Figura 134. Dimensiones extensión de alcantarilla sobre RPN°39. Fuente: Propia.

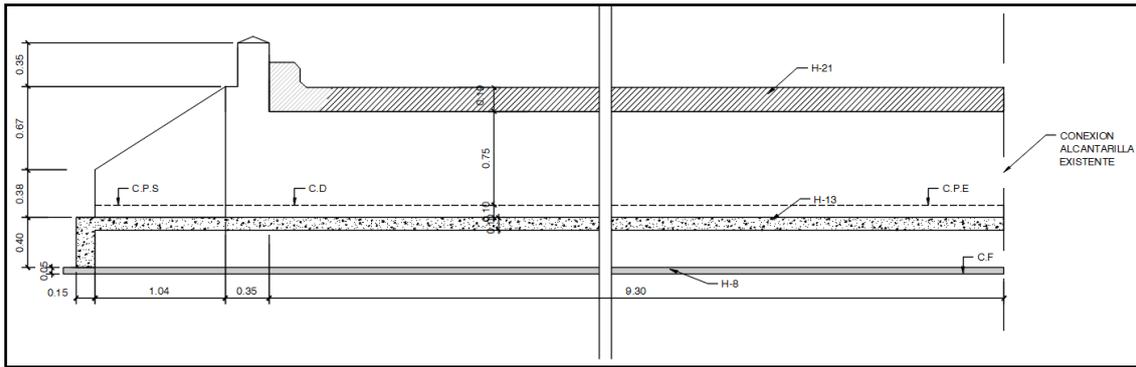


Figura 135. Dimensiones extensión de alcantarilla sobre RPN°39. Fuente: Propia.

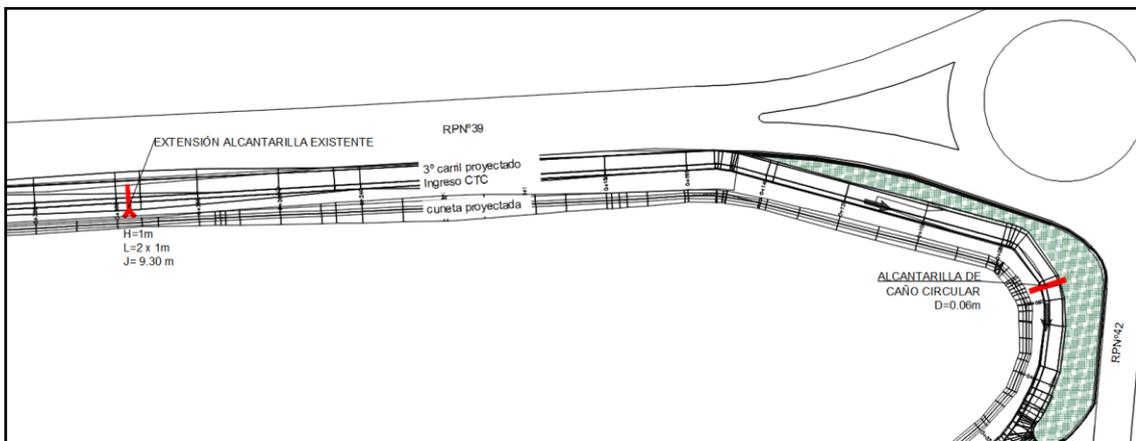


Figura 136. Ubicación alcantarillas proyectadas Fuente: Propia.

## 5.6. EQUIPAMIENTO

### 5.6.1 ALUMBRADO

El objetivo del sistema de iluminación es brindar seguridad y confort a los conductores durante la noche, iluminando las vías y sus alrededores.

Para las vías proyectadas se plantean dos tipos de luminarias alimentadas a través de energía solar. Este tipo de luminaria no requiere infraestructura compleja, zanjás ni gastos de cableados.

- Luminarias simples: Se ubican inmediatas a las vías, con una altura de 9 metros. Se utiliza tanto para la calle de ingreso por RPN°39 como para Calles Públicas 1165 y 1106.



Figura 137. Luminaria simple. Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/940811/beneficios-de-los-sistemas-de-iluminacion-solar-sin-conexion-a-la-red>

- Luminarias dobles: Se utiliza en las calles de ingreso y egreso al CTC por Calle Pública 1165 y por RPN<sup>o</sup>42. Su altura varia según la zona donde se emplacen.



Figura 138. Luminaria doble. Fuente: <https://trex.com.pe/soluciones/iluminacion-solar-exterior>

### 5.6.2 ARBOLADO

Se dispuso la implantación de arbolado sobre las franjas de equipamiento, tanto en aceras como en plazoleta central del boulevard de ingreso por calle publica 1165 y RPN<sup>a</sup>42. La presencia de estos actúa como descontaminante visual, disminuye la temperatura de las vías y genera espacios frescos, reduce la contaminación sonora, retarda



el escurrimiento superficial, etc. Con esta implantación se busca crear ambientes más favorables para la vida humana y cultivar especies del medio natural que aporten a la protección y a la recreación.

Elegir bien las especies es uno de los primeros pasos para un buen desarrollo del arbolado público. Las elecciones erróneas acarrearán reemplazos anticipados y tratamientos culturales incorrectos. Es por ello que se decide componer el arbolado con las siguientes especies:

- Fresno común
- Lapacho
- Jacarandá
- Liquidambar



Figura 139. Fresno común. Fuente: <https://shop80001.zakoxani.com/category?name=arbol%20de%20fresno>



Figura 140. Jacarandá. Fuente: <https://escaramuza.com.uy/nota/sintomas-de-pertenencia-jacarandas-y-laquo-los-pasajes-comunes-raquo-/1051>

### 5.6.3 ACERA

A fin de permitir una comunicación peatonal en todo el desarrollo de las calles publicas 1165 y 1106, se disponen aceras en ambos bordes de la calzada. Estas cuentan con un ancho de circulación de 2 metros y ancho total de 4.50 metros, a fin de incorporar en esa dimensión alumbrado público y arbolado.

Las aceras son ejecutadas mediante adoquines de hormigón prefabricados, incluyendo cordones prefabricados para la contención de los mismos. Estos pavimentos tienen la ventaja de poseer alta durabilidad, utilizar poca maquinaria y personal con baja calificación, puesta en servicio inmediata y fácil mantenimiento.

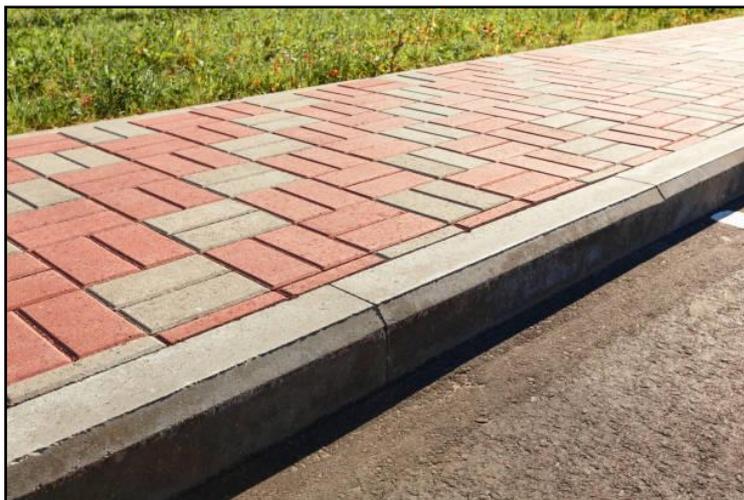


Figura 141. Acera de adoquines prefabricados. Fuente: <https://www.istockphoto.com/es/fotos/bordillo-acera>



#### 5.6.4 SEÑALIZACIÓN

Las señales de tránsito tienen la finalidad de orientar al usuario, sobre las diferentes situaciones que se le pueden presentar a lo largo de la vía, establecen acciones sobre el flujo vehicular, como son las restricciones, prevenciones e informaciones. Está dividida en dos grandes grupos: señalización vertical y horizontal. En todos los casos se utiliza pinturas y elementos reflectivos para tener una correcta percepción de las indicaciones en horas nocturnas y un buen desempeño vehicular ante condiciones ambientales adversas, como lluvia o niebla.

Para el diseño de señalización se utiliza los Manuales de Señalamiento Horizontal y Vertical de la Dirección Nacional de Vialidad.

#### 5.6.5 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Las demarcaciones Horizontales emiten su mensaje a través de líneas de diferentes tipos y jerarquías, símbolos y leyendas aplicados sobre la superficie de la vía. Deben ser percibidas visualmente y comprendidas sin esfuerzo por parte de los usuarios.

En las demarcaciones conformadas, se produce un efecto vibratorio y sonoro cuando un vehículo circula sobre ellas, alertando al conductor que está atravesando una marca vial, empleándose para delinear y/o delimitar la carretera, situación que contribuye a un mayor nivel de seguridad.

Se proyecta la marcación a través de pintura termoplástica Reflectante de aplicación en caliente. El señalamiento horizontal se genera con marcas longitudinales, transversales y especiales (símbolos y leyendas).

##### Líneas Longitudinales

Son aquellas que se ubican en forma paralela al eje de la carretera.

Por su ubicación en la calzada se clasifican en:

- Líneas Centrales o “Eje”: Indican la separación de corrientes de tránsito de sentidos opuestos e incluye zonas con y sin prohibición de adelantamiento.

- Líneas de Borde: Indican a los conductores, dónde se encuentra el borde de la calzada, que permite posicionarse correctamente en la vía.
- Líneas de Carril: Indican la separación de corrientes de tránsito que circulan en el mismo sentido.

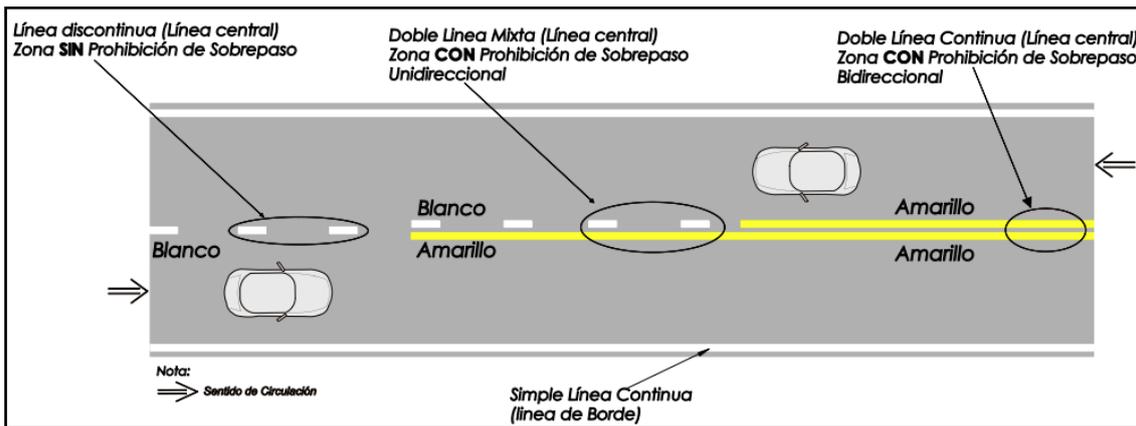


Figura 142. Señalización Horizontal, líneas longitudinales. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

En caso del presente Proyecto, para calzadas con ancho igual a 9 m se utiliza un ancho de Línea de eje de 0.10 m y Línea de borde 0.15 m; para las calzadas con ancho igual a 6 m el ancho de Línea de eje es 0.15 m y Línea de borde de 0.15 m.

ANCHO DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
<b>En carreteras de dos carriles indivisos</b>		
< 4,80 m	No se marcan <sup>[7]</sup>	No se marca
≥ 4,80 m Y < 6,00 m	No se marcan	0,15 m <sup>[8]</sup>
≥ 6,00 m Y < 6,30 m	0,10 m	0,15 m <sup>[8]</sup>
≥ 6,30 m Y < 6,70 m	0,10 m	0,10 m <sup>[9]</sup>
≥ 6,70 m Y < 7,30 m	0,15 m	0,10 m <sup>[9]</sup>
≥ 7,30 m	0,15 m	0,15 m <sup>[10]</sup>

Figura 143. Anchos de líneas longitudinales. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

En cuanto al trazado discontinuo; para la vía de ingreso al CTC por RPN°39 se utiliza para el carril de desaceleración un módulo de 2 m con relación de 0.5m y bastón/vacío de 1 m.

Para la Calle Pública 1165 y calle de ingreso por RPNª42 se utiliza un módulo de 12 m con trazos discontinuos de 3m de largo, color blanco, alternados con 9 m sin pintar.

VALORES DE MÓDULOS Y RELACION MARCA/MODULO PARA LINEA DISCONTINUA				
	SITUACIÓN	MÓDULO	RELACIÓN	BASTÓN / VACÍO
<b>Autopistas y Semiautopistas</b>	Líneas de carril	12,00 m	0,25 m	3,00 m / 9,00 m
	Transición a Carril de aceleración y desaceleración	2,00 m	0,5 m	1,00 m / 1,00 m
<b>Carreteras Convencionales</b>	Líneas de carril y separación de carriles	12,00 m	0,25 m	3,00 m / 9,00 m
	Carril de aceleración y desaceleración,	2,00 m	0,5 m	1,00 m / 1,00 m
<b>Calles y Avenidas</b>	Líneas de carril	2,66 m	0,375 m	1,00 m / 1,66 m
	Ejes Reversibles (doble línea discontinua)	2,00 m	0,5 m	1,00 m / 1,00 m
	Ejes de Bicisendas	2,50 m	0,6 m	1,50 m / 1,00 m

Figura 144. Valores de módulos y relación marca/modulo para línea discontinua. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

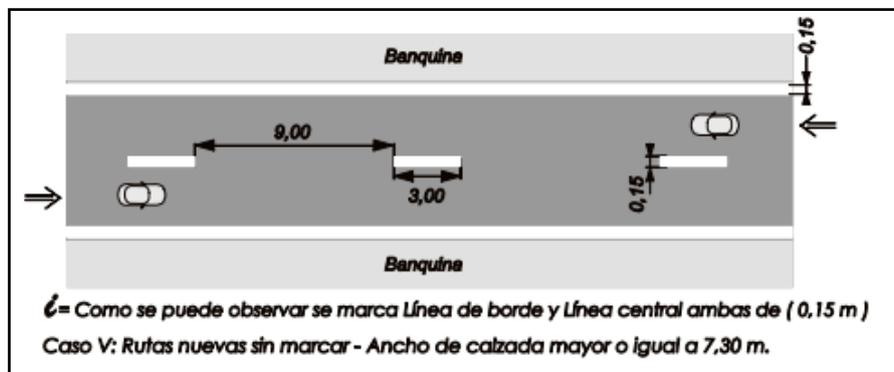


Figura 145. Líneas centrales y líneas de borde. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

Para curvas horizontales, la zona de prohibición de sobrepaso (ZPS) en el sentido de aproximación a la curva horizontal, incluye la totalidad de la curva más el complemento de 156 m.

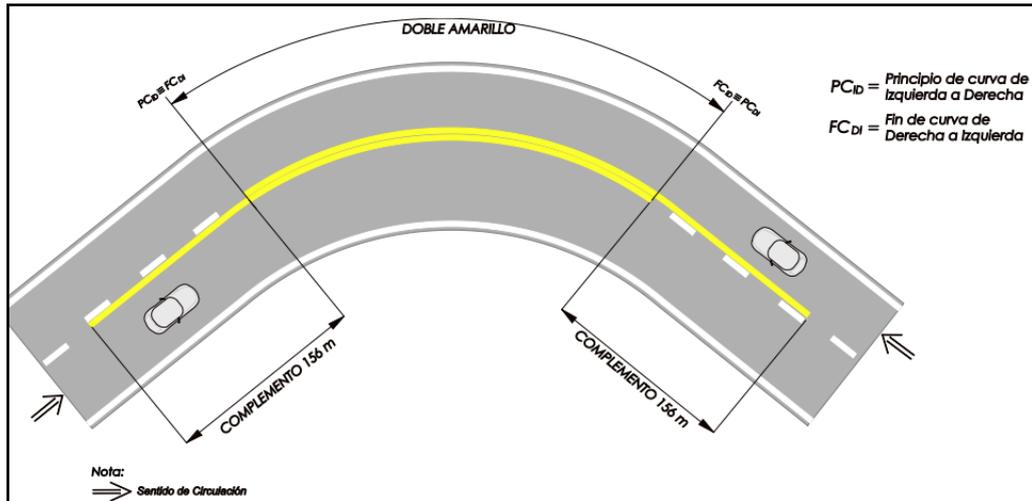


Figura 146. Definición de Zona de Prohibición de Sobrepaso, curvas horizontales. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

En Ramas de enlace de entrada directas, la Línea de Borde en la zona de transición de la rama de enlace cambia a un patrón Línea Discontinua subtipo Línea Punteada con relación Marca/Módulo 0,5 (1/2) y un ancho de 0,10 m mayor que la línea de borde.

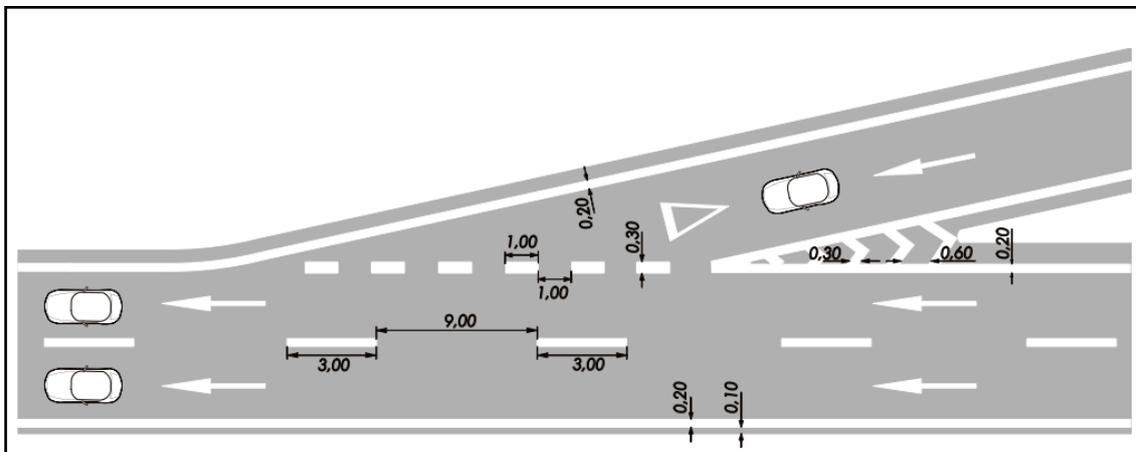


Figura 147. Detalle Rama de Enlace - Entrada directa. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

En la intersección entre Calle Pública 1165 y 1106 se restringe el paso en las proximidades del cruce en una longitud de 159 m.

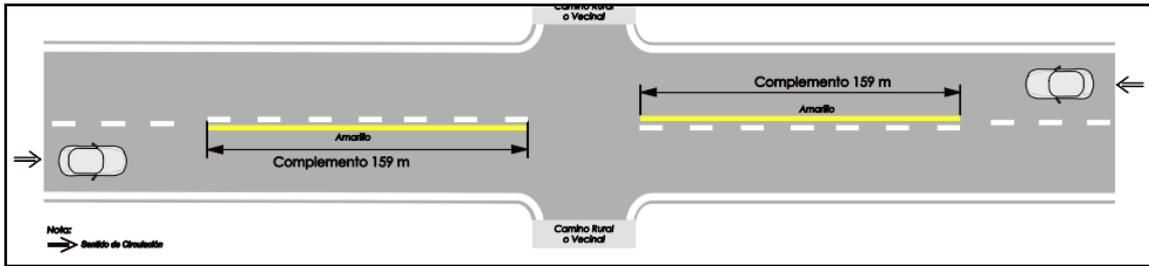


Figura 148. Intersección con camino vecinal. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

### Líneas Transversales

Son las que se ubican en forma perpendicular al eje de la carretera. Se emplean para indicar sectores de reducción de velocidad ante un punto de riesgo (curva peligrosa, cruce, empalme) y para indicar la existencia de líneas límites, entendiéndose por tales, las líneas que no pueden ser sobrepasadas sin efectuar una acción en relación al derecho de paso.

En el proyecto se hará uso de Líneas Transversales del tipo Línea de detención y líneas senda peatonal.

- Líneas de detención: Determina la obligación de detener al vehículo antes de ser transpuesta por indicación de la autoridad competente, señalización luminosa o vertical, cruce de peatones o ferroviarios o en caso de hallarse ocupada la bocacalle. Es una línea continua de color blanco de 0,50m de ancho que se ubica desde el cordón de la vereda hasta el eje divisorio o, en caso de único sentido, hasta el otro cordón.
- Líneas de senda peatonal: Suministra guía “positiva” a los peatones que cruzan la carretera al delinear la trayectoria a seguir en los accesos a intersecciones. Asimismo, advierte a los usuarios de la carretera, sobre la existencia de un punto de cruce peatonal. Es de destacar que en zona “rural” regula fundamentalmente el derecho de paso de los vehículos, de forma tal que el peatón tiene en principio, prioridad sobre los vehículos, motivo por el cual deberá incorporarse la señal preventiva correspondiente.

En zona rural, se utiliza la senda de tipo cebrado. Las franjas de circulación de color blanco, tendrán un ancho de 0,40 m a 0,50 m (en el sentido transversal) por 3,00 m de largo (en el sentido longitudinal) como mínimo. El espacio entre bandas será similar o igual a su ancho. Siguiendo con el tratamiento en zona “rural”, se ubicará antes del “cebrado” una Línea de Ceda el Paso.

La demarcación transversal de un cruce controlado por la señal CEDA EL PASO está compuesta por una “línea” o fila de triángulos isósceles apuntando hacia la corriente de tránsito extendiéndose a todo lo ancho de los carriles de aproximación e indican al conductor, el límite donde debe ceder el paso y eventualmente detenerse antes de cruzar la intersección. En zona rural se aplica entre 5,00 m y 15,00 m previos a la senda peatonal.

Los triángulos isósceles tendrán una base de 0,60 m y una altura de 1,5 veces la base (0,90 m) con una separación de 0,30 m, tal cual se verifica en la Gráfica 4.2.

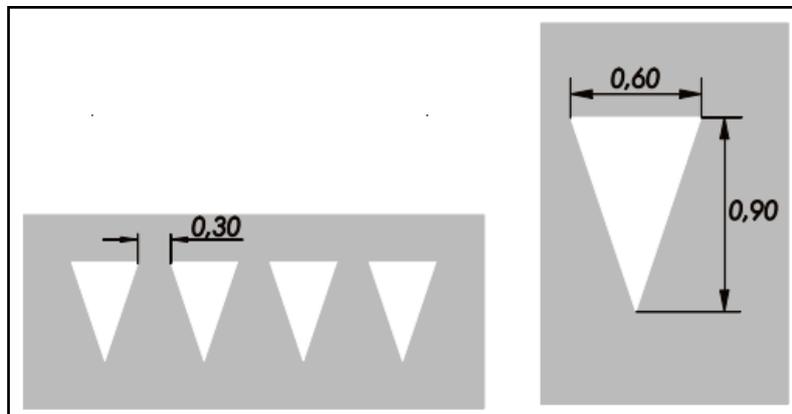


Figura 149. Detalle Línea Ceda el Paso. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

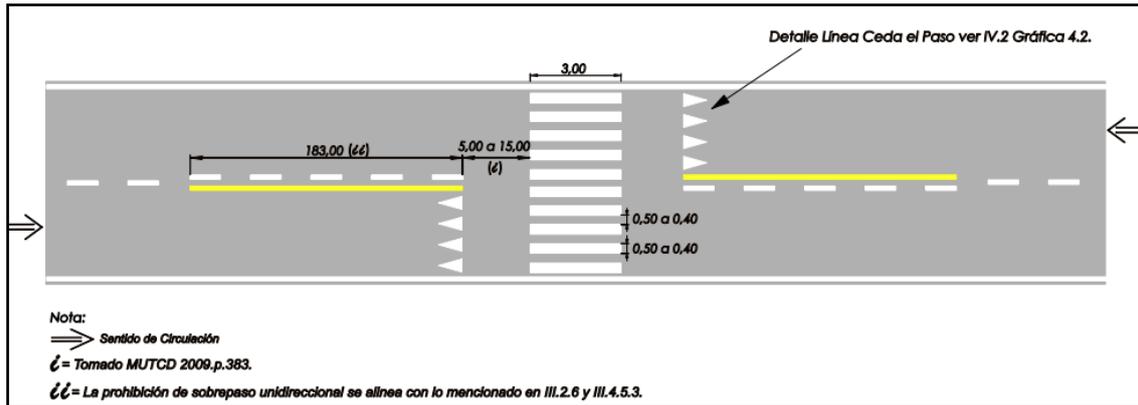


Figura 150. Detalle de Senda Peatonal, zona rural. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

### Símbolos y Leyendas

Se ubican en sentido perpendicular a la carretera. Se incluyen dentro de esta clase, las siguientes marcas:

#### - **Símbolos:**

Flechas

Cruce Ferroviario

Rombo: Indica exclusividad o uso restringido del carril. La figura del vehículo inscripta en el rombo indica para quién está destinada la exclusividad. Con una “E” inscripta en el rombo indica que el carril es de uso preferencial en el caso de emergencia

Pictogramas: Incluye figuras tales como: óvalos de velocidad, triángulo de ceda el paso y bicicleta

Lomada

Badén

#### - **Leyendas:**

PARE

Letras

Se incluyen dentro del proyecto, los Símbolos de Flechas direccionales, de Ceda el paso y la Leyenda de PARE.

### Flecha simple recta:

Esta flecha regula la circulación e indica al conductor que el carril donde se ubica la misma está destinado al tránsito que continúa en línea recta o tránsito pasante. En general, se utiliza en proximidades a intersecciones, empalmes o enlaces.

En el caso de ramas de enlace del tipo rama de entrada, a los efectos de guiar la circulación en proximidades corriente arriba y corriente abajo de la rama, se recomienda la colocación de una Flecha en correspondencia con cada carril.

La separación entre flechas consecutivas en un mismo carril recomendada, será la que resulte de una separación en un tiempo de 2 SEGUNDOS (2”); como mínimo 20 metros y como máximo 10 veces el tamaño de la flecha.

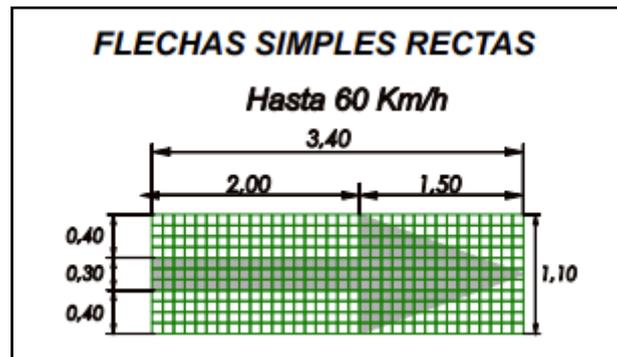


Figura 151. Flecha Simple recta. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

### Flecha simple curvada:

Esta flecha regula la circulación, e indica al conductor que el carril donde se ubica la misma, está destinado al tránsito que dobla en la dirección y sentido señalado por la flecha. En general, se utiliza en proximidades a intersecciones y empalmes para señalar a los conductores, los carriles donde sólo es posible doblar.

Se recomienda, además, la colocación de una flecha adicional “consecutiva” con carácter de reconfirmación.

En proximidad de intersecciones y a los efectos de guiar la circulación, se recomienda un mínimo de una Flecha al comienzo de la dársena de giro.

La separación entre flechas consecutivas en un mismo carril recomendada, será la que resulte de una separación en tiempo de 2 SEGUNDOS (2”); como mínimo 20 metros y como máximo 10 veces el tamaño de la flecha.

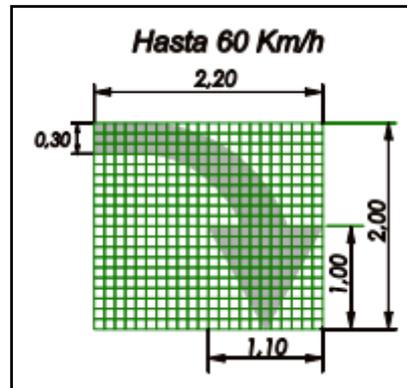


Figura 152. Flechas curvadas. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

#### Flecha combinada:

Esta flecha regula la circulación e indica al conductor, que el carril donde se ubica la misma, está destinada solamente al tránsito que continúa en línea recta, y, al que dobla en la dirección y sentido señalado por la flecha curvada. En general, se utiliza en los casos que corresponda en los carriles adyacentes a ramas de salida y/o dársenas de giro y corriente arriba de las mismas, en proximidades a intersecciones, empalmes y enlaces para advertir a los conductores las maniobras permitidas en los carriles adyacentes.

Se recomienda, además, la colocación de una flecha adicional de carácter preventivo.

En proximidad de intersecciones y a los efectos de guía a la circulación, se recomienda un mínimo de una Flecha Combinada antes de llegar a una línea continua que prohíba el cambio de carril.

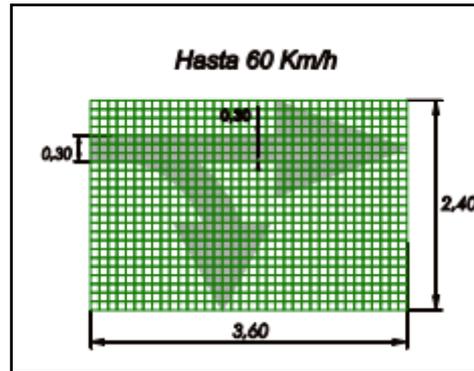


Figura 153. Flechas combinadas. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

Flecha de curva:

Esta flecha guía la circulación e indica al conductor la proximidad de una curva en la dirección y sentido señalado por la flecha.

Para curvas amplias se utilizan como refuerzo del señalamiento vertical correspondiente.

Se demarcará una a 150 m antes del inicio de curva (frente a la señal de prevención) y otra en el inicio de la curva.

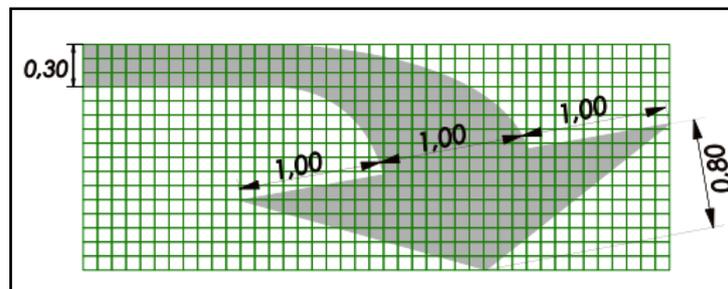


Figura 154. Flecha curva simple. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

Leyendas:

Estas demarcaciones se utilizan para regular la circulación, tal es el caso de leyendas como: PARE, MÁX, MÍN, y LENTO.

Su uso no es muy habitual debido a que se prefieren los mensajes con símbolos ya que resultan ser más eficaces para su comprensión. Por lo tanto, se recurrirá a la

utilización de las leyendas cuando existan mensajes que sólo se pueden transmitir a través de ellas y/o se requiera reforzar la regulación dada por el señalamiento vertical.

### Velocidad máx. y mín.:

Este símbolo gráfico indica la velocidad máxima / mínima permitida en el carril en que se ubica. Se utiliza para reforzar la señal vertical. Existen 3 diseños posibles:

1. Toda la señal en color blanco (reflectivo). Sólo se usará para indicar velocidad máxima

2. Fondo blanco (reflectivo), orla roja (reflectiva), números negros – para velocidad máxima  
3. Fondo azul (reflectivo), orla roja (reflectiva), números blancos – para velocidad mínima.

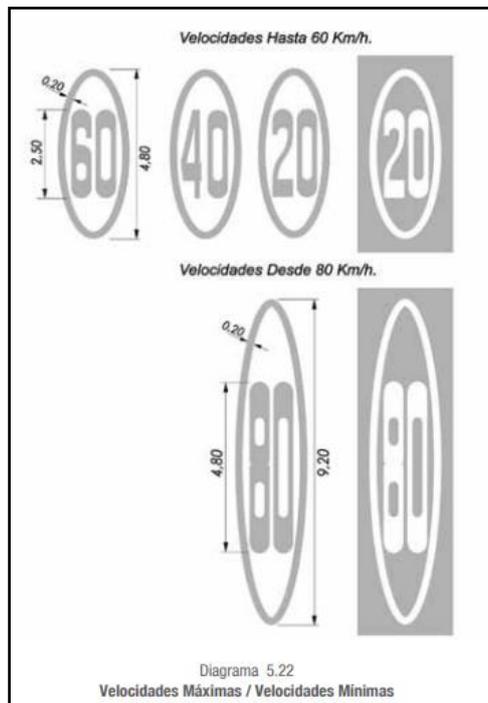


Figura 155. Símbolo máx. y mín. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

### No estacionar:

Este símbolo indica la prohibición de estacionar en el lugar en que se ubica.

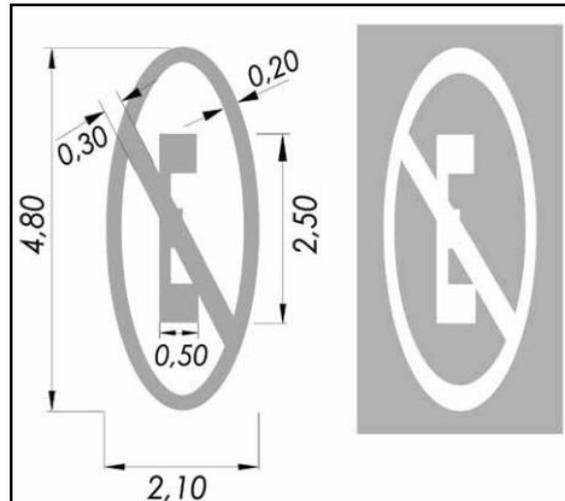


Figura 156. Símbolo no estacionar. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

Estacionamiento exclusivo para personas con discapacidades:

Este símbolo indica que el lugar en que se emplaza sólo puede ser utilizado como estacionamiento por vehículos de personas con capacidades diferentes. Su forma corresponde al símbolo que identifica a estas personas.

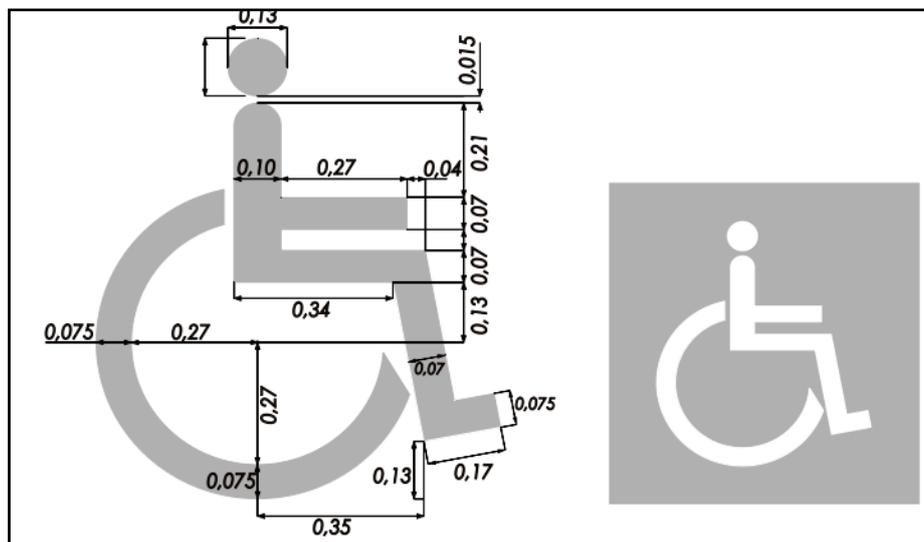


Figura 157. Símbolo Estacionamiento Exclusivo para Personas con Discapacidades. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

Otras demarcaciones:

**Marcas canalizadoras del tránsito**



Estas demarcaciones suministran una guía “positiva” a los conductores que ingresan a zonas de confluencia o divergencias, canalizándolos en forma lateral a las mismas.

Estas demarcaciones son líneas perimetrales, que delimitan los bordes internos de las calzadas que confluyen o divergen. En cierta manera, son coincidentes con las líneas de borde de calzada correspondiente y se extienden en parte corriente abajo o corriente arriba según la zona sea confluencia o divergencia.

En zonas de confluencia comienzan como un par de líneas separadas y terminan convergiendo en una y en zonas de divergencia la línea se desdobra. Esta situación se presenta en ramas de entrada o de salida y en intersecciones canalizadas.

A continuación, se ilustra el caso de una rama de entrada paralela. Se observa una continuación de la marca canalizadora corriente abajo del punto teórico de confluencia cuya extensión recomendada es la décima parte de la longitud del carril de aceleración (sin cortar la transición). Se debe tener presente que, la transición es la parte de la rama especialmente diseñada para efectuar el cambio de carril.

En la figura siguiente se ilustra el caso de una rama de desaceleración paralela. Se observa una continuación de la marca canalizadora corriente arriba del punto teórico de divergencia cuya extensión recomendada es la décima parte de la longitud del carril de desaceleración (sin contar la transición).

También se observa que estas marcas canalizadoras delimitan o definen tanto en las zonas de confluencia como en las de divergencia áreas neutrales, donde los vehículos no pueden circular sobre ellas.

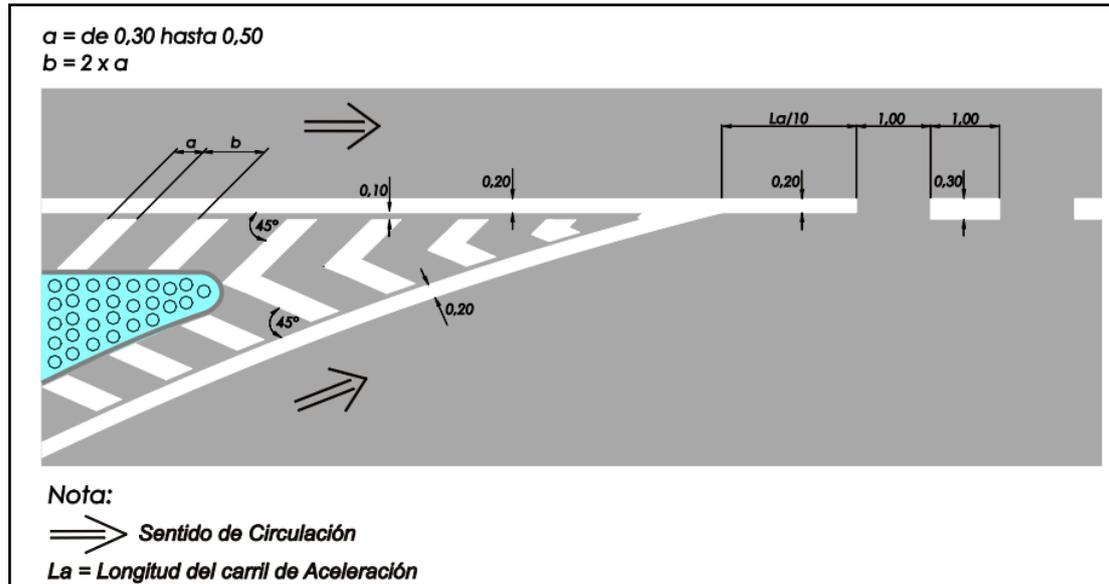


Figura 158. Marca Canalizadora de Tránsito – Marca de Isleta – Rama de Entrada Paralela. Fuente: Manual de Señalamiento Horizontal, Dirección Nacional de Vialidad.

### 5.6.6 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales verticales son señales de tránsito colocadas al costado del camino (laterales) o elevadas sobre la calzada, mediante pórticos o ménsulas (aéreas), con la finalidad de guiar el tránsito, regular la circulación, y advertir determinadas circunstancias. La regulación incluye la transmisión de órdenes, y/o restricciones de distinta índole. En general se puede decir que las señales de tránsito constituyen una de las formas de comunicarse del operador de la ruta con los usuarios del camino.

La Señalización Vertical aumenta los niveles de seguridad y eficacia de la circulación, por lo que es necesario que se tengan en cuenta en toda actuación vial como parte del diseño y no como mero agregado posterior a su concepción.

Toda señal emite su mensaje a través de formas geométricas, de diferente tipo, color, y “jerarquía”, de símbolos o pictogramas, y/o leyendas, estas últimas compuestas de palabras y/o números, aplicados sobre placas colocadas, como se mencionó, en forma lateral al camino o aérea.

Dado que los pictogramas o símbolos se entienden más rápidamente que las leyendas, se recomienda dar prioridad al uso de estos.

Se clasifican en:

- Señales reglamentarias
- Señales preventivas
- Señales informativas

Se utilizará señales de un poste, Estas deberán estar ubicadas a una distancia mínima de 3,50 m entre el filo de la señal y el borde de la calzada.



Figura 159. Ubicación de señales verticales. Rama de Entrada Paralela. Fuente: Manual de Señalamiento Vertical, Dirección Nacional de Vialidad.

La altura entre el filo inferior de la Señal Vertical y la rasante de la carretera (eje de la calzada) en la zona donde se instale dicha Señal deberá ser entre 1,30 m y 1,50 metros. El criterio subyacente y que gobierna la ubicación en altura de las señales laterales es tal que se encuentre mínimamente por encima del capot y por tanto que le permita ver la señal al conductor.

Colores: Los colores constituyen un elemento de gran importancia en la transmisión de la información ya que actúan predisponiendo al conductor en forma anticipada a la lectura y comprensión del mensaje.



El color rojo es un indicador de peligro, por lo que se utiliza para alertar sobre situaciones peligrosas, para reglamentar y para evitar riesgos. El amarillo, por convención, es usado para llamar la atención y prevenir ciertas situaciones. El azul se aplica para indicar, es decir, como señal de información. El verde es utilizado para información general, como los carteles de destinos y distancias a los mismos. El color blanco también se emplea para informar, como en las señales educativas. Y, por último, el naranja, para información particular, utilizado en señales transitorias.

El fondo de las señales, sus letras, números, símbolos y orlas serán retrorreflectantes, con excepción del color negro.

Tamaño de las señales: A continuación, se observa el tamaño mínimo que las placas deberán poseer al estar montadas sobre uno o dos postes o soportes, según el tipo de vía.

TIPO DE SEÑAL	DIMENSIÓN	CAMINO CONVENCIONALES (RUTAS)		MULTICARRILES, AUTOVIAS AUTOPISTAS	
		MÍNIMO ABSOLUTO	MÍNIMO DESEABLE	MÍNIMO ABSOLUTO	MÍNIMO DESEABLE
PREVENTIVO (Cuadrado)	LADO	75 X 75	90 X 90	90 X 90	120 X 120
PREVENTIVO (Triangular)	LADO	90	105	105	135
REGLAMENTARIA (Circular)	DIÁMETRO	75	90	90	120
REGLAMENTARIA (Triangular)	LADO	90	105	105	135
REGLAMENTARIA C/LEYENDA (Rectangular)	LADO	80 x 110	100 x 150	100 x 150	120 x 180
PARE (Octogonal)	LADO	75	90	90	120
EDUCACIÓN VIAL	LADO	100 x 100		120 x 120	
SERVICIOS AUXILIARES	LADO	80 x 110		100 x 150	
MOJÓN KILOMÉTRICO	LADO	57 x 40		57 x 40	
PANEL DE PREVENCIÓN (Alcantarilla)	LADO	20 x 40		20 x 40	
PANEL DE PREVENCIÓN (Puente)	LADO	30 x 60		30 x 60	
PANEL DE PREVENCIÓN (Extremo de baranda)	LADO	20 x 40		30 x 60	

Figura 160. Tamaño de placas según Tipo de Señal y Tipo de Vía. Fuente: Manual de Señalamiento Vertical, Dirección Nacional de Vialidad.

Tipos de letras y números a emplear en las señales: Las letras y números a emplear en las señales informativas, así como las dimensiones de las orlas, interlineados y distancias a bordes, responderán en todo a lo establecido en el “Manual de Letras Normalizadas para Señalamiento Vertical y Demarcación del Pavimento” de la Dirección Nacional de Vialidad.

Orientación de las señales: En forma general, las señales laterales deberán colocarse formando un ángulo aproximadamente recto con la dirección del tránsito al cual ellas intentan servir. En los tramos rectos el frente de la señal deberá ser girada alrededor de su borde más cercano al pavimento hacia el interior hasta formar un ángulo de tres grados ( $3^\circ$ ) con respecto a la normal al eje de aquel.

Para señales chicas que respondan a velocidades de circulación bajas, como es el caso de la intersección proyectada, la cara de este tipo de señales deberá formar un ángulo recto con relación a la línea visual de los conductores hacia la señal, cuando estos se encuentren a 75 m. de distancia de esta.

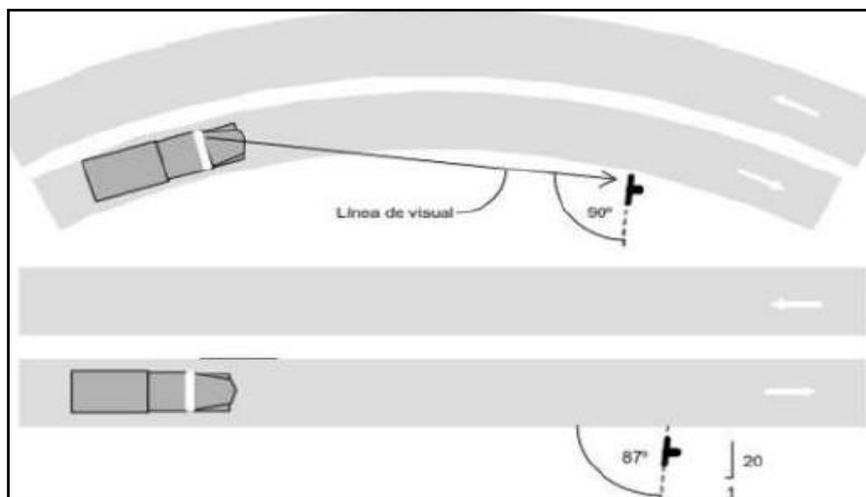


Figura 161. Orientación de las señales verticales. Fuente: Manual de Señalamiento Vertical, Dirección Nacional de Vialidad.

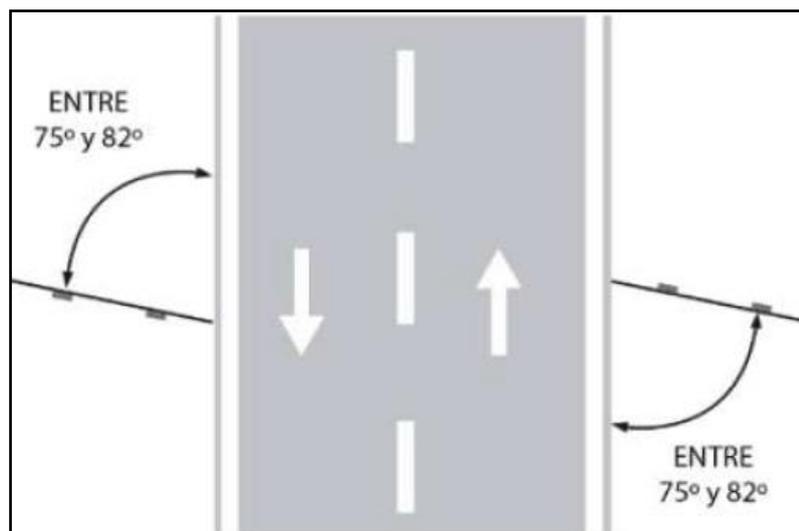


Figura 162. Ángulo de orientación. Fuente: Manual de Señalamiento Vertical, Dirección Nacional de Vialidad.



En este proyecto se utilizarán las siguientes señales verticales.

SEÑALES REGLAMENTARIAS	
REFERENCIA	GRAFICO / SIGNIFICADO
SEÑALES REGLAMENTARIAS	
R 3	 Prohibición de circular (Autos)
R 12	 Limitación de altura
R 15	 Límite de velocidad máxima
R 17	 Estacionamiento exclusivo



R 20	 Giro obligatorio (izquierda)
R 21	 Sentido de circulación (derecha)
R 21	 Sentido de circulación (izquierda)
R 25	 Puesto de control
P 2	 Paneles de prevención (curva)

P 5	 Cruce de peatones
R 26	 COMIENZO DE DOBLE MANO
<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>	
P 22	 Incorporación de tránsito lateral
P 24	 Encrucijada (bifurcación alternativa)
P 7	 Curva (común)
<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>	
14	 Nomenclatura urbana

Figura 163. Señalización vertical utilizada en el proyecto. Fuente: Propia.

La señalización tanto vertical como horizontal se podrá ver representada en los planos de presentados en el anexo.

A continuación se ilustran renders de Anteproyecto Vial.



Figura 164. Render Anteproyecto Vial, vereda de adoquines. Fuente: Propia.



Figura 165. Render Anteproyecto Vial. Fuente: Propia.



Figura 166. Render Anteproyecto Vial. Fuente: Propia.

## 5.7. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

A continuación, se expone la tabla de resumen de cómputo y presupuesto del Anteproyecto Vial. En este, se analizó la pavimentación de las Calles Públicas 1165 y 1106 y la realización de las vías de ingreso y egreso al CTC. Además, se tienen en cuenta la limpieza de todo el predio contemplando rellenos en zonas inundables, la construcción de obras de arte y equipamiento.

Para el presupuesto se recurrió a la comparación con obras similares de la zona, con precios brindados por distintos proveedores.



Código	Ud	Resumen	Cantidad	Importe (USD)
<b>Rubro TP TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
TP001	m2	Limpieza del terreno	69.850,000	\$961.442,55
TP002	ml	Construcción de alambrado	1.150,000	\$34.443,84
TP003	u	Demolición cabezal de alcantarilla	1,000	\$50,04
TP004	m2	Cartel de obra	6,000	\$3.509,09
TP005	m2	Obrador	50,000	\$7.297,68
<b>Total rubro TP</b>				<b>\$1.006.743,19</b>
<b>Rubro MS MOVIMIENTO DE SUELOS</b>				
MS001	m3	Excavación no clasificada	23.112,290	\$104.962,77
MS002	m3	Terraplén s/aporte	19.260,242	\$85.065,93
MS003	m3	Terraplén c/aporte	73.174,578	\$861.536,00
<b>Total rubro MS</b>				<b>\$1.051.564,69</b>
<b>Rubro RV RED VIAL</b>				
RV001	m3	Preparación de subrasante	4.039,935	\$54.758,03
RV002	m3	Base suelo cemento 6%	1.987,448	\$108.539,54
RV003	m3	Pavimento rígido de H30 con cordón	2.817,940	\$1.066.515,01
RV004	m3	Pavimento rígido de H25 con cordón	339,950	\$125.030,52
<b>Total rubro RV</b>				<b>\$1.354.843,10</b>
<b>Rubro AC ACERA Y COMPLEMENTOS</b>				
AC001	m2	Badén	79,020	\$9.196,44
AC002	m2	Acera de adoquines	4.324,000	\$394.949,36
<b>Total rubro AC</b>				<b>\$404.145,80</b>
<b>Rubro DP DESAGÜES PLUVIALES</b>				
DP001	m3	Excavación obras de arte	58,875	\$89,96
DP002	m3	Excavación para zanjas de desagües	832,100	\$1.271,37
DP003	u	Extensión alcantarilla existente	1,000	\$3.347,51
DP004	u	Caño de HªAº D=600 mm L=9,60m	1,000	\$402,67
<b>Total rubro DP</b>				<b>\$5.111,50</b>
<b>Rubro EQ EQUIPAMIENTO</b>				
EQ001	u	Postes de iluminación	100,000	\$107.950,22
EQ002	u	Arbolado	80,000	\$2.045,07
EQ003	gl	Mobiliario	1,000	\$9.860,40
<b>Total rubro EQ</b>				<b>\$119.855,69</b>
<b>Rubro S SEÑALIZACIÓN</b>				
	m2	Señalización horizontal		
S001	m2	Señalización por pulverización	691,200	\$15.653,93
S002	m2	Señalización por extrusión	112,500	\$2.906,69
S003	0	Señalización vertical	55,450	\$13.150,63
<b>Total rubro S</b>				<b>\$31.711,24</b>
<b>Total obra</b>				<b>\$3.973.975,23</b>
<b>Total obra (letras)</b>			<b>dolares tres millones novecientos setenta y tres mil novecientos setenta y cinco con veintitrés centavos</b>	

Tabla 67. Cómputo y presupuesto Anteproyecto Vial. Fuente: Propia.

Actualizando el monto total de USD 3.973.975,23 con el dólar venta de BNA al 15 de septiembre de 2022 cotizando a \$149, tenemos un monto tal de **\$592.122.309,05** (*pesos quinientos noventa y dos millones ciento veintidós mil trescientos nueve con cinco centavos*).



## 6. ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO

En el siguiente anteproyecto se plantea el análisis y confección de una propuesta que brinde una solución a las problemáticas expuestas en capítulos anteriores.

Las problemáticas existentes se originan principalmente por la falta de planificación y ordenamiento del tránsito en la ciudad de Concepción del Uruguay, y por la ausencia de una estricta política de cumplimiento de las normas ya existentes que rigen la circulación de todos los vehículos que ingresan a la ciudad y transitan en la misma.

Para la resolución del anteproyecto, se tendrán en cuenta no solo las problemáticas que se detectan actualmente, sino también aquellas que puedan surgir a futuro, debidas a la implantación del centro de transferencia de cargas propuesto. Por ello se brindará una solución, la cual estará acompañada por el apoyo del municipio encargado de dictar las ordenanzas y leyes necesarias para el correcto funcionamiento.

### 6.1. DISEÑO PRELIMINAR

En los siguientes apartados, se detallarán los criterios y limitaciones necesarios para el planteo del anteproyecto mencionado anteriormente.

### 6.2. EMPLAZAMIENTO

Como se expuso anteriormente en el relevamiento particular, el emplazamiento del Centro de Transferencia a desarrollar en este proyecto se ubica en el terreno frente al ingreso principal de la ciudad, por Ruta Provincial N°39.

Para definir el emplazamiento del terreno destinado a este proyecto, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Terreno municipal
- Localización estratégica
- Accesibilidad diferenciada y segura
- Zonas aledañas de importancia (Parque Industrial)
- Etc.

El terreno destinado al proyecto tiene una ubicación ideal, ya que se encuentra en cercanías al acceso de la Ciudad, logrando de esta forma que el CTC cumpla su función



principal de evitar el acceso de camiones de alto porte a la misma. Asimismo, esta ubicación facilita las operaciones de ingreso y egreso al predio, accediendo al mismo por la Ruta Nacional N° 14 y la Ruta Provincial N°39.

Como se observó en el plano de mensura (Figura 45), en el Relevamiento Particular arquitectónico, el terreno cuenta con un área total de 78.096,2 m<sup>2</sup>, es decir, 7,8 ha, disponible en su totalidad para la construcción. En el capítulo citado anteriormente se establecieron las limitaciones de superficie según la normativa de edificación (C.O.U).

### 6.2.1 PROGRAMA DE NECESIDADES

En este apartado, generamos un marco de actuación para poder desarrollar de esta forma el proyecto del Centro de Transferencia de Cargas.

Para el mismo, se tuvo en cuenta toda la información recolectada en el Relevamiento Particular Arquitectónico, esto incluye las diversas entrevistas realizadas y un profundo relevamiento acerca de las empresas que harán uso de estas instalaciones.

Para determinar el área necesaria en los distintos sectores que comprenden el Anteproyecto Arquitectónico, se tuvieron en cuenta diferentes bibliografías, como por ejemplo Normativas referentes a la construcción de un Centro de Transferencia de Cargas, el C.O.U. (Código de Ordenamiento Urbano), el Código de Edificación de la ciudad de Concepción del Uruguay, entre otras cosas.

Un factor determinante a la hora de decidir la cantidad de depósitos y oficinas necesarias para el Proyecto, fue el conteo de empresas que carecen de un espacio destinado al acopio de productos para luego, operar la transferencia de los mismos. En la siguiente tabla se observa la información relevada de empresas y cantidad de camiones que transportan gran cantidad de mercadería por día y semana.



CANTIDAD DE CAMIONES DIARIOS A BRINDAR SERVICIO				
RUBRO	EMPRESAS	CAMIONES/ DÍA	CAMIONES/ SEMANA	TOTAL x SEMANA
CORRALONES	Cormat	4	-	24
	La Clarita	4	-	24
	Barraca Oeste	4	-	24
	Bourlot	4	-	24
	Materiales Concepción	4	-	24
SUPERMERCADOS	Maycon	2	-	12
	Día	2	-	12
	Mayorista Gran Rex Puerto	2	-	12
	Distribuidoras	2	-	12
MENSAJERÍAS	Correo Argentino	6	-	30
	Andreani	6	-	30
ELECTRODOMÉSTICOS	Musimundo	-	3	3
	Naldo	-	3	3
	Pardo	-	3	3
	Sensei	-	3	3
			<b>TOTAL</b>	<b>240</b>

Tabla 68. Relevamiento de camiones. Fuente: Propia.

En base a lo antes mencionado, se proyecta un Centro de Transferencia de Cargas con tres sectores bien diferenciados: Uno de administración, en donde se colocará todo lo referente a la gestión y gerencia del centro; un sector de servicios generales, en donde se incluyen todos los lugares destinados a las personas que concurren; y, por último, el sector del centro de transferencia, que abarca todo lo referente al centro propiamente dicho.

En la siguiente tabla se presenta el programa de necesidades desarrollado en base a las consideraciones anteriormente descriptas.



PROGRAMA DE NECESIDADES CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS					
ZONA	AMBIENTE	ÁREA UNIT. [m2]	CANTIDAD	CANTIDAD DE PERSONAL	ÁREA TOTAL [m2]
Administración	Oficinas administrativas	25,0	13	26	324,5
	Area de Impresión tipo I	22,36	1	1	22,36
	Area de Impresión tipo II	23,1	1	1	23,1
	Sala de reuniones	59,34	1	-	59,34
	Cocina	20,37	1	-	20,37
	Hall - Recepción	48	1	2	48
	Depósito de limpieza	5	2	5	10
	Archivo	20	1	-	20
	Area de recreación	23,5	1	-	23,5
	Baños	41,2	2	-	82,4
	Circulaciones	-	-	-	-
Servicios Generales	Restaurant - Comedor	327,36	1	5	327,36
	Recepción	16,1	1	1	16,1
	Cocina	42,34	1	5	42,34
	Baños	44	1	-	44
	Baño personal	2,2	1	-	2,2
	Depósitos	11,6	1	-	11,6
	Estacionamiento	180	1	1	180
Centro de transferencia	Taller Mecánico	150	1	2	150
	Circulación interna predio	-	-	-	-
	Depósitos de acopio	150	20	8	3000
	Depósitos refrigerados	150	4	2	600
	Garita de control ingreso y egreso	4,3	2	2	8,6
<b>TOTAL</b>				<b>61</b>	<b>5015,75</b>

Tabla 69. Programa de Necesidades propuesto. Fuente: Propia.

### 6.3. MEMORIA DESCRIPTIVA

Para el correcto funcionamiento del nuevo Centro de Transferencia de Cargas, es necesaria una distribución eficiente de los espacios, ya sean públicos; privados; de servicio y de circulación.

En esta sección, se explicarán las características de la solución por la cual se optó en la propuesta, y se expondrá todo lo referido al funcionamiento y materialidad, como así también las causas que se han tenido en cuenta para su elección.

### 6.4. ZONIFICACIÓN

El CTC estará compuesto por dos zonas, una de ellas será la correspondiente al Centro de Transferencias propiamente dicho, dentro de la cual se incluyen los depósitos y muelles de carga, destinados a la carga y descarga de mercadería y productos; los

estacionamientos dispuestos para la permanencia de los camiones y para el personal del centro; y todo lo referente a la circulación interna de vehículos de mediano y gran porte.

Por otro lado, la segunda zona que integrará el proyecto, será la correspondiente al Edificio de Oficinas. Aquí se incluyen las oficinas, el restaurante, y la playa de estacionamiento dispuesta para todo el personal y público en general que concurra al predio.

Para ambas zonas que integran el proyecto, se propone un acceso diferido, los cuales tendrán su respectiva garita para mantener el control de ingreso y egreso de vehículos al predio.

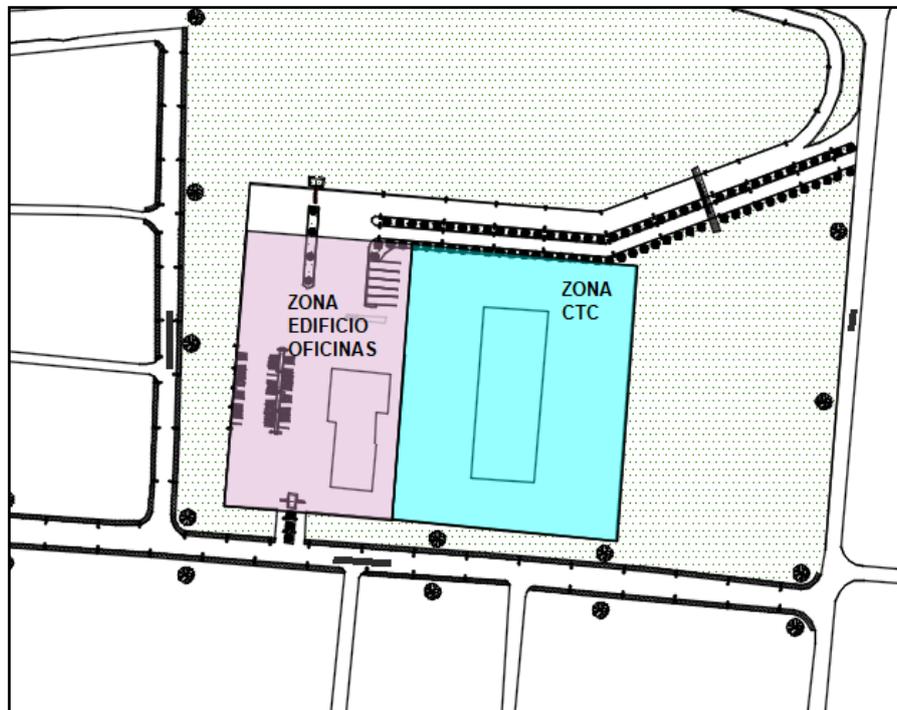


Figura 167. Zonificación del predio. Fuente: Propia.

## 6.5. IMPLANTACIÓN

Para poder analizar la implantación de los distintos edificios que componen el Centro de Transferencia de Cargas, se debieron tener en cuenta diversos aspectos. Una de las más determinantes, fue el hecho de lograr el acceso por la Ruta provincial N° 39 para camiones, sin que esto provoque inconvenientes en el tránsito, cumpliendo con la normativa vigente de Vialidad Nacional y Provincial.

A su vez, se tenía que lograr también un ingreso proveniente desde la Ciudad, y una entrada y salida para vehículos de menor porte.

Para poder lograr la correcta accesibilidad al predio, se determinaron tres ingresos distintos. Uno de ellos, tiene se generó mediante la Ruta Provincial N° 39, por donde ingresan los vehículos y camiones de alto porte para hacer la respectiva descarga de productos y/o mercaderías. El segundo ingreso, se da por la Ruta Provincial N° 42; por donde tienen ingreso los vehículos de mediano y pequeño porte, que provienen de la Ciudad para hacer el intercambio. El tercer ingreso se da por Calle Pública 1165, mediante la cual ingresan los vehículos pequeños que concurren al edificio de oficinas o al restaurante.

Es importante destacar que, al diferenciar los ingresos de vehículos al predio, ésto nos permite desvincular la zona de depósitos perteneciente al Centro de Transferencias con la zona donde se implanta el edificio destinado a alojar las oficinas administrativas para las distintas empresas que requieran del servicio, incluyendo el restaurante que tendrá lugar en dicho sector.

Se planteó un esquema de circulación en el predio, y en relación a esto, se ubicaron los sectores proyectados.

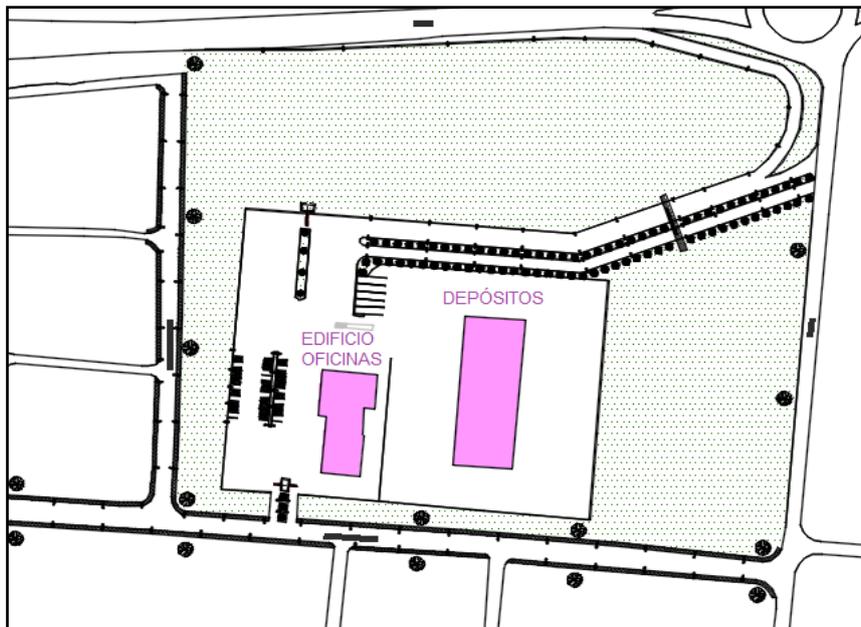


Figura 168. Implantación de edificios dentro del predio. Fuente: Propia.



### 6.5.1 MODULACIÓN

La modulación que se decidió utilizar para elaborar una propuesta arquitectónica tanto para los depósitos, como para el edificio de oficinas es la que se muestra a continuación.

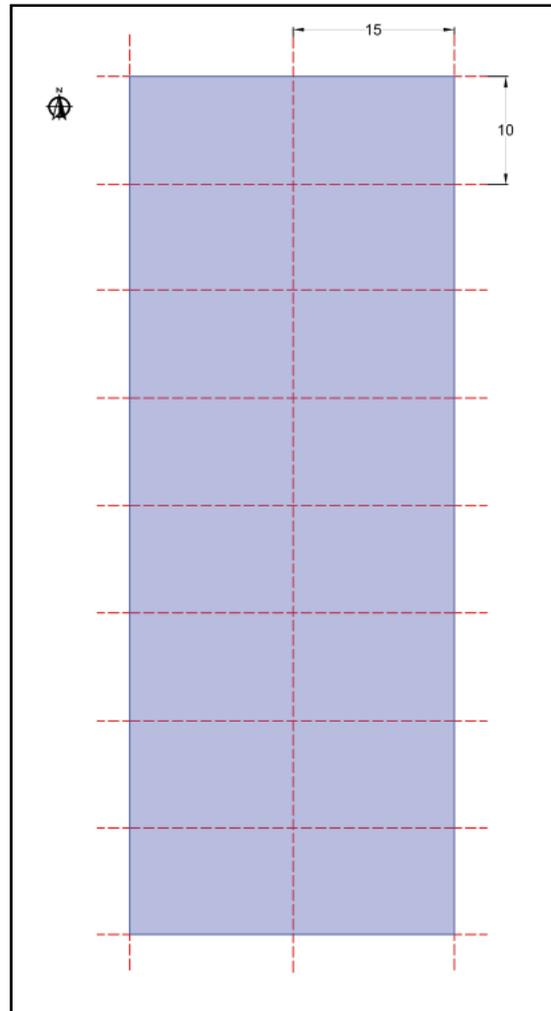


Figura 169. Modulación Depósitos. Fuente: Propia.

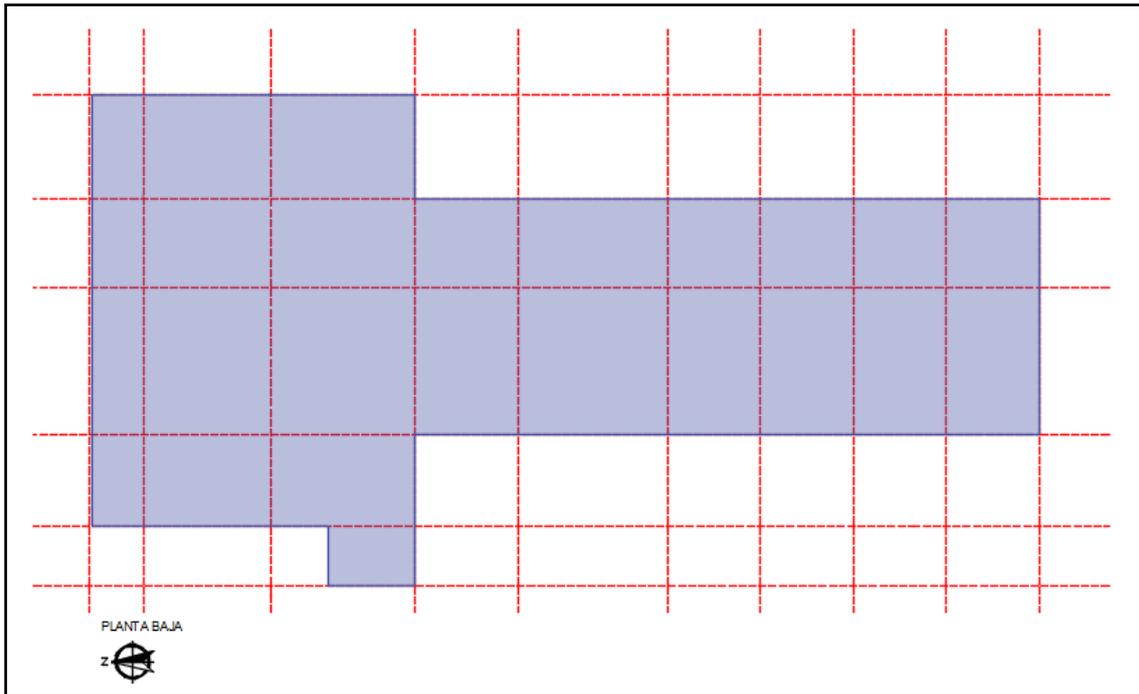


Figura 170. Modulación edificio de oficinas y restaurante planta baja. Fuente: Propia.

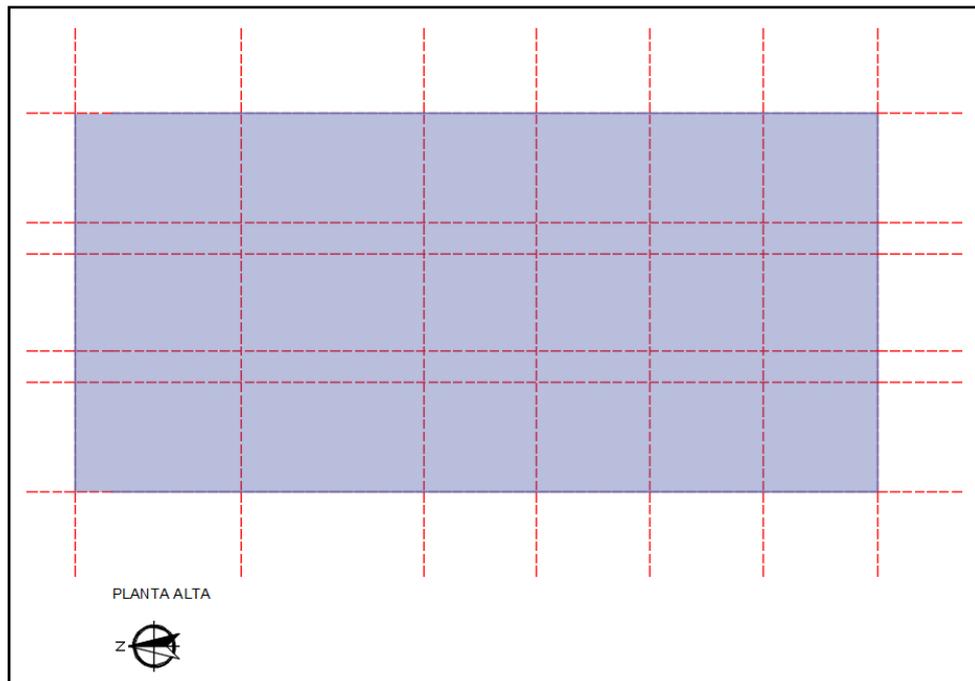


Figura 171. Modulación planta alta Edificio. Fuente: Propia.

La modulación estructural coincide generalmente con la arquitectónica, a excepción de aquellos sectores en los cuales, debido a su requerimiento de cargas y secciones, se tuvo que optar por minimizar las luces.

## 6.6. VOLUMETRÍA

A continuación, se expondrá la volumetría por la cual están compuestos los dos edificios que integran el Anteproyecto Arquitectónico.

Por un lado, los depósitos de productos y mercaderías, los cuales consisten en un cuerpo principal donde se ubican las modulaciones correspondientes a cada uno de los depósitos. El mismo tiene acceso a través de sus dos caras, donde estarán ubicados los muelles de carga y descarga, con orientación al Este y Oeste. Alrededor del mismo, se efectúa la circulación de los vehículos, contando con las medidas necesarias para poder realizar las maniobras requeridas.

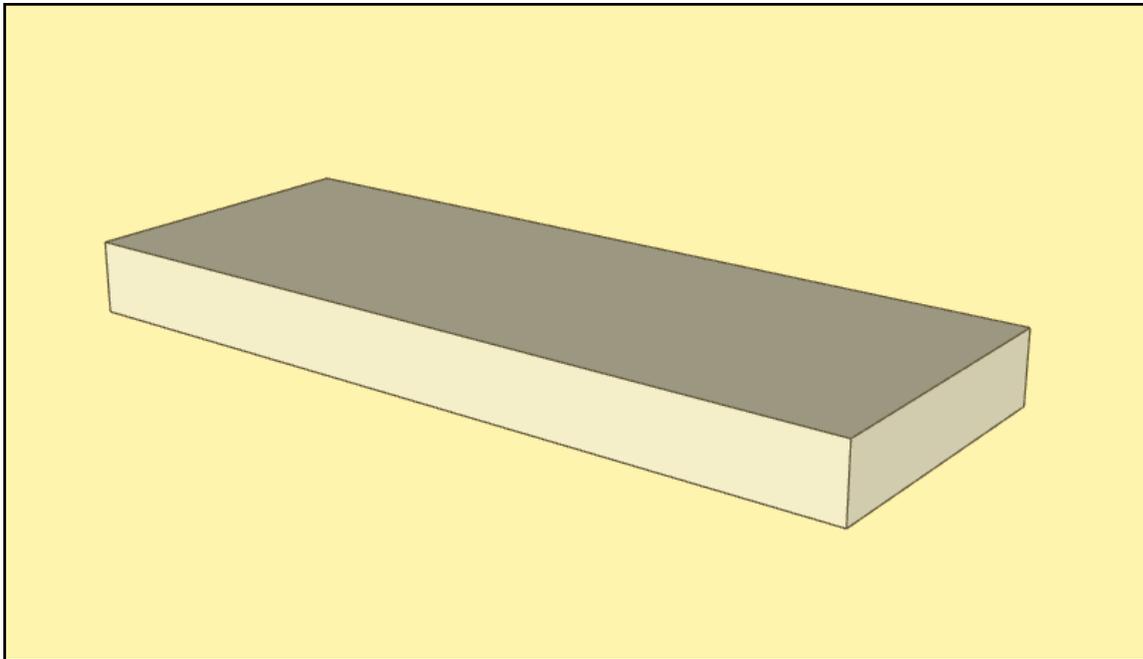


Figura 172. Volumetría Edificio de Depósitos. Fuente: Propia.

Por otro lado, está el edificio de oficinas, el cual se compondrá de dos cuerpos o bloques; uno de menor altura, que estará destinado al restaurante de acceso público; y otro bloque de mayor altura, dentro del cual estarán ubicadas las oficinas y todo lo correspondiente a lo administrativo.

Se decidió en un principio que estos bloques estén separados, teniendo cada uno su propio ingreso, por el simple motivo de la diferencia horaria que presenta cada uso. Esto quiere decir que, por ejemplo, si el restaurante permanece abierto en horario



nocturno, es necesario que se anule el acceso al edificio de oficinas que estará cerrado durante ese horario.

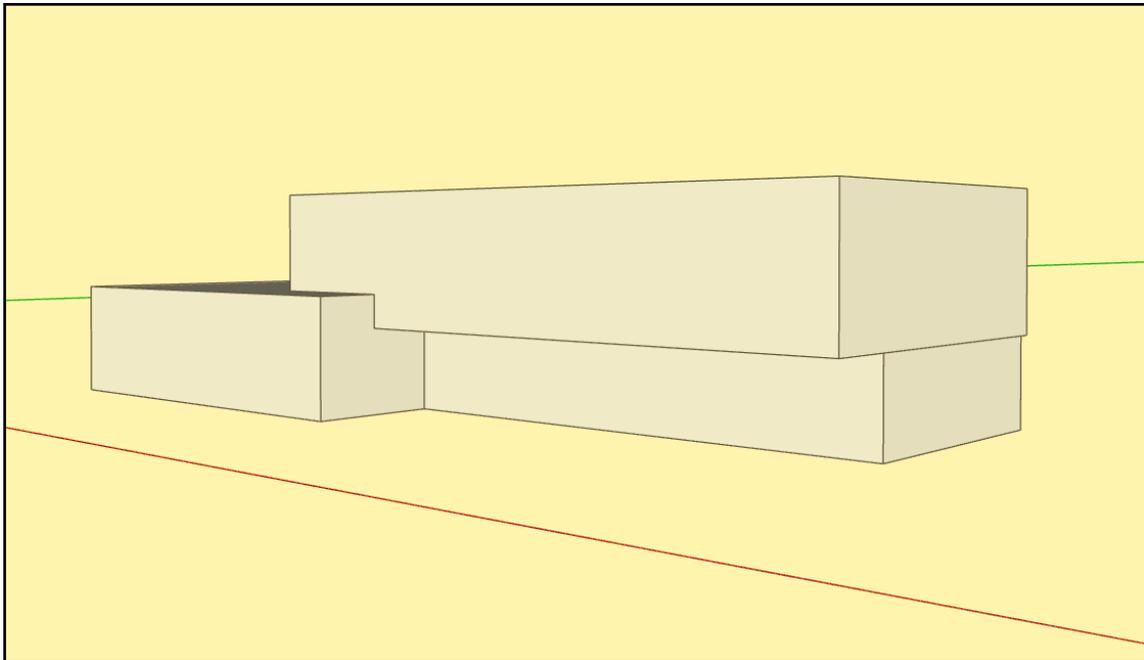


Figura 173. Volumetría Edificio de Oficinas y Restaurante. Fuente: Propia.

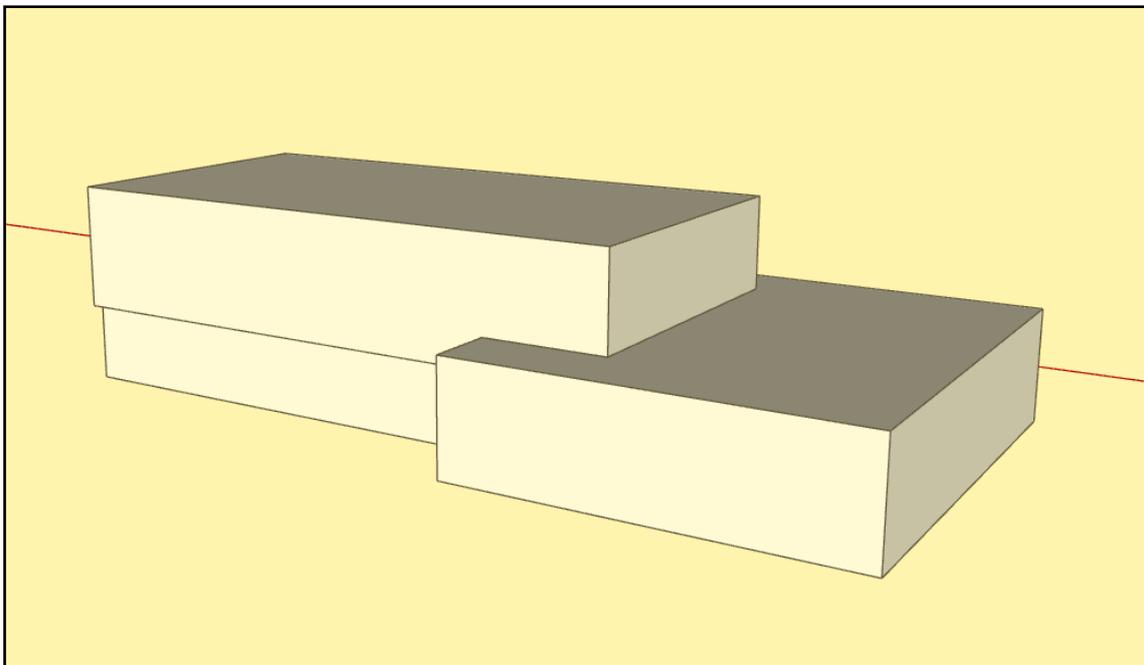


Figura 174. Volumetría Edificio de Oficinas y Restaurante. Fuente: Propia.



## 6.7. MATERIALIDAD

Para definir la materialidad del edificio de oficinas, se decidió utilizar como elementos principales los siguientes materiales:

- Hormigón
- Vidrio
- Revestimiento de placas cementíceas

Estos se utilizan tanto para la fachada como para el interior del mismo, aprovechando, en el caso del hormigón visto, la disposición de la estructura que compondrá el edificio. En cuanto a las placas cementíceas, estas revestirán aquellos sectores en los cuales se utilizará una estructura metálica como tipología estructural.

La decisión de optar por estos materiales, se basa en la búsqueda de integrar la propuesta al entorno. Al encontrarse el terreno en un área industrial de la Ciudad, se procuró que el nuevo proyecto no contrarreste con su el ambiente en el cual se encuentra, es por esto que se eligió el hormigón como material principal ya que el mismo es muy utilizado para lograr una fachada de esta tipología.

También, se decidió utilizar materiales fabricado en la localidad, como los bloques de hormigón y ladrillos huecos, utilizados en cerramientos de los depósitos y el edificio de oficinas respectivamente.



Figura 175. Materialidad Edificio de Oficinas. Fuente: Propia.



Figura 176. Materialidad Edificio de Oficinas. Fuente: Propia.



Figura 177. Materialidad Depósitos. Fuente: Propia.



Figura 178. Materialidad Depósitos. Fuente: Propia.

## 6.8. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y CIRCULACIONES

Dentro de este apartado, se expondrán los espacios funcionales de acceso tanto público como privado, como así también, las circulaciones que se proponen para cada edificio que compone el Anteproyecto Arquitectónico.

En cuanto a los depósitos, se plantea un acceso mediante las dos caras del bloque con orientación al Este y al Oeste.

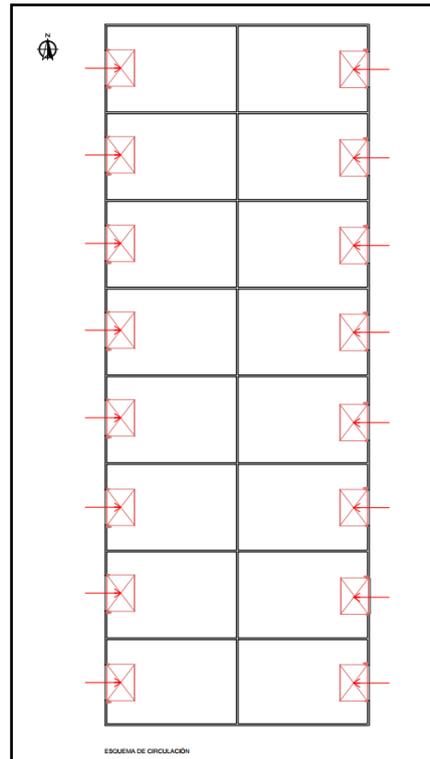


Figura 179. : Esquema de circulación depósitos. Fuente: Propia.

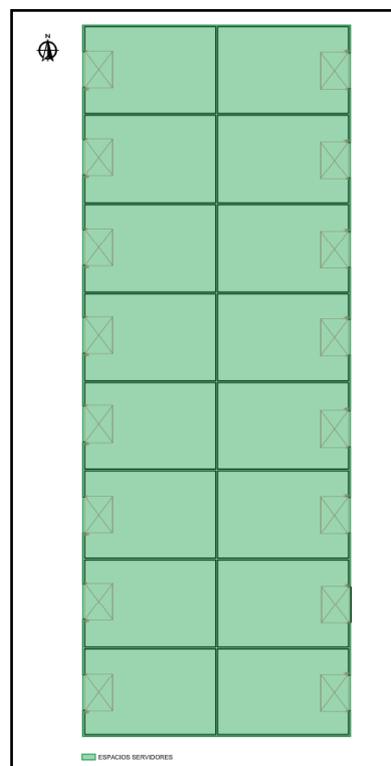


Figura 180. Funcionalidad depósitos. Fuente: Propia.

A continuación se presentan los esquemas de funcionalidad y circulación correspondientes a cada planta del al edificio de oficinas y el restaurante.

El edificio estará compuesto por dos plantas. En la planta baja, se ubica por un lado el restaurante de acceso público, y por el otro lado, las oficinas destinadas a aquellas empresas que quieran hacer uso del servicio del Centro de Transferencias. Se podrá acceder a ambos bloques a través de un hall de entrada.



Figura 181. Descripción funcional de espacios en Planta Baja. Fuente: Propia.

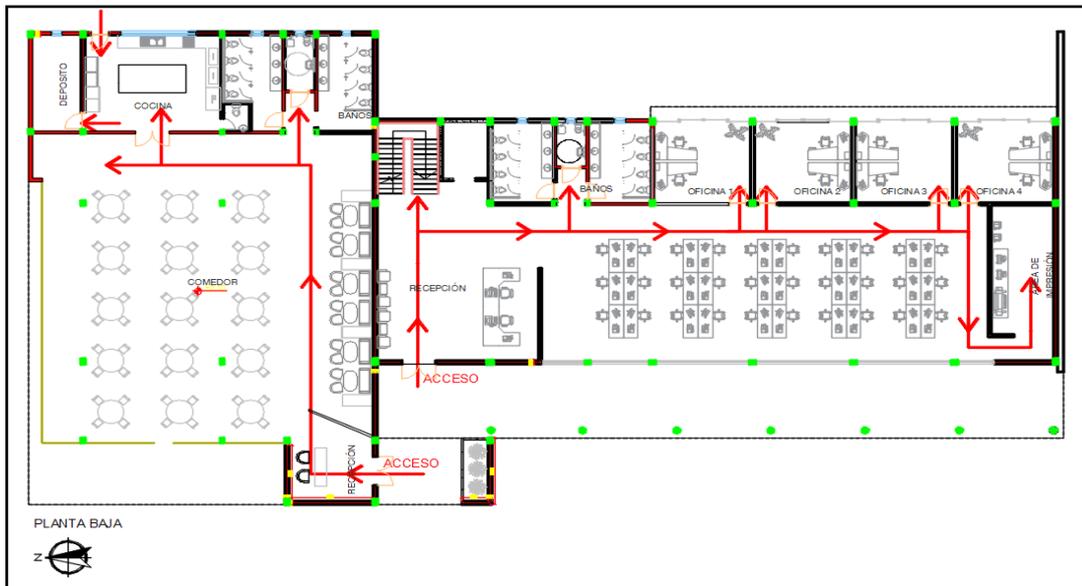


Figura 182. Esquema de circulación en Planta Baja. Fuente: Propia.

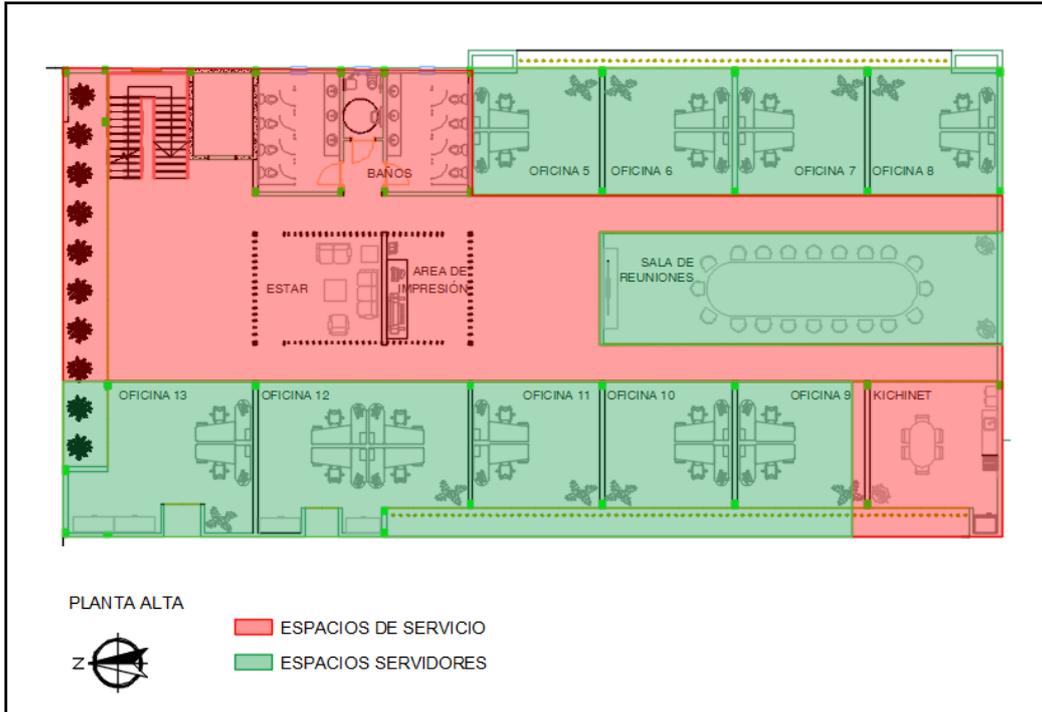


Figura 183. Descripción funcional de espacios en Planta Alta. Fuente: Propia

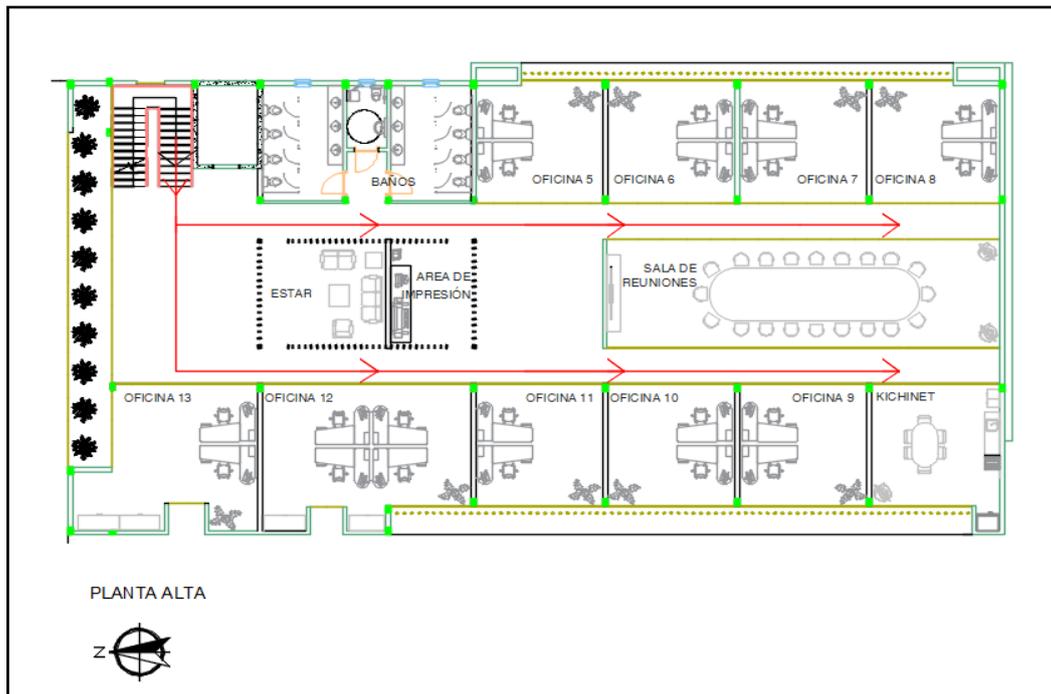


Figura 184. : Esquema de circulación en Planta Alta. Fuente: Propia.

Como se puede observar, ambas plantas cuentan con núcleo de baños tanto diferido para hombres y mujeres, y un baño para personas con movilidad reducida;



núcleos de circulación vertical, pasillos y los espacios privados correspondientes a las oficinas, cocina, depósitos, etc.

## 6.9. MEMORIA TÉCNICA

Dentro de este apartado, se procederá con la descripción de los diferentes materiales que se decidieron utilizar en el Anteproyecto Arquitectónico, tanto de los depósitos, como del edificio de oficinas y restaurante.

Se buscó garantizar un adecuado nivel de confort, habitabilidad y funcionalidad, a través del aislamiento térmico y acústico, adecuada iluminación y ventilación en todos los ambientes que integran el proyecto. Para esto se utilizaron paneles prefabricados y tecnología DVH para los sectores vidriados y aberturas que componen los edificios, las cuales serán descriptas a continuación.

También se buscó lograr, mediante el uso y aplicación de diferentes tecnologías, la eficiencia energética, optimizar del uso del agua potable y utilizar un tratamiento adecuado de las aguas residuales, reduciendo de esta forma el impacto en el medioambiente.

### Fundaciones

La cimentación tanto del edificio de oficinas y restaurante, como de los depósitos, estará conformada por zapatas de hormigón armado con el objetivo de combatir las fuerzas generadas por el viento, peso propio y todas las cargas permanentes y de uso que sean generadas por la estructura.

Las respectivas dimensiones de las mismas, surgen de un análisis de carga y capacidad portante del suelo, obtenido a través de un estudio de suelos.

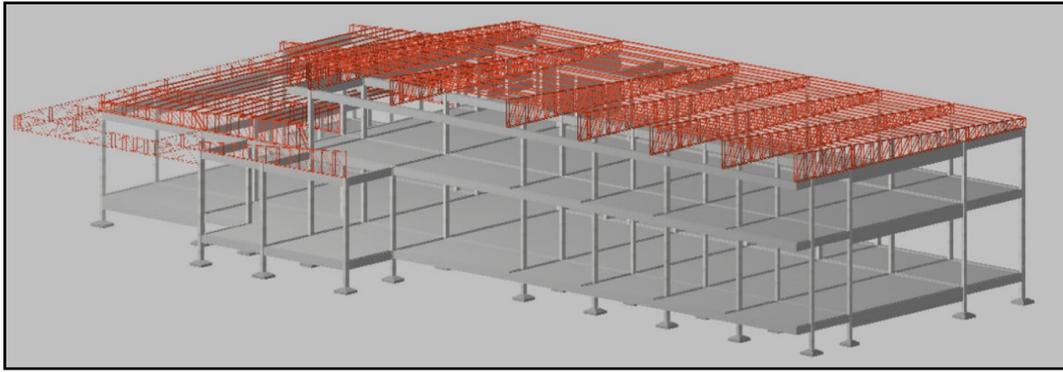


Figura 185. Sistema de fundaciones para edificio de oficinas y restaurante. Fuente: Propia.

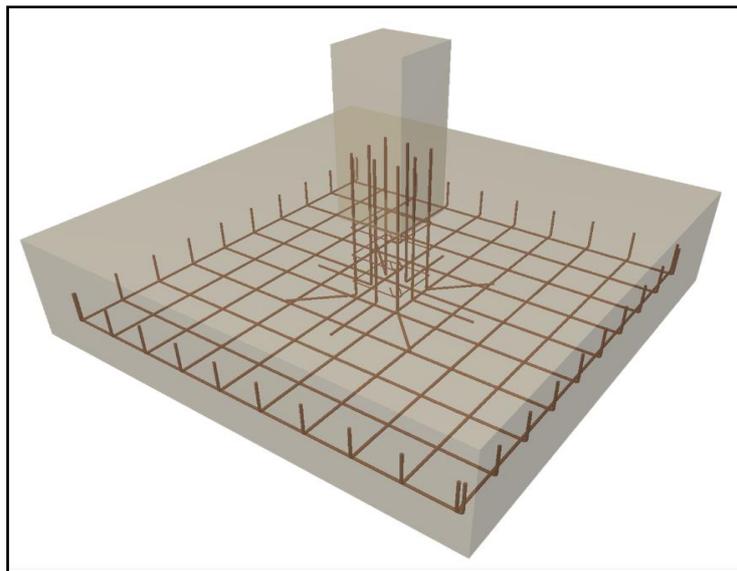


Figura 186. Detalle de zapatas. Fuente: <https://estructurando.net/2018/12/12/anclaje-de-armadura-en-zapatas-flexibles-o-que-hacer-con-la-patilla/>

## Muros

Los muros tanto interiores como exteriores estarán compuestos por varias tipologías. A continuación, haremos mención de alguna de ellas.

- Mampostería de ladrillo hueco

Son capaces de tomar y resistir las solicitaciones provenientes de las losas y techos de entresijos de construcciones de una o más plantas. Se dispondrán en los muros de los núcleos húmedos como cocina, baños y parte de la fachada. El uso del mismo, proporciona un gran aislamiento acústico.

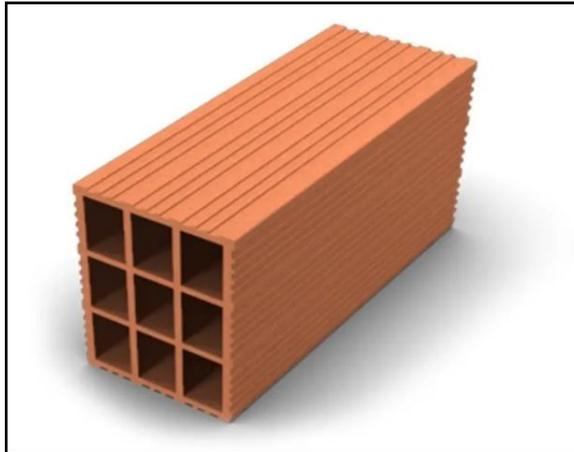


Figura 187. Ladrillo hueco. Fuente: <https://www.aconmateriales.com.ar/product/ladrillo-hueco-de-12x18x33-1ra-calidad/>

- Revestimiento de placa cementícea

Es aplicable a Para fachadas, cerramientos, revestimientos, marquesinas, cenefas, medianeras, cajas de escaleras, paredes o revestimientos que requieran una terminación con aspecto de cemento, etc. Son resistentes a la humedad, hongos, moho, rayos UV, poseen gran durabilidad en el tiempo, gran resistencia a impactos y colapso, alta resistencia al fuego, son incombustibles, y tienen una gran velocidad y facilidad de instalación.



Figura 188. : Placa Cementícea para exterior. Fuente: Placo, Volcanboard.

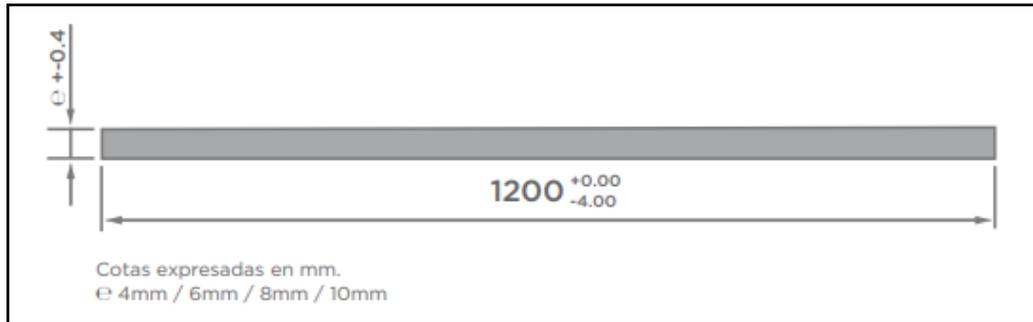


Figura 189. Placa Cementícea para exterior. Fuente: Placo, Volcanboard.

- Paredes de Durlock

En el interior se utilizarán placas y montantes de Durlock como tabiques divisores para la zona de las oficinas. Al tratarse de un montaje en seco, resulta ser un proceso mucho más limpio y rápido. Presentan alta resistencia a la humedad, y las placas tienen un núcleo de yeso bihidratado que retarda la acción del fuego.



Figura 190. Placas de Yeso. Fuente: Durlock.

- Bloques de hormigón

Otorgan un gran factor de rigidez a la estructura, y estarán dispuestos en los cerramientos de los depósitos. Poseen grana capacidad portante y, a diferencia de los bloques de arcilla, estos tienen una gran resistencia a la compresión.



Figura 191. Detalle Bloques de Hormigón. Fuente: <https://www.corblock.com/bloques>

### Muro cortina de vidrio

Es un sistema autoportante hecho por elementos lineales, que se unen entre sí y están anclados a la estructura principal en un edificio. Este sistema se colocará en la fachada del edificio de oficinas y en el comedor.

Los muros cortina se construyen mediante la repetición de elementos prefabricados que incluye elementos de protección, apertura y accesibilidad.

Su función principal es otorgar a la fachada aislamiento exterior mediante elementos fijos como el vidrio. Este sistema ofrece un confort mediante el paso de luz natural y permite un ahorro energético.

El sistema adoptado para este proyecto es el llamado “piel de vidrio” con doble vidriado hermético (DVH). El mismo se encuentra compuesto por una perfilería de aluminio colocada en forma vertical (stick), que se cierra con distintos tipos de materiales, predominando el frente vidriado.

El montaje comienza con el revestimiento exterior del edificio a través de los montantes o perfiles verticales ensamblables de aluminio, los cuales son soportados por anclajes, que son los que sujetarán el muro cortina. Una vez instalados los montantes verticales, se ajustan los travesaños horizontales, determinando el área de visión y la zona

de antepecho del muro cortina. Finalmente se colocan las hojas de aluminio con el DVH pegado estructuralmente a la perfilaría de aluminio.

Los materiales portantes son de aluminio, elaborados industrialmente. Estos son capaces de soportar la presión de vientos, las cargas interiores y su propio peso, que es transmitido directamente a la estructura del edificio a través de los anclajes.

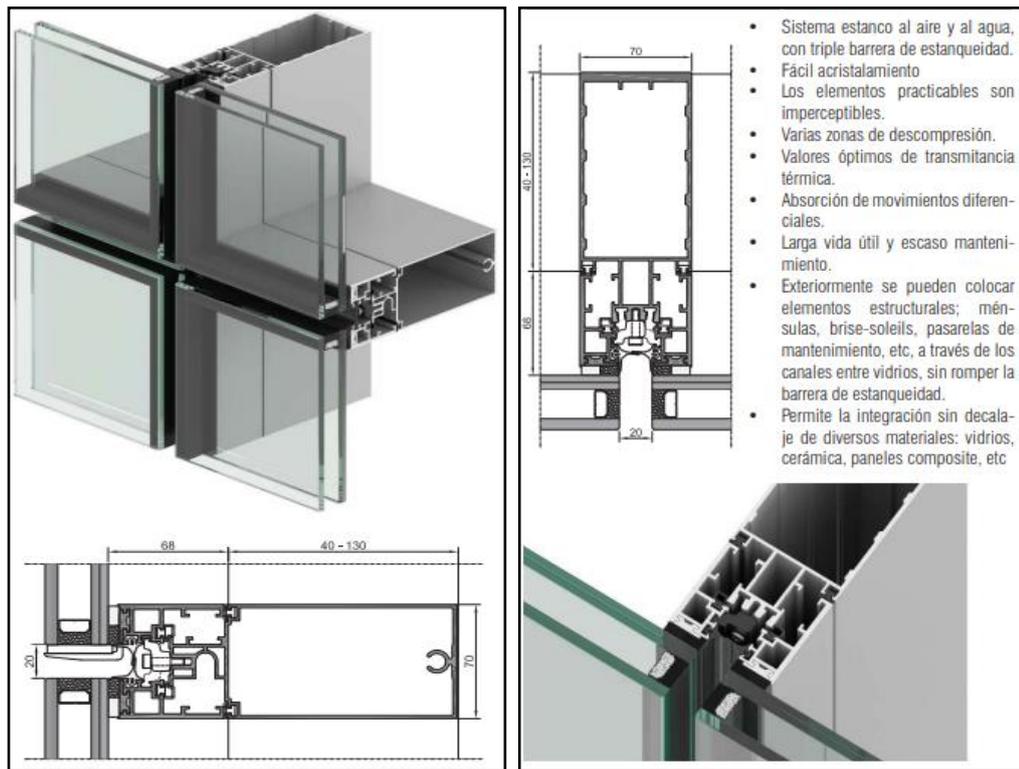


Figura 192. Ssistema R70ST o Stick. Fuente: Riventi.net

### Aberturas

Todas las aberturas que serán colocadas en el edificio serán de aluminio con sistema DVH para que los ambientes sean térmicamente aislados.

Cada una de ellas tendrán las dimensiones adecuadas y correspondientes al proyecto, para garantizar de esta forma la correcta ventilación e iluminación natural.



Figura 193. Detalle de abertura de aluminio DVH. Fuente: <https://ralaluminio.com.ar/>

En cuanto a las puertas interiores, se utilizarán dos tipologías. Las correspondientes a las puertas de las oficinas, las cuales serán de vidrio, y las correspondientes a baños, cocinas y demás ambientes, que serán puertas placa.

Todas las oficinas en planta baja tendrán una puerta ventana corrediza que dará acceso al exterior. La misma será de aluminio con vidrio DVH dobles.

### 6.9.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

#### Edificio de Oficinas y Restaurante

La superestructura portante correspondiente al edificio de oficinas y restaurante, estará compuesta principalmente por columnas y vigas de hormigón armado de sección rectangular, con diferentes dimensiones dependiendo del compromiso estructural de ambas estructuras. También se utilizarán cabreadas metálicas, lo cual permitirá salvar grandes luces en determinados ambientes, optando por esta metodología para optimizar cargas, cantidades de hormigón y costos.

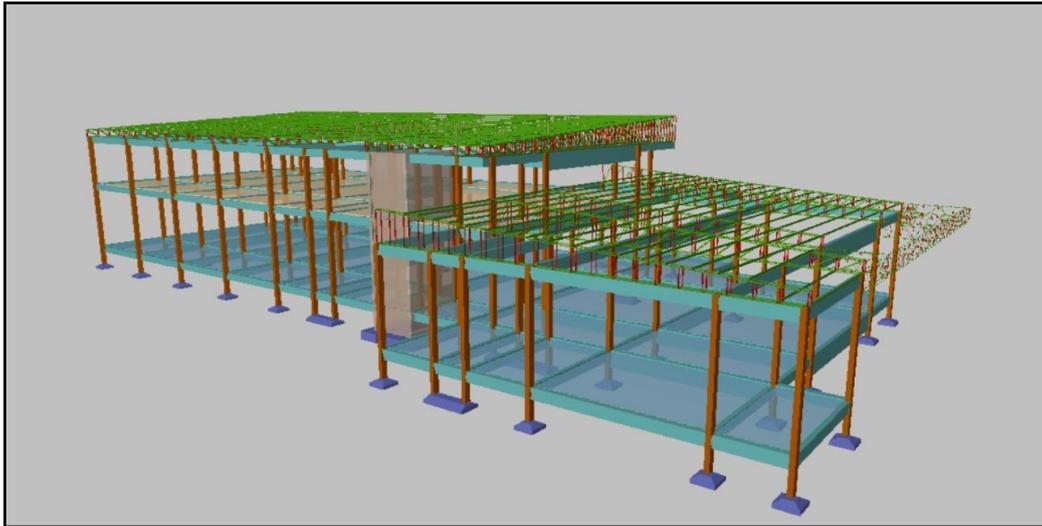


Figura 194. Estructura de Edificio de Oficinas y Restaurante. Fuente: Propia.

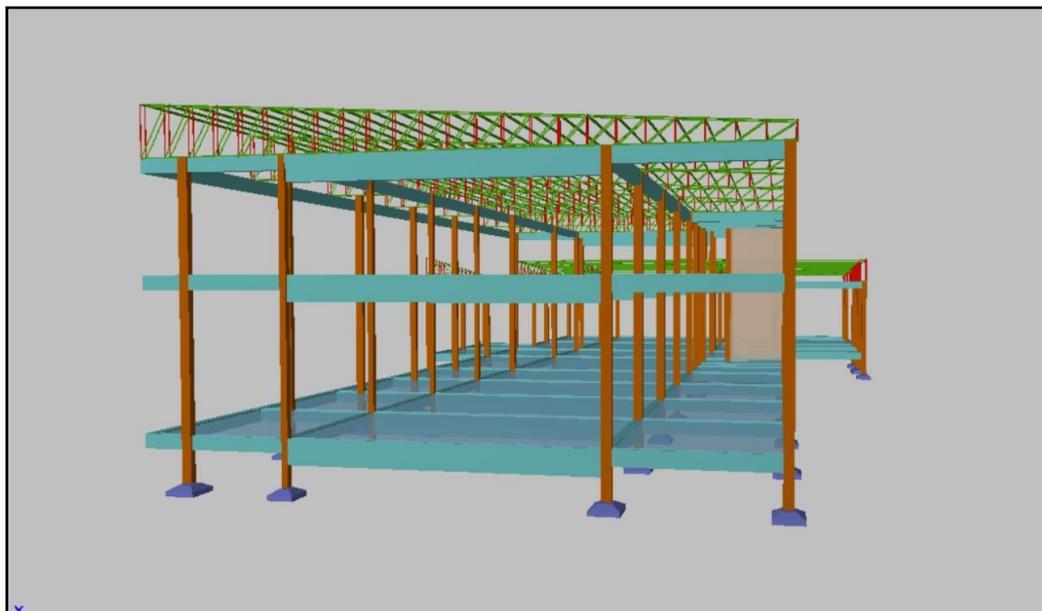


Figura 195. Estructura de Edificio de Oficinas y Restaurante. Fuente: Propia.

En el caso del entrepiso de la Planta Alta las losas se resuelven en forma de losas casetonadas, en ambos sentidos. Debido a la magnitud de las cargas y las distancias entre columnas, se propone losas casetonadas con espesores entre 35 y 45 cm, con casetones de 70 x 70 cm y el espesor del nervio de 12 cm, quedando una distancia de 82 cm entre ejes de nervios. Las losas estarán vinculadas con vigas de hormigón armado.

En el caso de las demás vigas y las columnas, las dimensiones y armaduras se observan en la memoria de cálculo.



Figura 196. . Losa casetonada. Fuente: Leal todo fibras.

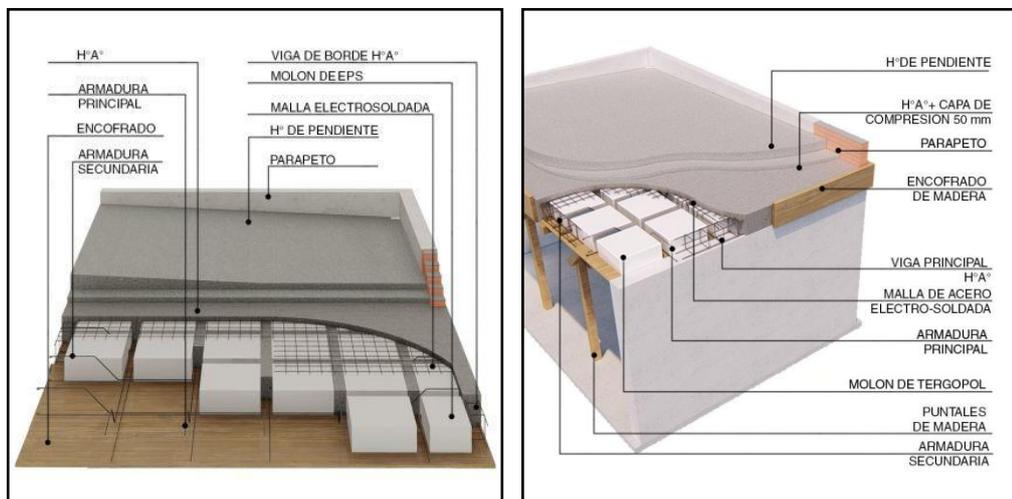


Figura 197. Losa casetonada. Fuente: <https://www.viviendaverde.com.ar>

### Contrapisos

Los contrapisos estarán constituidos de hormigón pobre con un espesor de 15 cm y una carpeta de 2 cm de espesor.

La carpeta cementicia se realiza sobre los contrapisos para nivelar y proveer una superficie plana para la colocación de los solados.

### Aislamientos

Para garantizar una correcta impermeabilización del edificio, se aislarán de manera correcta todos los paneles, contrapisos y diferentes elementos estructurales que se utilicen en el edificio. Para ello se utilizará lana de vidrio, ya que mantiene la temperatura y tiene un gran desempeño como aislante acústico.

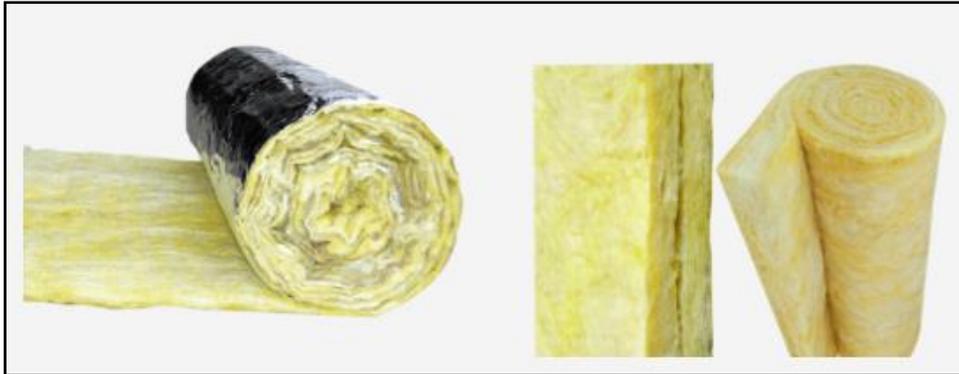


Figura 198. Lana de vidrio. Fuente: Grupo AgroRedes.

### Pisos

Para los pisos, se utilizarán porcelanatos para la mayoría de los locales que corresponden al edificio de oficinas y restaurante, con colores y acabados que sigan los lineamientos de la propuesta arquitectónica hecha y sin contrarrestar el entorno.

Este es un material suave que presenta una mayor resistencia a los cerámicos dado que se fabrican con cerámicas de mejor calidad procesada a alta presión y temperaturas elevadas hasta conseguir una compactación superior.

Para su instalación se necesita de conocimiento ya que es un material delicado, pero presenta un menor tiempo de colocación que los pisos cerámicos. Su precio de inversión es más elevado que los cerámicos pero debido a su larga duración a largo plazo es más beneficioso.

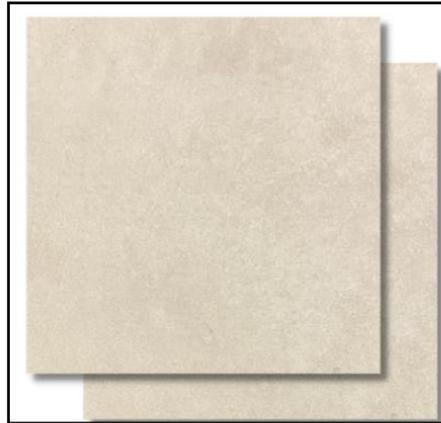


Figura 199. Piso porcelanato. Fuente: <https://tienda.gaphaus.com.ar>

### Revestimiento

El edificio de oficinas estará compuesto por una materialidad mixta, encontrándose:

- Revestimiento texturado: Estos disimulan imperfecciones, son más resistentes al impacto climático y, además, ahorran tiempo de obra en comparación con la pintura, ya que reemplazan también el revoque fino y el enduido, permitiendo aplicarse en la mitad de tiempo.
- Para el proyecto se utilizará revestimiento texturado con color de la línea Protex.

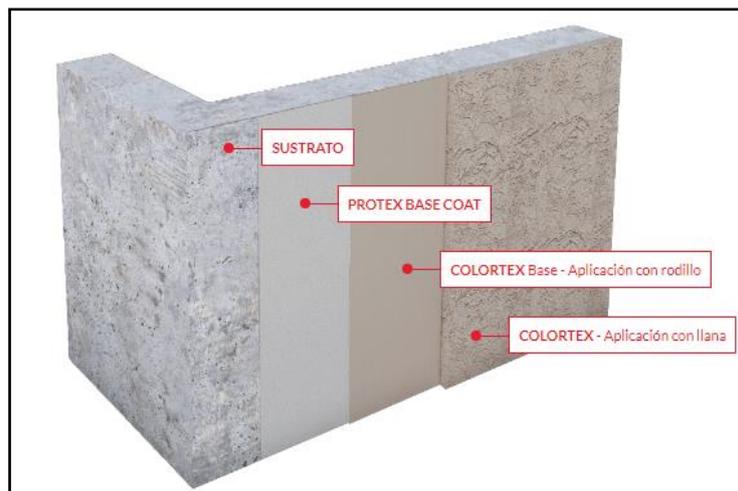


Figura 200. Revestimiento texturado con color. Fuente: <https://protexargentina.com/>



- Pintura látex: Tanto para la fachada como para los demás ambientes y columnas se utilizará pintura látex para interiores y exteriores. Se define su color en base a la estética del edificio.

- Núcleos húmedos: azulejos

Los núcleos húmedos serán revestidos por azulejos, este material se encuentra disponible en una gran variedad de estilos y diseños los cuales son resistentes a la humedad lo cual hace que se eviten filtraciones, son de fácil limpieza, la durabilidad es uno de los aspectos más destacables ya que son altamente resistente a los impactos.



Figura 201. Azulejos. Fuente: <https://valyriahome.com/>

- Lamas en vertical de madera: Se colocarán lamas verticales de madera en planta alta a fin de delimitar el área de impresión y la sala de estar. Este sistema genera el efecto de “visto y no visto”, se crea con la incursión de este tipo de lamas en la distribución de un espacio diáfano. Se trata de un elemento fijo, mucho más ligero que un tabique, el cual ayuda a distribuir los pasos y la circulación, sin resultar un obstáculo para luz y la sensación de amplitud.



Figura 202. Lamas verticales de madera. Fuente: [https://www.arquitecturaydiseno.es/decoracion/10-ideas-para-separar-ambientes-sin-paredes\\_2682](https://www.arquitecturaydiseno.es/decoracion/10-ideas-para-separar-ambientes-sin-paredes_2682)

### Cielorraso

En cuanto a la materialización del cielorraso se utilizará en general placas de yeso suspendidas, fijadas a una estructura metálica. Este sistema brinda una modulación de perfiles Omega cada 60 cm que provoca un menor consumo de materiales y una notable reducción de costos mientras aumenta la velocidad de instalación.

La estructura suspendida está compuesta de los siguientes elementos:

**Viga maestra:** perfiles solera de 35 mm colocados con una separación máxima de 1,20 m entre ejes.

**Velas rígidas:** perfiles montantes de 34 mm colocados con una separación de 1,0 m, se fijan a la estructura resistente mediante un encuentro en T con un tramo de perfil solera de 35 mm.

**Perfil Omega:** se colocan a las vigas maestras con una separación máxima entre ejes de 60 cm.

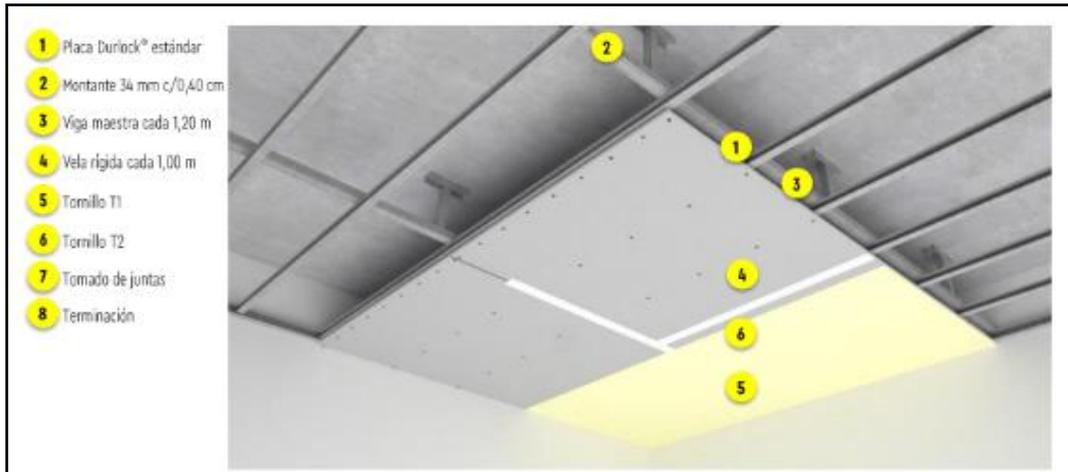


Figura 203. Estructura cielorraso con placas de yeso, junta tomada. Fuente: Durlock.

En el caso de los núcleos húmedos, cocina y baños, se emplea placas estándar reforzadas, las cuales absorben el agua y las liberan finalmente al ambiente en forma de vapor. Esta actividad recíproca impide la acumulación de agua en el cielorraso, evitando riesgos de filtraciones y posteriores patologías.

### Cubiertas

El diseño arquitectónico planteado logra que las cubiertas no se aprecien a simple vista, por lo cual se recurre entonces a utilizar una solución más económica ya que no se requiere alcanzar grandes visuales o acabados.

Las cubiertas tanto del edificio de oficinas y restaurante, como de los depósitos, estarán conformadas por chapa ondulada C-25, con una pendiente mínima del 10% cumpliendo de esta forma con el Código de Edificación y reglas mínimas de la ciudad y logrando a su vez un correcto desagüe de las mismas, e incorporando por debajo de la misma una membrana aislante térmica, la cual estará apoyada sobre perfiles C galvanizados.

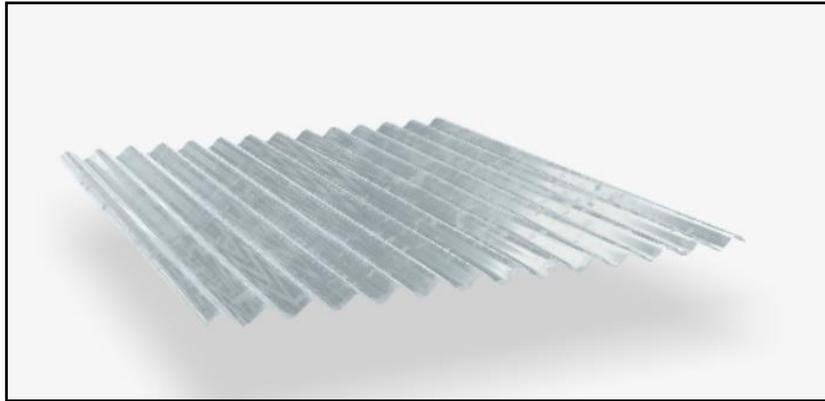


Figura 204. Chapa galvanizada acanalada. Fuente: <https://ar.ternium.com/es/productos/aceros-revestidos/galvanizado>.

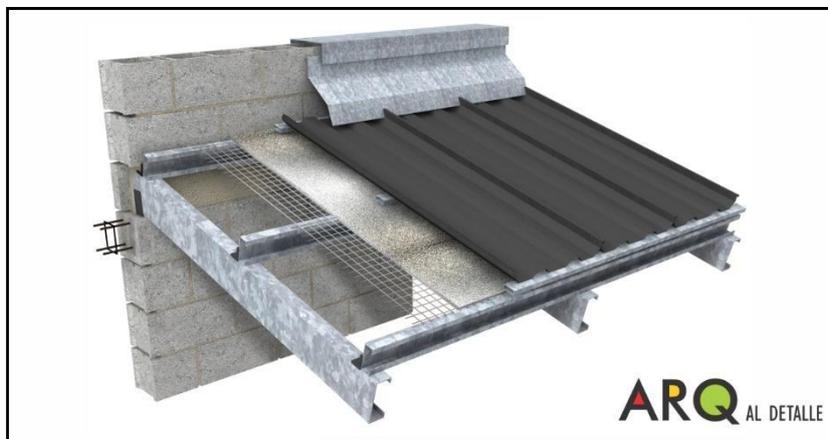


Figura 205. Detalle de Cubierta Metálica. Fuente: Arq. al Detalle.

### Materialidad depositos

Para lograr la estructura del depósito, se optó por utilizar perfiles ángulo de alas iguales, La estructura portante del depósito que transmite las cargas desde la cubierta hacia las fundaciones está constituida por perfiles ángulos de alas iguales de chapa de acero F24.

Se trata de 9 pórticos de 30,20 m de luz con columnas intermedias conformadas con hierro redondo. Dichos pórticos se encuentran separados cada 9,80 m. Los elementos acero están recubiertos con pintura antioxidante negro por cuestiones estéticas de diseño.

Para brindarle mayor rigidez a la estructura, se vinculan los pórticos a través de cruces San Andrés, a lo largo de su luz.



Cada deposito tendrá un numero designado y se ingresará la mercadería por los portones enrollables automáticos de acero de ancho 4 m y una altura de 4 m sobre antepecho compuesto de mampostería de bloques de hormigón.



Figura 206. Portones enrollables automáticos. Fuente: Gener-ar.

Como se proyecta un antepecho de 1,10 m de altura (altura de chasis de un camión desde el suelo), se construirán rampas del lado interior para descargar mercadería con un sampi de manera sencilla.

Se colocarán aberturas de aluminio en los laterales para el ingreso de luz y la circulación de aire, lo que generara un ambiente confortable. De ser necesario se colocarán en la cubierta chapas translucidas, alternándolas con chapas de acero galvanizado. Las aberturas serán de tipo ventiluz, de dimensiones adecuadas.



Figura 207. Abertura ventiluz. Fuente: <https://aluminioszarich.com.ar/>



Los cerramientos se constituirán de bloques de hormigón armado, a fin de seguir con la temática de área industrial.

### 6.9.2 INSTALACIONES

Se detallan los criterios de cálculo elegidos como así también los materiales adoptados. Los planos sanitarios se pueden observar al final del presente trabajo, en el apartado de anexos.

### 6.9.3 INSTALACIÓN SANITARIA

Los desagües sanitarios provenientes de baños y cocinas del CTC serán destinados a un biodigestor a fin de tratar los residuos y generar biogás, combustible con el cual se podrá alimentar la red de gas y generar energía eléctrica mediante un generador de gas. El residuo del proceso de descomposición, formado por efluente y lodo, se utilizará como biofertilizante.

El Biodigestor que se utilizara es el autolimpiable de Rotoplas. Este posee un sistema único que permite extraer solo los lodos o material digerido, haciéndolo higiénico, económico, sin malos olores ni contaminación. Además, su mantenimiento no requiere equipo electromecánico especializado para su limpieza. En el uso doméstico el servicio del Biodigestor es de 2 hasta 25 personas y hasta 100 usos públicos. Por lo que su rendimiento es muy eficiente. Una de las grandes ventajas es que su cierre es hermético, y está fabricado con material ligero y resistente. Su uso, permite la preservación de mantos freáticos contribuyendo al cuidado del medioambiente y reduciendo el riesgo de enfermedades gastrointestinales.



Figura 208. Biodigestor autolimpiable Rotoplas. Fuente: Rotoplas.

El biodigestor comienza a funcionar cuando el agua entra por el tubo hasta el fondo del tanque, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y pasa por un filtro, donde los microorganismos adheridos al material filtrante retienen otra parte de la contaminación. El agua tratada sale por el caño y se descarga en el campo de infiltración.



Figura 209. Funcionamiento del biodigestor autolimpiable Rotoplas. Fuente: Rotoplas.

El escurrimiento de las instalaciones se realizará por gravedad a través de cañería PVC junta elástica, línea Awaduct.

El diámetro del colector y las cañerías primarias, será de 110 mm, la pendiente dada para estos caños es de 1:60, que corresponde a la pendiente mínima permitida por O.S.N. Mientras que el diámetro de la cañería secundaria será de 63mm y de 40mm. Se colocarán 4 cámaras de inspección, a fin de reunir el caudal de los colectores e inspeccionar en caso de obstrucciones.



Figura 210. Caño Awatuct, diámetro 110mm. Fuente: <https://www.abelson.com.ar/desague/7014-friendly-url-autogeneration-failed.html>

#### - **Desagüe pluvial**

Para los desagües pluviales se elige el mismo material de caños y accesorios que para las descargas cloacales, el polipropileno.

El cálculo de la superficie que pueden desaguar los caños según sus diámetros y pendientes, se realiza en función de la tabla 8-6 de las Normas de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales de O.S.N.



Superficie máxima de desagüe para conduales con pendiente comprendidas entre 1 cm. y 1 mm. por metro (calculados a sección llena).

PENDIENTE		C.M.V.		C.B.C.		C.Asb.C.		
Total aprox.	mm. por m.	0,100 m.	0,125 m.	0,150 m.	0,175 m.	0,200 m.	0,225 m.	0,250 m.
1: 100	10	426	780	1.235	1.883	2.672	3.686	4.858
1: 110	9	404	740	1.172	1.786	2.596	3.496	4.609
1: 125	8	381	697	1.104	1.684	2.390	3.296	4.346
1: 140	7	356	652	1.033	1.575	2.236	3.084	4.065
1: 165	6	330	604	957	1.462	2.070	2.855	3.763
1: 200	5	301	552	873	1.367	1.890	2.606	3.435
1: 250	4	269	493	777	1.187	1.745	2.331	3.073
1: 330	3	228	418	706	1.031	1.464	2.019	2.661
1: 500	2	190	349	552	842	1.195	1.648	2.169
1: 1000	1	134	241	390	596	845	1.170	1.536

Superficie máxima de desagüe para conduales con pendientes comprendidas entre 1 cm. y 1 mm. por metro (calculados a sección llena).

PENDIENTE		C.F.F.		C.C.A.		C.C.C.		
Total aprox.	mm. por m.	0,100 m.	0,125 m.	0,150 m.	0,175 m.	0,200 m.	0,225 m.	0,250 m.
1: 100	10	341	624	988	1.506	2.138	2.949	3.886
1: 110	9	323	592	938	1.429	2.077	2.797	3.687
1: 125	8	305	558	883	1.347	1.912	2.637	3.477
1: 140	7	285	522	826	1.260	1.789	2.467	3.252
1: 165	6	264	483	766	1.170	1.656	2.284	3.010
1: 200	5	241	442	698	1.094	1.512	2.085	2.748
1: 250	4	215	394	622	950	1.396	1.865	2.458
1: 330	3	182	334	565	825	1.171	1.615	2.129
1: 500	2	152	279	442	674	956	1.318	1.735
1: 1000	1	107	193	312	477	676	936	1.229

NOTA: Para conduales con pendiente mayor de 1:100: ver tabla págs. 16 y 17, columna desagüe pluvial únicamente.

Figura 211. Superficies máximas de desagües de caños pluviales. Fuente: Normas de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias e Industriales de O.S.N.

En base a la relación i-d-T de la ciudad de Concepción del Uruguay, se determinó que para un tiempo de recurrencia de 5 años y una duración de 15 minutos, la intensidad máxima es de 124 mm/h; que en comparación con la intensidad que toma O.S.N. es el doble, por lo tanto, se considerará que la superficie máxima que pueden desaguar los caños sea la mitad que la dada por tabla.

Considerando la pendiente mínima de 1:200, se emplean caños de 150 mm, que tienen capacidad de desagotar hasta 350 m<sup>2</sup>. En cuanto los caños de bajada (los cuales se ubicarán dentro de las columnas), también se utilizan de 150 mm de espesor, que tienen capacidad para desagotar una superficie máxima de 275 m<sup>2</sup> cada uno, tomando como referencia “techos inclinados” ya que los mismos tienen una pendiente mayor al 5%.



(\*) **CAÑOS DE LLUVIA:** Superficie máxima de desagüe (medidas en proyección horizontal):

Díámetro del caño de lluvia	0,060 (**)	0,100 m	0,125 m	0,150 m	0,175 m	0,200 m	0,225 m	0,250 m
Techos planos (pendiente hasta 5%)	90	300	450	750	900	1.170	1.480	1.830
<b>Techos inclinados</b>	<b>65</b>	<b>220</b>	<b>320</b>	<b>550</b>	<b>620</b>	<b>820</b>	<b>1.040</b>	<b>1.290</b>
Caños de lluvia ventilados (caño de ventilación o reja de aspiración)	180	600	900	1.500	1.800	2.340	2.960	3.660

(\*) Para alcanzar las superficies máximas de desagüe consignadas deberá cumplirse con lo establecido en el inciso: Embudos.  
(\*\*) El empleo de caño lluvia 0,060 m. tiene carácter restrictivo, no pudiendo en una misma planta recibir una superficie que exceda los 30 m<sup>2</sup> y no debiendo contar el caño lluvia con desviación alguna.

Figura 212. Superficies máximas de desagües de caños de lluvia. Fuente: O.S.N.

### - Agua fría y caliente

Se ejecutará un pozo de bombeo el cual alimentará a los tanques de bombeo. El mismo alimentara a los dos tanques de reserva que se ubicarán sobre la losa superior de núcleo de escaleras, buscando así la altura necesaria para suministrar con adecuada presión todas las instalaciones.

Para el cálculo de toda la instalación, se emplea como guía el manual de OSN.

Cálculo de reserva diaria:

Artefactos	Cantidad	Consumo individual (Its)	Consumo total (Its)
Lavabo	22	250	5500
Inodoro	28	100	2800
P.C.	2	100	200
<b>Total</b>		<b>8500 Its</b>	

Tabla 70. Calculo de reserva diaria. Fuente: Propia.

Volumen tanque de bombeo:  $2/3 \times 8500 \text{ litros} = 5667 \text{ litros}$

Se adoptan dos tanques de bombeo de 3000 litros cada uno.

Volumen tanque de reserva:  $1/3 \times 8500 \text{ litros} = 2834 \text{ litros}$

Se adoptan dos tanques de reserva de 2500 litros cada uno, considerando un margen por seguridad y capacidad en caso de incendio.

Los tanques de bombeo se disponen en planta baja, ubicados bajo el núcleo de circulación vertical.

El diseño de tanque elegido corresponde a la línea “Tanques Verticales” tricapa de polietileno, de la marca Waterplast. Sus medidas son 2,20 m de alto por 1,45 m de diámetro.

Los tanques de reserva elevados que abastecen de agua fría a los artefactos de todo el edificio serán de polietileno (tricapa) de la marca Waterplast. Sus medidas son 1,89 m de alto por 1,45 m de diámetro.

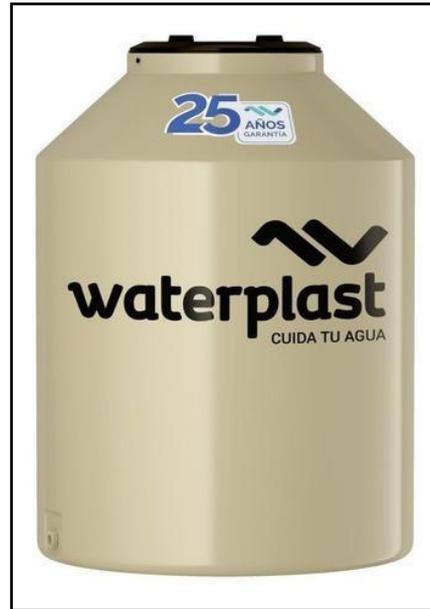


Figura 213. Tanque de Agua Tricapa 2500 L Vertical. Fuente: Unike Group Waterplast.

Para la distribución de agua se proyectan 2 bajadas, una de ellas con diámetro 32mm y la restante de 25mm.

La instalación se realizará con caños tipo Acquasystem en Polipropileno Copolímero Random (tipo 3) con uniones por termofusión de máxima seguridad.

Se colocarán dos termotanques eléctricos para suministrar agua caliente a los espacios húmedos del edificio; como baños, cocina en Planta Baja y kitchinette en Planta Alta.



Figura 214. Aquasystem en Polipropileno Copolímero Random. Fuente: <https://wideprint.com.ar/productos/aquasistem-grupo-dema/>

### Cálculo y selección del equipo de bombeo

La impulsión de agua desde el tanque de bombeo al tanque de reserva se realiza mediante una bomba de la marca BTM. El dato de la potencia de la bomba se obtiene del gráfico de rendimiento que se desarrolla a continuación:

- Volumen de tanque de reserva:  $5 \text{ m}^3$
- Para llenado en 2 horas:  $Q = 5000 / (2 \times 3600) = 0,694 \text{ lts/seg} = 2500 \text{ lts/h}$

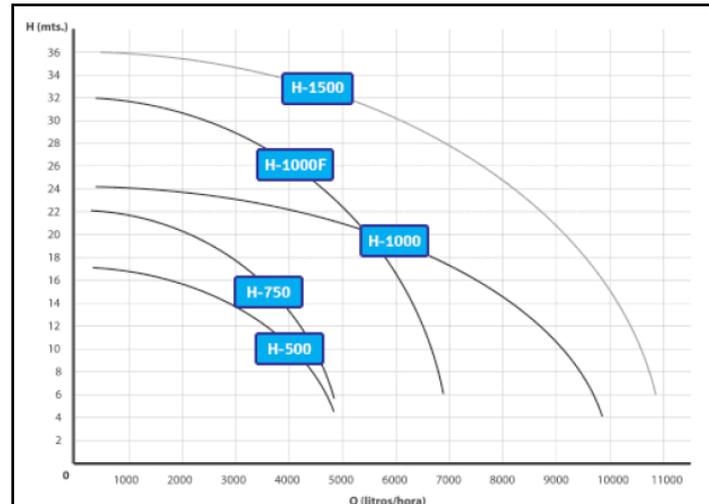


Figura 215. Rendimientos de bombas. Fuente: BTM.

En base al gráfico, para una altura de 13 metros aproximadamente, es suficiente con colocar una bomba BTM H-500, que para este caudal tiene una altura de trabajo óptima de 17 m.

Las especificaciones técnicas de la bomba seleccionada son: presión entregada: 1,7 Kg/cm. Potencia: 0,5 HP. Peso: 9,3 kg. Conexión de aspiración e impulsión: 1 pulgada.

#### - **Artefactos sanitarios**

Todos los artefactos sanitarios, incluidos los accesorios de embutir son de losa blanca de primera calidad. Los inodoros cuentan con mochila de doble descarga (líquido y sólido), para favorecer el ahorro de agua. Las griferías y llaves de paso serán de bronce cromado Línea FV, con corte automático.

Los elementos de los baños adaptados para discapacitados, son de la línea Espacio de Ferrum de losa de primera calidad.



Figura 216. Artefactos sanitarios. Fuente: Ferrum.



Figura 217. Artefactos sanitarios adaptados. Fuente: Ferrum.

#### 6.9.4 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Se propone colocar extintores portátiles en base a polvos químicos secos Triclase con válvula a palanca de autocontrol manual, manómetro de control visual de carga, manguera y boquilla de descargas. Además, se presume colocar, en algunos sectores específicos del establecimiento, matafuegos tipo anhídrido carbónico.

Para la cocina, también se incluye extintores clase K contienen una solución a base de acetato de potasio, para ser utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales no saturados como los producidos en freidoras de cocinas comerciales.

Se colocan suspendidos en gabinetes de chapa, marco de frente y contramarco, con frente de vidrio simple entero. Poseen cerradura, se accionan con llave de emergencia y se encuentran pintados reglamentariamente, en su interior se alojan con perchas de acero inoxidable, a una altura y capacidad indicados, señalización normalizada de extintores según IRAM 10.005.

Se dispone detrás de cada extintor un rectángulo superior, en ancho y alto, 20 cm del artefacto, diagramado con franjas de a 45° color bermellón y blanco, realizados con pintura brillante.

Las salidas de emergencia del edificio están señalizadas con carteles luminosos.



Figura 218. Servicio contra incendio. Fuente: <https://extincenter.com/productos/matafuego-abc-10-kg-georgia/>

### 6.9.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica que alimenta a los artefactos del predio se diseña de acuerdo a la normativa vigente de la Asociación Eléctrica Argentina. Su provisión estará a cargo de ENERSA, la prestadora de servicio eléctrico de la zona.

Se disponen de siete tableros seccionales, cinco ubicado en planta baja, dos en planta alta y un tablero principal detrás del medidor.

Los planos de las instalaciones eléctricas se pueden observar al final del presente trabajo, en el apartado Anexos.

#### Iluminación

Se selecciona el sistema de iluminación LED para interiores (espacio de coworking, oficinas, cocina, baños, etc.) y para exteriores se utiliza los reflectores de alta capacidad lumínica con fotocélula y sensores de movimiento, mientras que para los pasillos en interiores se opta por la línea “Downlight”.

El consumo de la iluminación mediante LED es hasta un 55 % menor que el de fluorescentes e incluso un 80 % menor que el de los halógenos. Además, poseen una mayor vida útil y menores costos de mantenimiento.



Figura 219. Luminarias led. Fuente: <https://tbcin.com.ar/web/series/luminarias-a-led-de-interior>

### 6.9.6 CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los ambientes del edificio del Centro de Transferencia de Cargas deberán estar óptimamente calefaccionados y refrigerados, según sea necesario, en pos de garantizar el confort de los usuarios de dichas instalaciones.

Los sistemas estarán alimentados por energía eléctrica y deberán ser calculados según las necesidades.

A fin de utilizar el biogás generado por el biodigestor, se utilizarán calefactores a gas en espacios reducidos.



Figura 220. Sistemas de calefacción y refrigeración. Fuente: <https://www.longvie.com/Front/showCategory/6>

### 6.9.7 ACCESIBILIDAD

#### Núcleo de circulación vertical

La movilidad vertical dentro del edificio se realiza por medio de una escalera de dos tramos en forma de “C”.

La misma se anclará a una estructura metálica, generando un efecto de “volado”, sus peldaños serán de madera a fin de conseguir la estética deseada y aportar a los espacios mayor amplitud. Estas escaleras ayudan a dar una mayor luminosidad, gracias al juego de luces y sombras que desprenden.



Figura 221. Escaleras voladas de madera. Fuente: <https://www.maderea.es/>

Para solucionar el punto de la movilidad vertical sin el uso de escaleras, se dispone de un ascensor que comunica las dos plantas del edificio de oficinas. Para la obra se adopta un sistema hidráulico ya que elude la construcción de sala de máquina, evita las vibraciones y ruidos molestos, es de bajo mantenimiento y es eficiente en cuanto al consumo de energía

Las dimensiones del ascensor son de 2.43 m. de ancho por 4.15 m. de profundidad, medida suficiente para que entre una persona en silla de ruedas y un acompañante.



Figura 222. Ascensor, sistema hidráulico. Fuente: <http://blog.gmveurolift.es/funcionamiento-de-un-ascensor-hidraulico/>



A continuación se ilustran renders interiores del Anteproyecto Arquitectónico, edificio de oficinas y depósitos.



Figura 223. Espacio coworking. Fuente: Propia.



Figura 224. Recepción edificio de oficinas. Fuente: Propia.



Figura 225. Sala de estar PA. Fuente: Propia.



Figura 226. Render exterior edificio de oficina. Fuente: Propia.



Figura 227. Render exterior depósitos.

## 6.10. PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO DE OFICINAS Y RESTAURANTE

Para realizar un predimensionado de los elementos que compondrán la estructura del edificio, se analizarán las cargas que el sistema debe soportar para poder mantener su estabilidad durante toda su vida útil.

Para esto, se utilizó el Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras, más conocido como CIRSOC 101-2005. Este reglamento clasifica las cargas en dos grupos, las cargas permanentes, designadas con la letra D, las cuales corresponden al peso propio de aquellos elementos y materiales que conforman el edificio permanentemente, y luego las sobrecargas de uso, designadas con la letra L, que se obtienen en función del uso que se le dará al edificio o estructura.

### 6.10.1 CARGAS PERMANENTES

#### Cargas permanentes en entresijos

Para poder establecer un análisis de carga de los elementos que compondrán el entresijo del primer piso, se prosiguió buscando cada uno de sus pesos unitarios en el

reglamento CIRSOC 101-2005, y algunos materiales cuyos proveedores proveen un manual de especificaciones con cada una de sus características y pesos a tener en cuenta.

A continuación, se muestra en el cuadro el análisis de carga realizado, y los materiales que se tuvieron en cuenta para el paquete estructural del mismo.

Se decidió utilizar un entrepiso casetonado; estos son utilizados para salvar grandes luces como las que se nos presenta en este proyecto, aportando gran rigidez y estabilidad al conjunto.

ENTREPISO	Peso Esp. (kN/m <sup>3</sup> )	ESPESOR (m)	Carga Sup. (kN/m <sup>2</sup> )
CIELORRASO APLICADO A LA CAL	19	0,025	0,475
CASETONADO			0,2
CARPETA Y PEGAMENTO	21	0,03	0,63
PISO PORCELLANATO 45x45x1.5cm	20	0,015	0,3
CONTRAPISO			1,44
<b>TOTAL</b>			<b>3,045</b>

Tabla 1. Análisis de carga de entrepiso. Fuente: Propia.

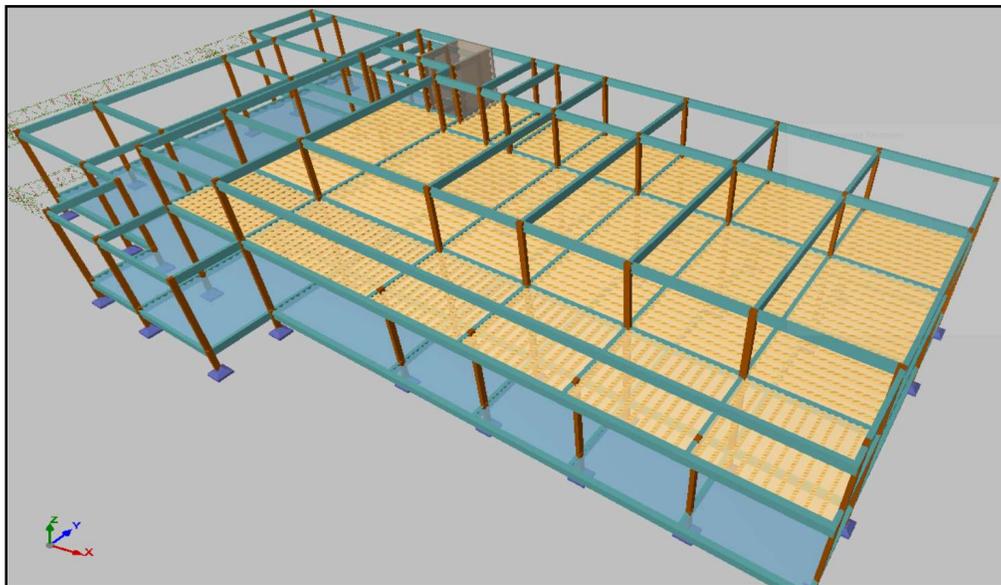


Figura 1. Losa de viguetas pretensadas en entrepiso. Fuente: Propia.

### Cargas lineales de muros

En cuanto a las cargas permanentes de los muros, realizamos un análisis de carga en particular para cada tipología.



Dentro de las mismas tenemos muro de mampostería, y tabiques de placa de yeso con soleras metálicas.

En aquellos casos en los cuales predominaba la sección correspondiente a la abertura, se realizó un análisis especial descontando dicha parte al muro en cuestión.

MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO 18x18x33 + REVOQUE (PLANTA TIPO)	Peso Esp. (kN/m3)	ESPESOR (m)	Carga Sup. (kN/m2)	ALTURA [m]	CARGA SUP. [kN/m2]
MAMPOSTERIA LADRILLO HUECO %>60	8	0,18	1,44	3,05	7,29
REVOQUE GRUESO Y FINO	19	0,05	0,95		
			2,39		

Tabla 72. Análisis de carga mampostería. Fuente: Propia.

MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO 18x18x33 + REVOQUE (PLANTA TIPO)	Peso Esp. (kN/m3)	ESPESOR (m)	Carga Sup. (kN/m2)	ALTURA [m]	CARGA SUP. [kN/m2]	TOTAL
MAMPOSTERIA LADRILLO HUECO %>60	8	0,18	1,44	2,85	6,81	7,27
REVOQUE GRUESO Y FINO	19	0,05	0,95			
VENTANA FACHADA	25		0,4	1,15	0,46	

Tabla 73. Análisis de carga mampostería con abertura. Fuente: Propia.

TABIQUE DE DURLOCK	Peso Esp. (kN/m3)	ESPESOR (m)	Carga Sup. (kN/m2)	ALTURA [m]	CARGA SUP. [kN/m2]
PLACA YESO DOBLE MONTADA SOBRE BASTIDOR METÁLICO		0,55	0	3,05	2,8975
REVOQUE GRUESO Y FINO	19	0,05	0,95		
			0,95		

Tabla 74. Análisis de carga tabiques de placa de yeso. Fuente: Propia.

## 6.10.2 SOBRECARGAS DE USO

### Sobrecarga de uso en entresijos

Se procedió asignando un valor de sobrecarga de uso a cada local que tendrá el edificio en cuestión, siguiendo lo estipulado en el Reglamento CIRSOC 101-2005.

A continuación, se refleja en la tabla cuales fueron cada una de ellas.

DESTINO	Carga Sup. (kN/m2)
OFICINAS, SALA DE REUNIONES, ETC.	5
BAÑOS, COCINA, COMEDOR, SALAS DE ESTAR	2
COMEDOR RESTAURANTE	5
ESCALERAS	2
ASCENSORES SUP HUECO >1.5m2	25

Tabla 75. Sobrecargas de Uso. Fuente: Propia.

### 6.10.3 PREDIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA

Para lograr un predimensionado de la estructura, se realizaron determinados análisis que arrojan una dimensión estimativa de las mismas, las cuales luego deben ser verificadas siguiendo una serie de procedimientos.

Para obtener una predimensión de las columnas y losas a utilizar, se optó por determinar una sección de las mismas de acuerdo a las cargas antes obtenidas y a la dimensión de la estructura, tomando entonces una sección de 20cmx30cm para las columnas que componen la estructura, y un espesor de 12 centímetros para la losa de planta baja, ya que el entrepiso se compone de un paquete constituido por losa de viguetas cuya dimensión se determina en base a otros factores.

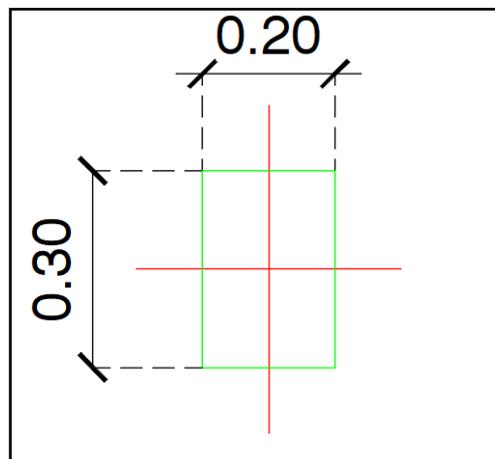


Figura 229. Sección columnas de H°A°. Fuente: Propia.

Para el predimensionado de las distintas vigas que componen el edificio, se procedió utilizando el criterio económico mediante el cual podemos determinar una sección aproximada de las mismas en función a la luz que deben salvar.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos para algunas de ellas.

CRITERIO ECONÓMICO:	
h=	l/10
l=	4,6
<b>h=</b>	<b>0,46</b>
b ≥ h/5	
h=	46
<b>b=</b>	<b>9,2</b>

Tabla 76. Predimensionado de viga. Fuente: Propia.

En la imagen anterior, mostramos el predimensionado que se obtuvo para una viga de 4,6 metros, el cual nos dio una altura de 46 cm y un ancho de casi 10 cm.

Adoptamos entonces una viga de 20x45cm.

CRITERIO ECONÓMICO:	
h=	l/10
l=	9,4
<b>h=</b>	<b>0,94</b>
b ≥ h/5	
h=	94
<b>b=</b>	<b>18,8</b>

Tabla 77. Predimensionado de viga. Fuente: Propia.

De la misma manera, se obtuvo un predimensionado para una viga que debe salvar 9,4 metros de luz. Para la misma se terminó adoptando una sección de 25x95cm.

Luego de realizar un Predimensionado de la estructura, se utilizó el software CYPECAD para levantar un modelo 3D, y poder hacer un cálculo de la misma, colocando las cargas a las que estará sometida y las secciones correspondientes.

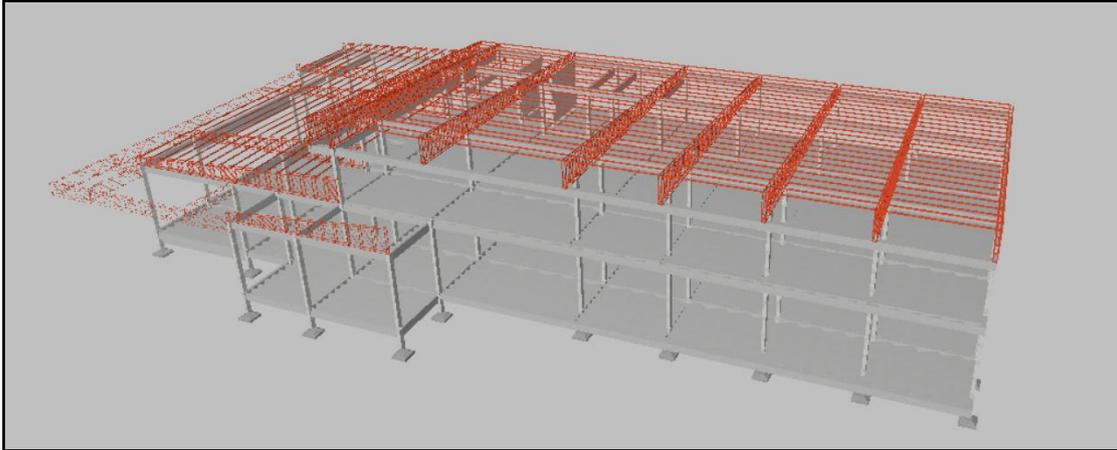


Figura 230. Estructura edificio de Oficinas y Restaurante. Fuente: Propia.

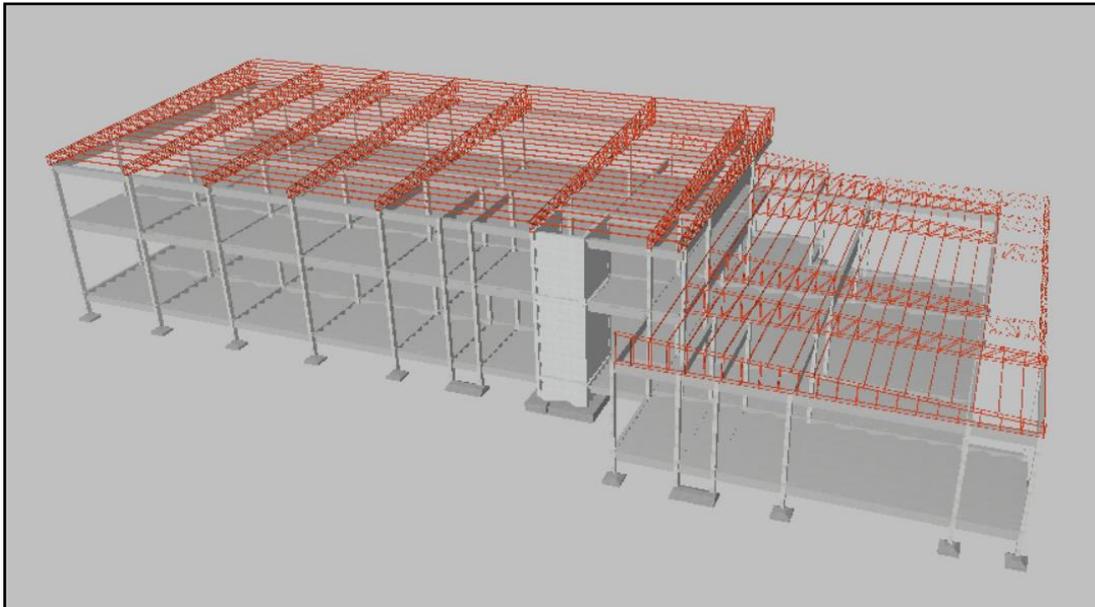


Figura 231. Estructura Edificio de Oficinas y Restaurante. Vista Trasera. Fuente: Propia.

## 6.11. ESTRUCTURA DE DEPÓSITOS

La estructura portante correspondiente a los depósitos, será una estructura metálica compuesta por una tipología de pórticos que se repite en cada módulo.

Los pórticos están constituidos por columnas exteriores armadas de sección variable, columnas intermedias de filigrana, y las cabridas metálicas.

A su vez, la estructura posee correas materializadas con perfiles C, tipo cajón, que se extienden en todo el largo de los depósitos dándole un soporte a lo que será la cubierta de chapa sinusoidal por la cual estará compuesta.

Para lograr una rigidización espacial, se disponen cruces de san Andrés en la parte superior, en los primeros dos módulos, últimos dos y también en módulos intermedios. Esto servirá para resistir cargas accionadas por el viento.

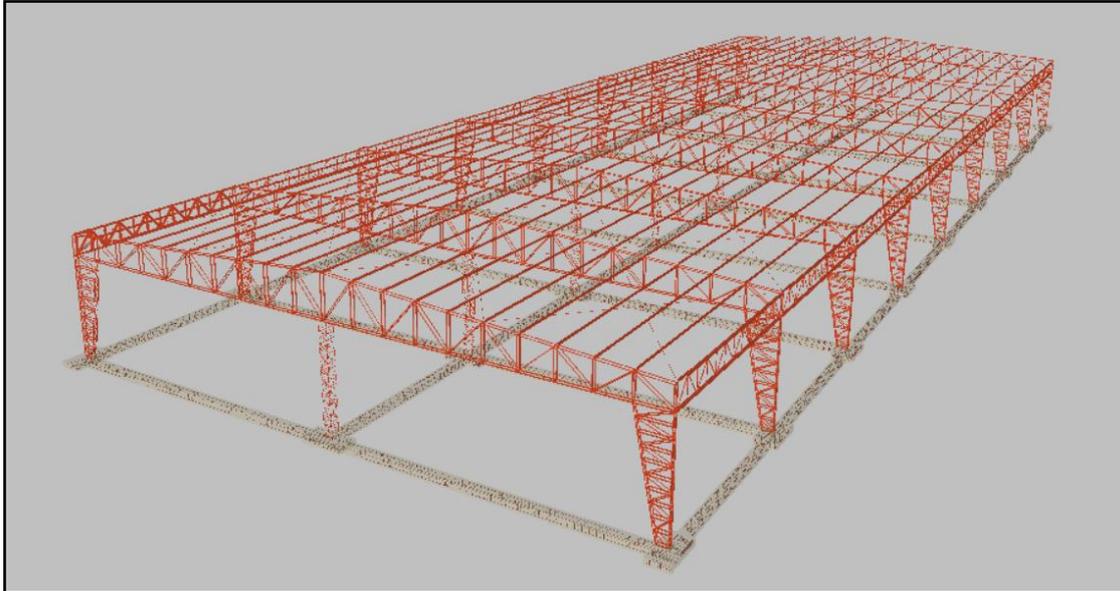


Figura 232. Estructura Depósitos. Fuente: Propia.

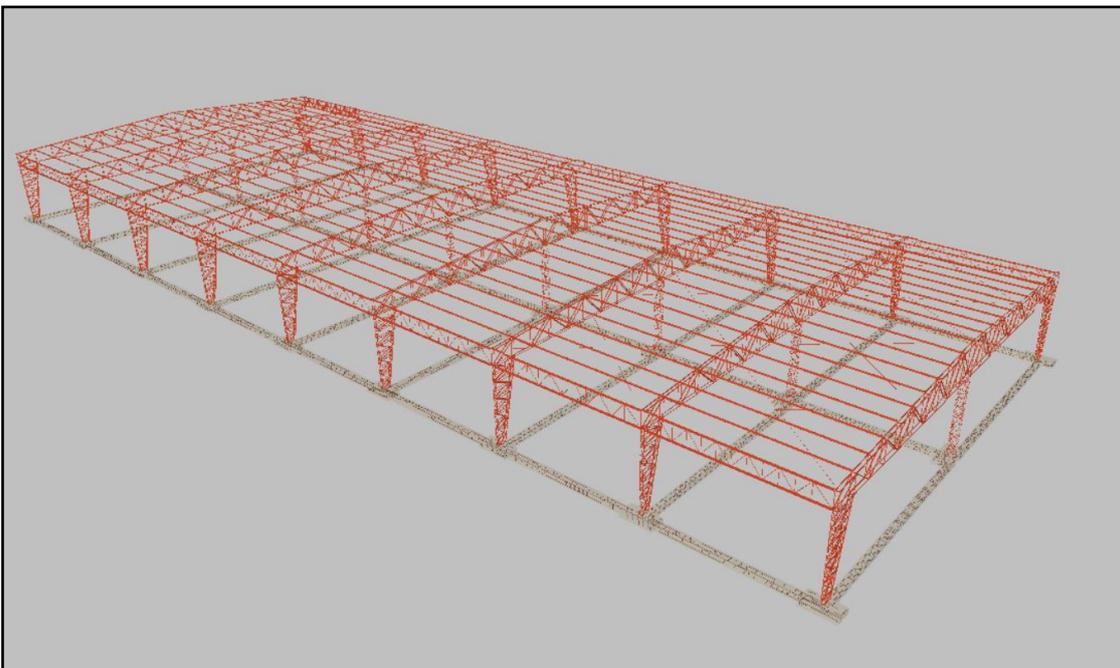


Figura 233. Estructura Depósitos. Fuente: Elaboración Propia.

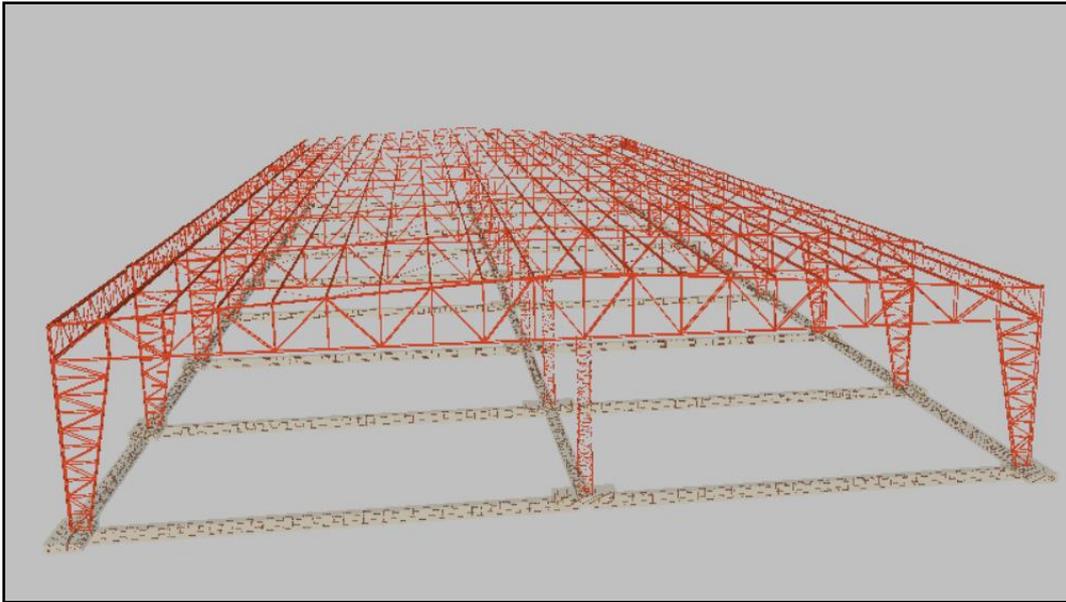


Figura 234. Estructura depósitos. Fuente: Propia.

### 6.11.1 CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS PARA EL PREDIMENSIONADO DE CABRIADAS

Para lograr una predimensión de las cabriadas que componen los pórticos del depósito, se analizan las cargas permanentes, sobrecargas de uso y viento presionando, para poder generar la situación más desfavorable a flexión.

Las cabriadas tienen entre sí la separación que tiene la modulación, exactamente 9,8 metros entre sí.

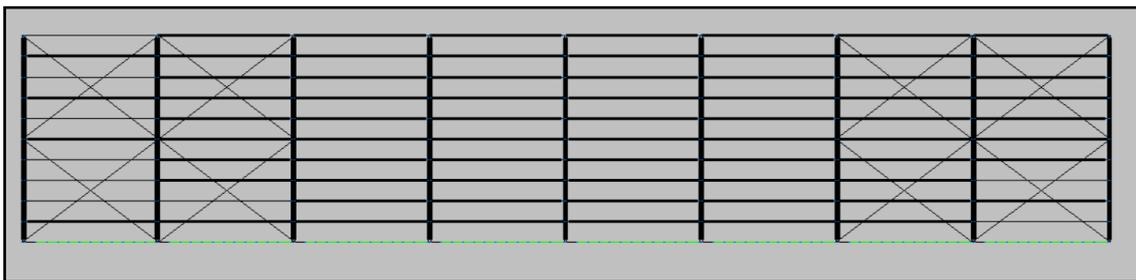


Figura 235. Vista superior estructura depósito. Fuente: Propia.

Comenzamos por determinar las cargas que actuarán sobre los pórticos que se observan en la imagen, tanto cargas permanentes como sobrecargas de uso.



En cuanto a las cargas sobre la cubierta a dos aguas por la cual estará compuesta la estructura del edificio, para determinar las mismas procedemos aplicando lo establecido en el apartado 4.9 del Reglamento argentino CIRSOC 101-2005.

El Reglamento dice que la sobrecarga aplicada sobre las cubiertas con pendiente se determina de la siguiente forma:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2$$

$$\text{Siendo } 0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

Primero determinamos los factores de reducción  $R_1$  y  $R_2$  para nuestro caso, teniendo un área tributaria de mayor a 56 m<sup>2</sup> y un  $F \leq 4$  ( $F=0,12 * \text{pendiente}$ ) y que serán los siguientes:

$$R_1 = 0,6$$

$$R_2 = 1$$

Por lo tanto:

$$L_r = 0,96 * 0,6 * 1 = 0,576 \frac{Kn}{m^2}$$

Para la carga permanente, utilizamos el mismo Reglamento, el cual nos indica que para cubiertas de chapa acanalada de sección ondulada de 0,8 mm de espesor, tenemos la siguiente carga:

$$D = 0,03 \frac{Kn}{m^2}$$

Luego se procede analizando las cargas de viento, siguiendo el Reglamento argentino CIRSOC 102-2005 de cargas de viento sobre estructuras, y mediante el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Altura [m]	V	Kzt	Kd	I	Kz	qz [N/m <sup>2</sup> ]	qz [Kg/m <sup>2</sup> ]
7	52	1	0,85	1,15	0,65	1051,51	105,15
6	52	1	0,85	1,15	0,62	1006,20	100,62
5,00	52,00	1,00	0,85	1,15	0,59	955,13	95,51

Tabla 78. Presión dinámica de viento. Fuente: Propia.

En el último capítulo de este trabajo se anexan las tablas de cálculo de las cargas de viento.

Para el predimensionado del pórtico, se procede utilizando la siguiente combinación de cargas ya que necesitamos obtener el momento nominal, y el mismo se calcula sin ser afectados por los coeficientes de ponderación.

$$P = D + L = 0,294 \frac{Kn}{m} + 5,6448 \frac{Kn}{m} = 5,94 \text{ Kn/m}$$

A continuación, se decide analizar un pórtico central, el cual tendrá mayor área de influencia que los pórticos de los extremos, por lo tanto, mayores esfuerzos.

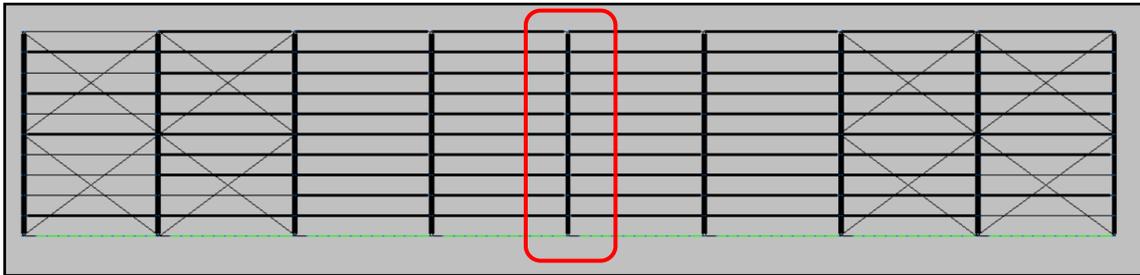


Figura 236. Pórtico central. Fuente: Propia.

Se obtiene el siguiente estado de cargas a analizar:

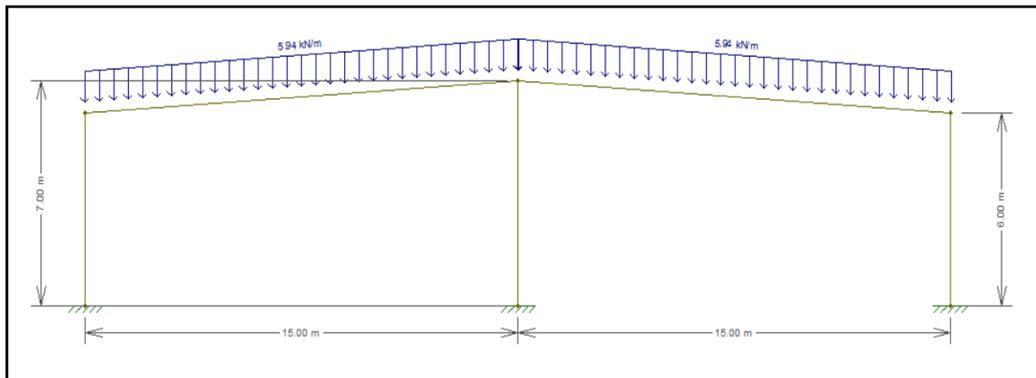


Figura 237. Estado de cargas en pórtico central. Fuente: Propia.

Obteniendo el siguiente diagrama de momentos:

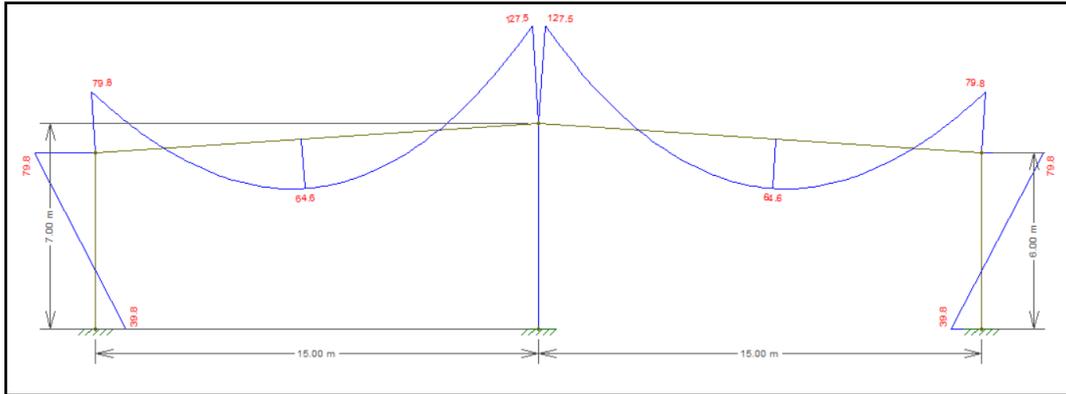


Figura 238. Diagrama de momentos pórtico central. Fuente: Propia.

Habiendo obtenido lo anterior, proseguimos calculando.

Esfuerzos	Momento Nominal [Knm]	$\sigma$ [Mpa]	W [cm <sup>3</sup> ]	y [cm]	I [cm <sup>4</sup> ]
Centro	64,6	235	274,89	100	27.489,36
Centro	64,6	235	274,89	50	13.744,68

Tabla 79. Momento de Inercia (I). Fuente: Propia.

Se adoptó la tensión de fluencia del acero a utilizar F24 como tensión admisible, y para la obtención de la inercia I, se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\sigma = \frac{M_n}{W}$$

Para esto se adoptan perfiles ángulo de 38,1x38,1x3,2 mm, y se obtiene el momento de inercia para los mismos:

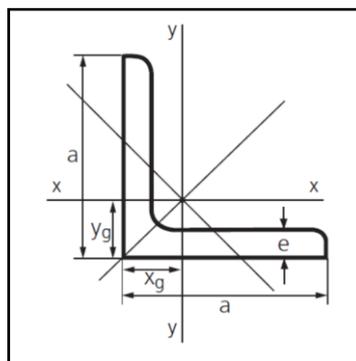


Figura 239. Sección de perfiles adoptados. Fuente: Libro amarillo ACINDAR.

$$I_c = I + A * d^2$$

$$I_c = 4 * (3,11cm^4 + 2,37cm^2 * 99,9^2) = 94622,93 cm^4$$

$$I_c = 4 * (3,11cm^4 + 2,37cm^2 * 49,11^2) = 22876,23 cm^4$$

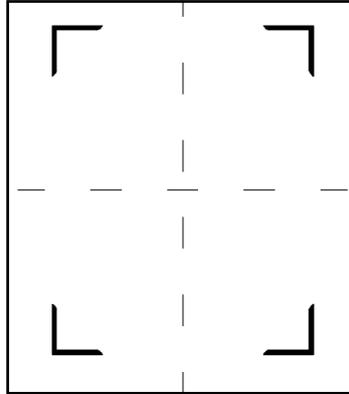


Figura 240. Sección con perfiles ángulos. Fuente: Propia.

Al obtener un momento de inercia ampliamente mayor al requerido, se adopta esta opción como una predimensión de la estructura.

Por otro lado, las diagonales y montantes de las cabriadas serán predimensionadas con el esfuerzo de corte que las mismas poseen. Este esfuerzo tomado de forma axial a compresión y tracción serán materializados de la misma forma a través de perfiles ángulo de alas iguales.

De la misma forma, se procede a predimensionar la viga lateral rigidizadora que compone la estructura del depósito.

$$W = \frac{I}{y}$$

Se plantea entonces, para el cordón superior e inferior, cuatro perfiles ángulo de alas iguales que proporcionen un momento de inercia igual o superior al calculado anteriormente.

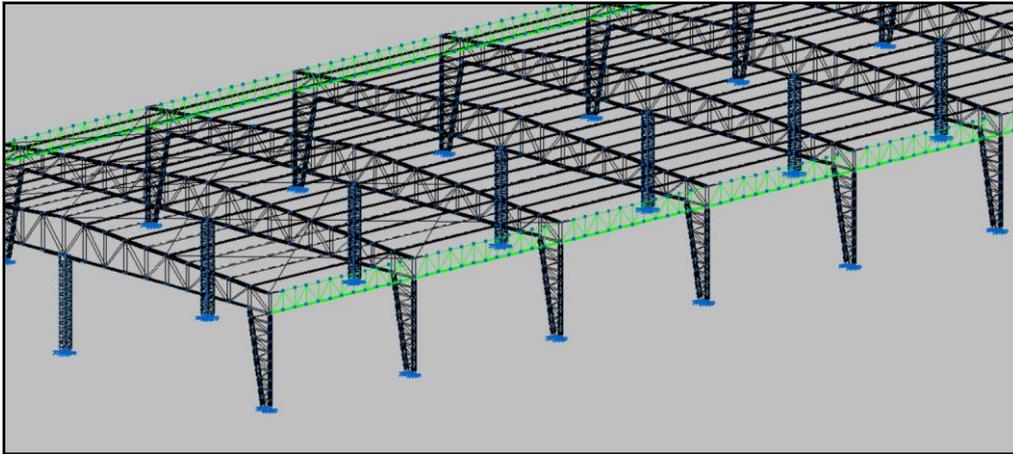


Figura 241. Vigas laterales rigidizadoras. Fuente: Propia.

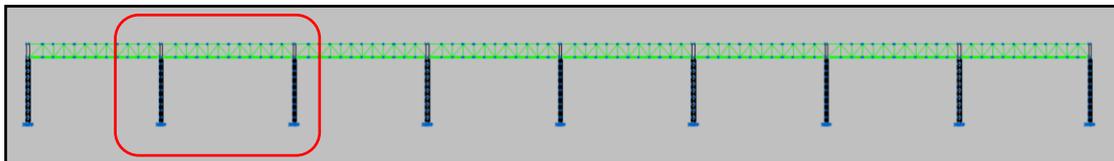


Figura 242. Elección de pórtico para analizar. Fuente: Propia.

Las cargas que actuarán sobre las mismas, tomando cualquiera de las modulaciones que se tienen, son las siguientes:

CARGAS	Carga en superficie [Kn/m <sup>2</sup> ]	Ancho tributario [m]	Carga Lineal [Kn/m]
Permanente D	0,03	7,5	0,225
Sobrecarga Lr	0,576	7,5	4,32
Viento	-1,38	7,5	-10,37
	-1,03	7,5	-7,69
			-5,83
			-3,14

Tabla 80. Resumen de cargas paralelas a la cumbrera. Fuente: Propia.

De la misma forma que se procedió con el pórtico central, se utiliza la combinación de cargas D+Lr.

$$P = D + L = 0,225 \frac{Kn}{m} + 4,32 \frac{Kn}{m} = 4,54 \text{ Kn/m}$$

Luego, se procede obteniendo los esfuerzos que actuarán sobre las vigas.

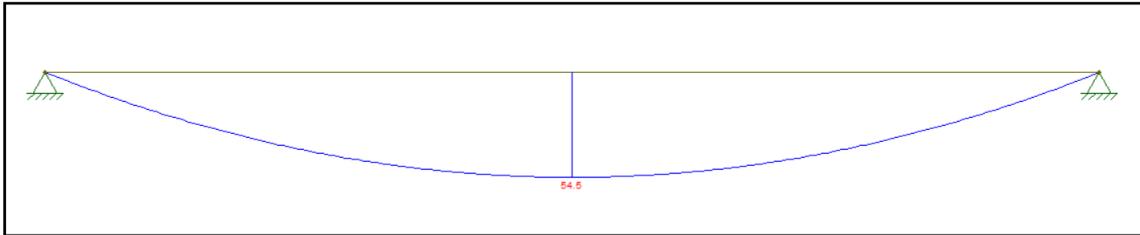


Figura 243. Esfuerzos en viga. Fuente: Propia.

Procedemos calculando:

Esfuerzos	Momento Nominal [Knm]	$\sigma$ [Mpa]	W [cm <sup>3</sup> ]	y [cm]	I [cm <sup>4</sup> ]
Centro	54,5	235	231,91	50	11.595,74

Tabla 81. Momento de inercia (I). Fuente: Propia.

Se plantea entonces, para el cordón superior e inferior de las vigas, perfiles ángulos que proporcionen un momento de inercia igual o superior al calculado anteriormente.

Para esto se adoptan perfiles U de 120x55x7mm, y se obtiene el momento de inercia para los mismos:

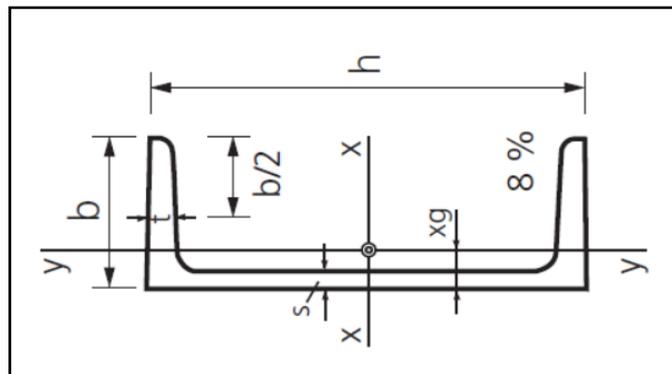


Tabla 82. Sección perfil normal U. Fuente: Libro amarillo Acindar.

$$I_c = I + A * d^2$$

$$I_c = 2 * (43,2cm^4 + 17cm^2 * 48,4^2) = 79733,44 cm^4$$

Al obtener un momento de inercia ampliamente mayor al requerido, se adopta esta opción como una predimensión de la estructura.



### 6.11.2 VERIFICACIÓN DE LA FLECHA

Se procederá verificando si se cumple que la flecha máxima admisible es menor que la flecha límite para cada caso de sección o perfil adoptado, según lo establecido en el Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios CIRSOC 301-2016.

Se adopta un  $E=200000$  Mpa para cada elemento.

Para el caso de cubiertas en general se tiene:

$$f_{lim} = \frac{L}{200}$$

Sección	Dimensiones	H [cm]	I [cm <sup>4</sup> ]	L [m]	q [N/m]	E [Mpa]	f max [mm]	f lim [mm]
4 perfiles L	38,1x38,1x3,2	200	94622,93	15,00	5938,8	200.000	20,69	75,00

Tabla 83. Calculo de flecha. Fuente: Propia.

Como se puede observar en el cuadro, la flecha límite es ampliamente mayor que la flecha obtenida, por lo cual, verifica.

Luego, se realiza el mismo procedimiento para verificar la flecha sobre las vigas laterales analizadas anteriormente.

Sección	Dimensiones	H [cm]	I [cm <sup>4</sup> ]	L [m]	q [N/m]	E [Mpa]	f max [mm]	f lim [mm]
2 perfiles C	120x55x7	100	79733,44	9,80	4545	200.000	3,42	49,00

Tabla 84. Verificación de flechas. Fuente: Propia.

Observamos también, que la flecha verifica ampliamente, por lo cual, verifica.

A continuación, mostramos el modelo realizado en el software Cype3D, en el mismo se colocó, luego de levantar el 3D con todas sus dimensiones y nudos, todas las cargas a las cuales estará sometido el depósito.

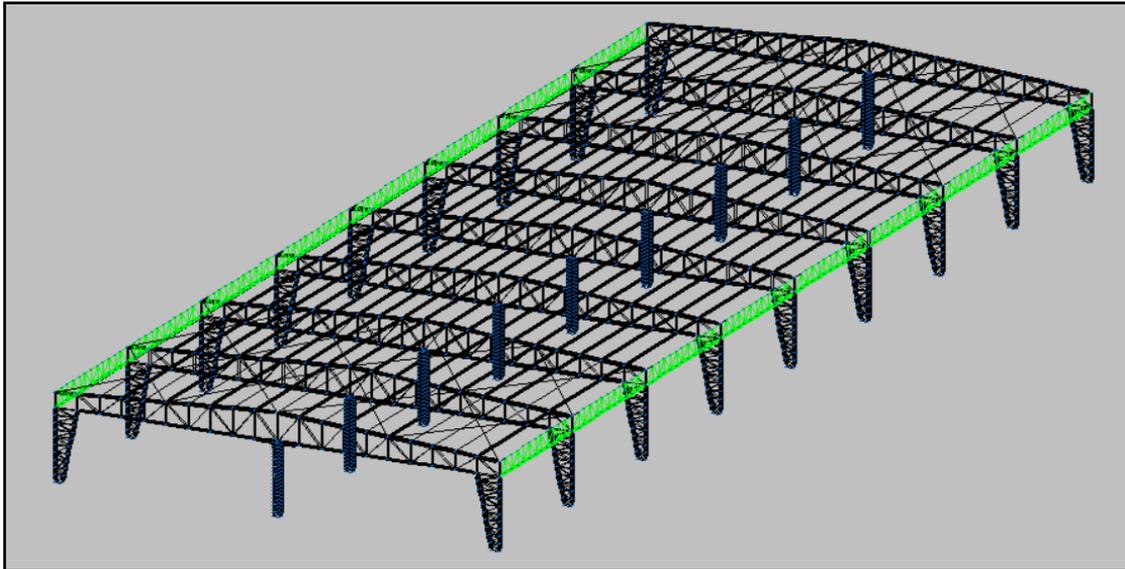


Figura 244. Modelo 3D depósitos. Fuente: Propia.

## 6.12. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

Para determinar el presupuesto del Anteproyecto Arquitectónico desarrollado, se utilizó tanto para el edificio de oficinas y restaurante, como depósito; la revista Arquitectura del Diario Clarín del mes de octubre.

Para esto, se tomó uno de los modelos que en la revista se exponen, y por analogía se determinó el costo de los edificios que componen el Anteproyecto.

Ambos presupuestos se obtienen en moneda argentina y en Dólar Americano, tomado en el mes de octubre del 2022.

Se comenzó por determinar la cantidad de metros cuadrados de construcción que tenemos por cada edificio.

PLANTA	AREA [m2]
PLANTA BAJA	998,33
PLANTA ALTA	744,54
<b>TOTAL</b>	<b>1.742,87</b>

Tabla 85. Superficie Edificio de Oficinas y Restaurante. Fuente: Propia.

Para el edificio de oficinas y restaurante, se buscó el modelo que resulte más similar para realizar la comparación. Se decidió utilizar el siguiente.



MODELO 8 Edificio de oficinas				
Costo por m2	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>	Marmolería	30.963.391
<b>\$ 212.696</b>	Trabajos prelim	2.983.312	Carp. y herram.	33.123.563
Variación mensual	Excavaciones	5.216.702	Instal. sanitaria	35.185.636
<b>+ 4,7 %</b>	Mampostería	14.793.810	Inst. de gas	4.279.215
Superficie cubierta	Horm. armado	164.305.262	Inst. c/incendio	6.292.951
<b>3.395 m2</b>	Aislaciones	5.636.381	Inst. eléctrica	77.059.621
	Cubiertas	4.851.830	Inst. termom.	95.956.771
	Revoques	18.013.331	Pinturas	13.085.055
	Yeserías	21.055.872	Cristales	4.081.655
<b>Tiene 10 niveles y subsuelo. En cada piso hay 4 oficinas con una batería de sanitarios.</b>	Conductos	1.214.009	Inst. de ascensor	27.845.916
	Cielorrasos	4.492.683	Ayuda de gremio	11.402.292
	Contrapisos	8.828.036	Gastos de obra	9.695.409
	Revestimientos	4.151.504	Beneficio	101.390.856
	Pisos y zócalos	16.198.436	<b>Total</b>	<b>\$ 722.103.298</b>

Figura 245. Modelo 8, Edificio de Oficinas. Fuente: Revista Arquitectura Clarín.

Luego, de la siguiente forma se obtuvieron los valores correspondientes al Edificio en cuestión.

PLANTA	PESOS ARGENTINOS	DÓLARES AMERICANOS
Costo x m2	\$ 212.696,00	\$ 1.352,60
Costo x m2 con iva	\$ 257.362,16	\$ 1.636,64
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 448.548.787,80</b>	<b>\$ 2.852.456,52</b>

Tabla 86. Presupuesto edificio de oficinas - Anteproyecto Arquitectónico. Fuente: Propia.

Para los depósitos, se procedió de la misma forma que para los edificios. Se eligió un modelo de la revista que sirva para comparar, y se obtuvo el costo.

MODELO 9 Galpón				
Costo por m2	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PRECIO</b>	Escaleras	151.489
<b>\$ 111.842</b>	Trabajos prelim	1.283.958	Zócalos y solías	165.592
Variación mensual	Excavaciones	1.547.978	Carpintería	1.674.553
<b>+ 3,8 %</b>	Mampostería	4.250.649	Instal. sanitaria	2.221.887
Superficie cubierta	Horm. armado	2.597.671	Inst. de gas	707.748
<b>289,04 m2</b>	Est. y cub. met.	3.615.598	Inst. eléctrica	1.173.609
	Aislaciones	976.298	Pinturas	2.198.173
	Revoques	671.48	Cristales	419.893
	Placas de yeso	882.645	Varios	243.390
<b>Se consideró un cerramiento perimetral de bloques de hormigón, entrepiso y techo parabólico.</b>	Cielorrasos	275.220	Ayuda de grem.	846.428
	Contrapisos	1.464.819	Gastos de obra	1.314.410
	Carpetas	110.258	Beneficio	2.938.790
	Revestimientos	174.025	<b>Total</b>	<b>\$ 32.326.688</b>
	Pisos	1.024.461		

Figura 246 . Modelo 9, Galpón. Fuente: Revista Clarín.



A continuación, la cantidad de metros cuadrados que tenemos en los depósitos.

PLANTA	AREA [m2]
AREA TOTAL	2.416,00

Tabla 1. Superficie de Depósitos. Fuente: Propia.

Por último. Se obtuvo el costo de los Depósitos a través de un presupuesto por analogía.

PLANTA	PESOS ARGENTINOS	DÓLARES AMERICANOS
Costo x m2 sin iva	\$ 111.842,00	\$ 711,24
Costo x m2 con iva	\$ 135.328,82	\$ 860,60
TOTAL	\$ 326.954.429,12	\$ 2.079.201,46

Tabla 2. Presupuesto depósitos - Anteproyecto Arquitectónico. Fuente: Propia.

El presupuesto total correspondiente al Centro de Transferencia de Cargas es USD 4.931.657,98 con el dólar venta de BNA al mes de octubre de 2022 cotizando a \$157,25, tenemos un monto tal de **\$775.503.217,36 (Setecientos setenta y cinco millones quinientos tres mil doscientos diecisiete con treinta y seis centavos)**.



## 7. ANÁLISIS DE ANTEPROYECTOS

Con el objetivo de optar por uno de los anteproyectos analizados anteriormente y llevarlo a proyecto ejecutivo se propone la realización de una matriz de ponderación, exponiendo todas las variables que intervienen en la ejecución de las diferentes obras.

Para esta matriz de ponderación se tiene en cuenta el beneficio (expresado en porcentaje) el cual es afectado por un valor ponderado o peso, con el que se obtiene el porcentaje total de mejoras para cada alternativa. Los factores a evaluar son los siguientes:

- Población afectada: Evalúa la afectación de la obra sobre los habitantes.
- Impacto ambiental: Evalúa el impacto que genera la implantación de la obra y las distintas soluciones analizadas durante el anteproyecto para realizar el mínimo impacto posible.
- Valor socio/cultural y/o educativo: Evalúa el impacto cultural y educativo en la población mejorando el desarrollo integral de las distintas personas y de la comunidad.
- Mantenimiento: Se tiene en cuenta las distintas acciones que se deben llevar a cabo para preservar la obra.
- Valorización urbana: Impacto urbanístico debido a la implantación de la obra en comparación con la situación actual.
- Necesidad y urgencia: Necesidad de realizar la obra considerando las distintas problemáticas analizadas en el relevamiento.
- Impacto en economía regional: Tiene en cuenta el impacto en la economía regional.



VARIABLES A EVALUAR	%
Población afectada	15%
Impacto ambiental	15%
Valor sociocultural y/o educativo	15%
Mantenimiento	10%
Valorización urbana	10%
Necesidad y urgencia	15%
Impacto en economía regional	20%
Total	100%

Tabla 89. Variables a evaluar I. Fuente: Propia.

FACTOR	PARÁMETRO	ESCALA
Población afectada	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1
Impacto ambiental	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1
Valor sociocultural y/o educativo	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1
Mantenimiento	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1
Valorización urbana	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1
Necesidad y urgencia	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1
Impacto en economía regional	Total	3
	Parcial	2
	Nula	1

Tabla 90. Variables a evaluar II. Fuente: Propia.

FACTOR	Anteproyecto Hidráulico	Anteproyecto Vial	Anteproyecto Arquitectónico	Influencia
Población afectada	1	3	3	15
Impacto ambiental	3	2	1	15
Valor sociocultural y/o educativo	1	2	3	15
Mantenimiento	1	2	3	10
Valorización urbana	1	2	3	10
Necesidad y urgencia	2	2	3	15
Impacto en economía regional	2	3	3	20
Total	165	235	270	100

Tabla 91. Variables a evaluar III. Fuente: Propia.



Como se puede observar en los valores totales que resultan de la matriz tanto el anteproyecto vial (235) como el hidráulico (165) brindan soluciones a problemáticas sociales, que mejorarían la seguridad vial y el confort de la carretera; y además evitarían el riesgo de inundaciones para los habitantes actuales y futuros de la zona analizada.

Sin embargo, el anteproyecto arquitectónico tiene mayor jerarquización, ya que el mismo se proyectó con el objetivo de contar con un lugar de transferencia de cargas en la ciudad de Concepción del Uruguay, para mejorar el tránsito en zonas urbanizadas y evitar fisuraciones en vías no aptas para vehículos de gran porte. Es por ello que se decide llevar este anteproyecto a un nivel de proyecto ejecutivo.



## 8. PROYETO EJECUTIVO

Como se manifiesto en el capítulo 5, el Anteproyecto elegido para desarrollar hasta la instancia de Proyecto Ejecutivo es el Anteproyecto Arquitectónico; la propuesta de depósitos para la gestión de Transferencia de Cargas en la Ciudad de Concepción del Uruguay. Se propuso abarcar esta área del Anteproyecto Arquitectónico, ya que realizar un desarrollo completo de los cálculos y documentos que son necesarios para el edificio de oficinas y depósitos, conlleva a que el proyecto sea muy extenso. A fines didácticos, se presenta a continuación memoria descriptiva, pliego y cálculos de los Depósitos del CTC.

### 8.1. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL

#### 8.1.1. NORMATIVA APLICABLE

Para poder determinar las cargas a las cuales estará sometida la estructura del depósito, así como también para realizar el modelado del mismo a través del software utilizado y adoptar diferentes secciones, se recurrió a los siguientes reglamentos aplicables:

- Reglamento CIRSOC 101-2005: Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
- Reglamento CIRSOC 102-2005: Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones.
- Reglamento CIRSOC 301-2005: Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios.
- Reglamento CIRSOC 201-2005: Reglamento argentino de estructuras de hormigón.

#### 8.1.2 ESQUEMA ESTRUCTURAL

Se trata de un galpón tipo nave de 30 metros de ancho por 80 metros de largo, con una superficie cubierta de 2400 m<sup>2</sup>. Está compuesto por 9 pórticos idénticos, separados entre sí cada 9,8 metros, y vinculados entre sí longitudinalmente a través de correas.

Las columnas que forman los pórticos, son columnas armadas de sección variable, con una altura de 5 metros, y en la cumbre de la cubierta se llega a alcanzar una altura de 7 metros.

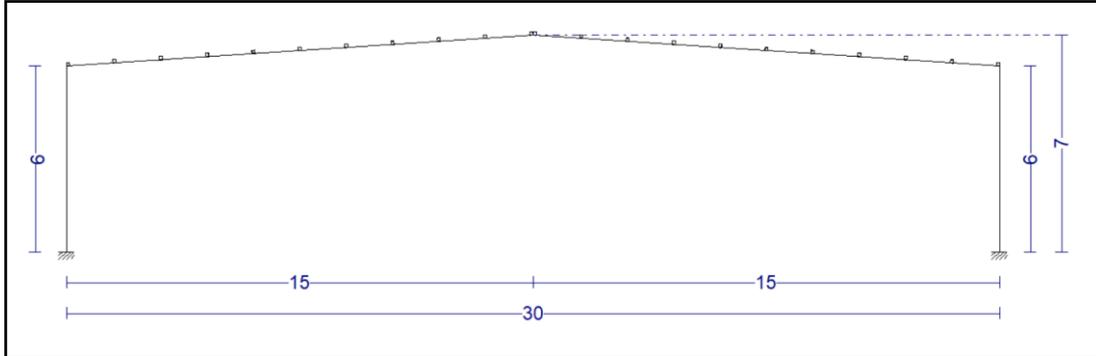


Figura 247. Pórtico modelo modelado en Generador de Pórticos. Fuente: Propia.

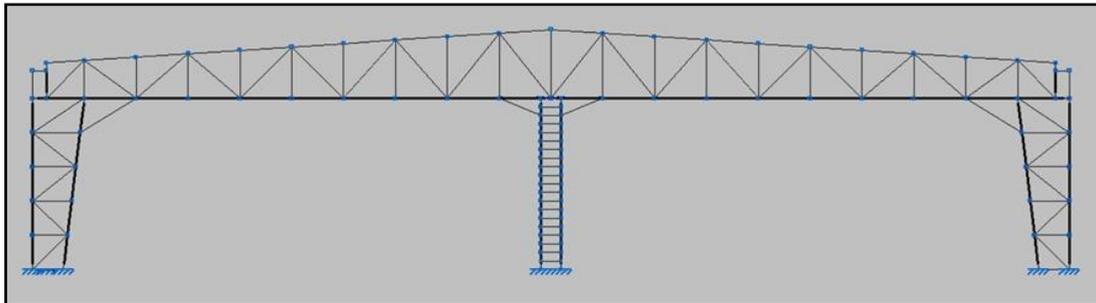


Figura 248. Pórtico modelado en Generador de Pórticos. Fuente: Propia.

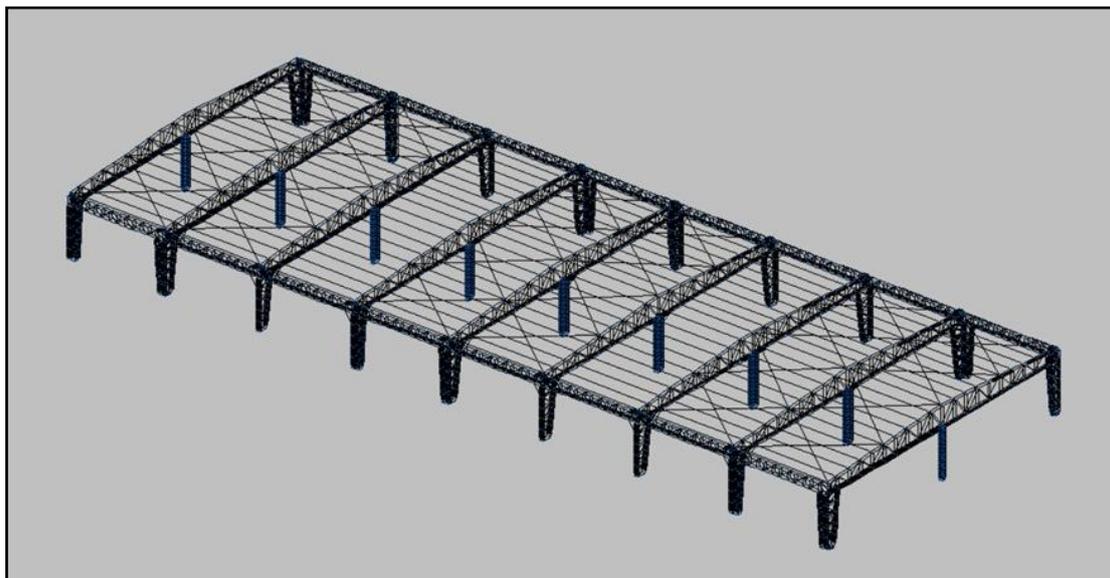


Figura 249. Estructura Nave Depósitos. Fuente: Propia.

La estructura del depósito está materializada con diferentes perfiles y secciones. El elemento que más predomina sobre la misma, es el perfil ángulo de alas iguales. Sus dimensiones varían en función de la sección que esté formando, el papel que esté cumpliendo y los esfuerzos que deba resistir.

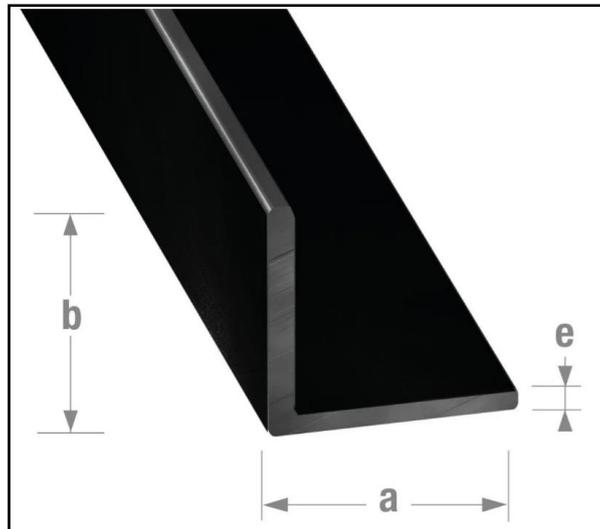


Figura 250. Perfil ángulo de alas iguales. Fuente: <https://pentaka.com/categoria-producto/perfil-angulo/>

### 8.1.3 ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE CARGAS

De acuerdo a las normas y reglamentos utilizados, se procedió determinando las cargas y combinaciones que estarán actuando en cada elemento estructural.

Para esto se utilizan las combinaciones de carga determinadas por el Reglamento CIRSOC 301-2005 en la sección A-4, de la siguiente forma:

- $1,4 * D$
- $1,2 * D + 1,6 * Lr$
- $1,2 * D + 1,6 * Lr + 0,8 * W$
- $1,2 * D + 0,5 * Lr + 1,5 * W$
- $0,9 * D + 1,5 * W$

### 8.1.4 CARGAS PERMANENTES (D)

En cuanto al peso propio de cada uno de los elementos que conforman la estructura en su totalidad, no se realiza el análisis de cada uno de ellos ya que el software de utilización los contempla dentro del cálculo al modelar la estructura.



La carga permanente a considerar para la cubierta, utilizamos el Reglamento CIRSOC 101-2005, el cual nos indica que, para cubiertas de chapa acanalada de sección ondulada, de 0,8 mm de espesor, tenemos la siguiente carga permanente:

$$D = 0,03 \frac{Kn}{m^2}$$

### 8.1.5 SOBRECARGA DE USO (L)

Para determinar la sobrecarga que tendremos en la cubierta a dos aguas que tendrá el depósito, las mismas fueron determinadas también mediante el Reglamento argentino CIRSOC 101-2055, el cual en su apartado 4.9 establece que la sobrecarga que se aplica sobre las cubiertas con pendiente se determina de la siguiente forma:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2$$

Siendo

$$0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

Primero determinamos los factores de reducción  $R_1$  y  $R_2$  para nuestro caso, teniendo un área tributaria de mayor a 56 m<sup>2</sup> y un  $F \leq 4$  ( $F=0,12 * \text{pendiente}$ ) y que serán los siguientes:

$$R_1 = 0,6$$

$$R_2 = 1$$

Por lo tanto:

$$L_r = 0,96 * 0,6 * 1 = 0,576 \frac{Kn}{m^2}$$

### 8.1.6 SOBRECARGA DE VIENTO (W)

Para obtener la sobrecarga del viento que estará aplicada sobre la nave que constituye los depósitos, utilizamos el Reglamento argentino de cargas de viento CIRSOC 102-2005.

Esta sobrecarga es un valor que resulta de analizar la velocidad crítica del viento que afecta a la estructura y para obtenerla, se deben tener en cuenta diferentes parámetros



que influyen en el valor que tendrá la misma, como son el lugar de emplazamiento de la estructura, las ráfagas, la geometría y la orientación, categorías de uso y de terreno, datos sobre el emplazamiento y orografía del terreno.

El procedimiento que se siguió para la obtención de las mismas, fue el que brinda el Reglamento, obteniendo las cargas que se muestran a continuación.

Superficie	z [m]	q [N/m <sup>2</sup> ]	C <sub>p</sub>	(+G <sub>cpi</sub> ) [N/m <sup>2</sup> ]	(-G <sub>cpi</sub> ) [N/m <sup>2</sup> ]
Pared a barlovento	7	1051,51	0,8	136,70	1293,36
	6	1006,2	0,8	105,89	1262,55
	5	955,13	0,8	71,16	1227,82
Pared a sotavento	Todas	1051,51	-0,5	-1025,22	131,44
Paredes laterales	Todas	1051,51	-0,7	-1203,98	-47,32
Cubierta a barlovento	-	1051,51	-0,9	-1382,74	-226,07
Cubierta a sotavento	-	1051,51	-0,5	-1025,22	131,44
	G <sub>cpi</sub> =	0,55			
	G=	0,85			
	q <sub>i</sub> =	1051,51			

Tabla 92. Cargas de viento normal a la cumbrera. Fuente: Propia.

Superficie	z [m]	q [N/m <sup>2</sup> ]	C <sub>p</sub>	(+G <sub>cpi</sub> ) [N/m <sup>2</sup> ]	(-G <sub>cpi</sub> ) [N/m <sup>2</sup> ]
Pared a barlovento	7	1051,51	0,8	136,70	1293,36
	6	1006,2	0,8	105,89	1262,55
	5	955,13	0,8	71,16	1227,82
Pared a sotavento	Todas	1051,51	-0,5	-1025,22	131,44
Paredes laterales	Todas	1051,51	-0,7	-1203,98	-47,32
Cubierta	0 a h	1051,51	-0,9	-1382,74	-226,07
	h a 2h	1051,51	-0,5	-1025,22	131,44
	> 2h	1051,51	-0,3	-846,47	310,20

h (altura media cubierta)=	6,5
----------------------------	-----

Tabla 93. Cargas de viento paralelas a la cumbrera. Fuente: Propia.

CARGAS	Carga en superficie [Kn/m <sup>2</sup> ]	Ancho tributario [m]	Carga Lineal [Kn/m]
Permanente D	0,03	9,8	0,294
Sobrecarga Lr	0,576	9,8	5,6448
Viento Barlovento	-1,38	9,8	-13,55
Viento Succión	-1,03	9,8	-10,05

Tabla 94. Cargas actuantes sobre pórtico. Fuente: Propia.

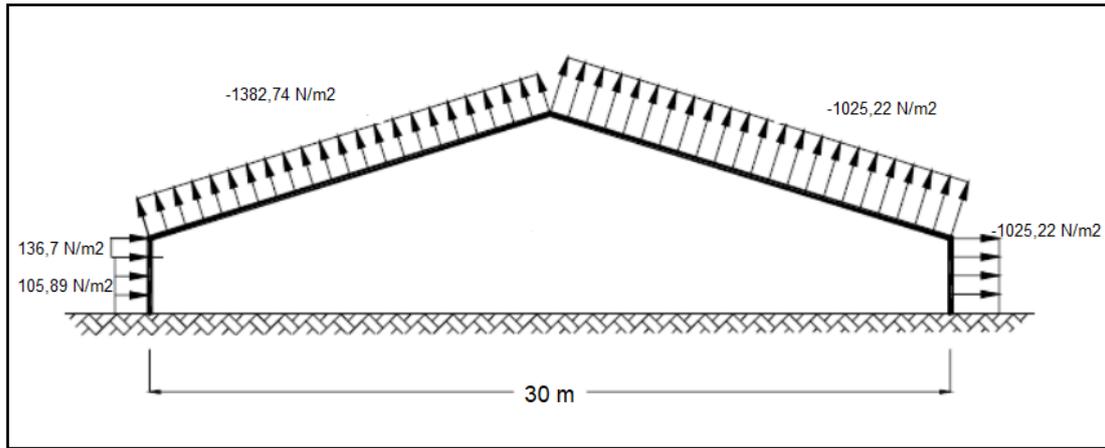


Figura 251. Carga de viento sobre paredes y cubierta. Fuente: Propia.

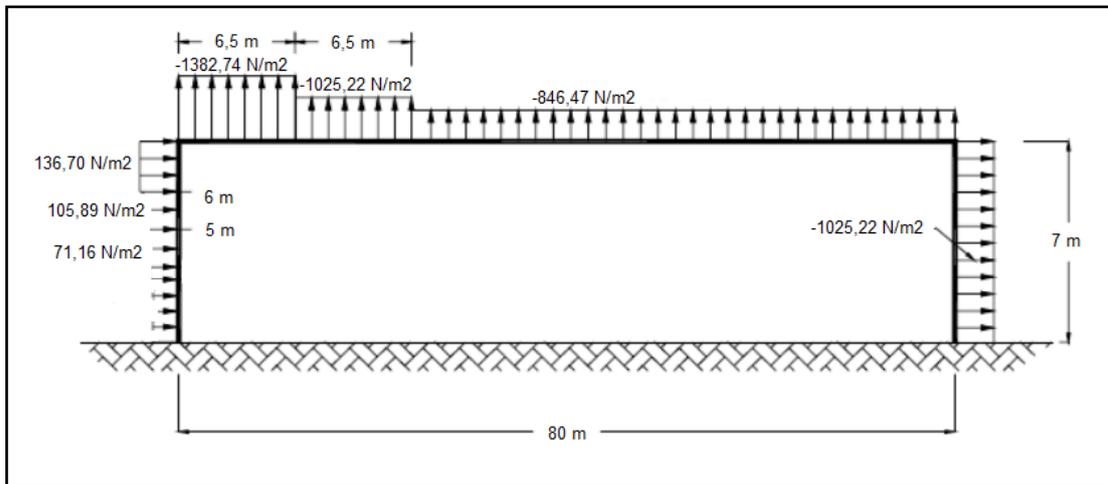


Figura 252. Carga de viento paralelas a la cumbrera. Fuente: Propia.

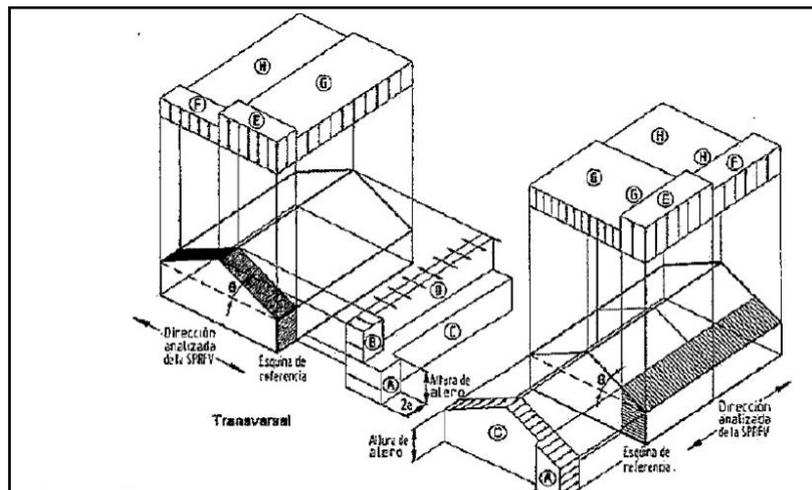


Figura 253. Representación de las zonas de presión de viento. Fuente:

<https://concretusblog.files.wordpress.com/2017/06/capc3adtulo-2-anc3a1lisis-de-cargas.pdf>



### 8.1.7 DISEÑO DE COLUMNAS

En cuanto al diseño de las columnas, las mismas se encuentran vinculadas a los apoyos y tanto los esfuerzos máximos seccionales, así como también las deformaciones, se obtienen mediante el modelado del pórtico a analizar con el software Cype3D.

Algunas de las características relevantes de la columna tipo analizada, son:

- Altura (h): 5 m.
- Luz del pórtico (b): 22 m.
- Separación entre pórticos: 9,8 m.
- Apoyos: empotrada en la base.

Dentro del proyecto estructural, tenemos dos tipologías de columnas que analizaremos posteriormente y mostraremos los resultados obtenidos a través del análisis y aplicación del software de utilidad.

Una de las tipologías, son las correspondientes a los extremos de la nave. Estas columnas poseen una sección variable para obtener mayor rigidez en la parte superior sobre la cual apoya la cercha metálica. Las dimensiones de la sección en la parte más alta (a los 5 metros) es de 1,5m x 0,3 m, y en la base, 0,8m x 0,3m.

En cuanto a las secciones adoptadas de perfiles, los cordones están formados por perfil ángulo de alas iguales de 88,9x88,9x86,4 mm, y luego las diagonales y montantes están materializadas con perfiles ángulo de sección 50,8x50,8x3,2 mm.

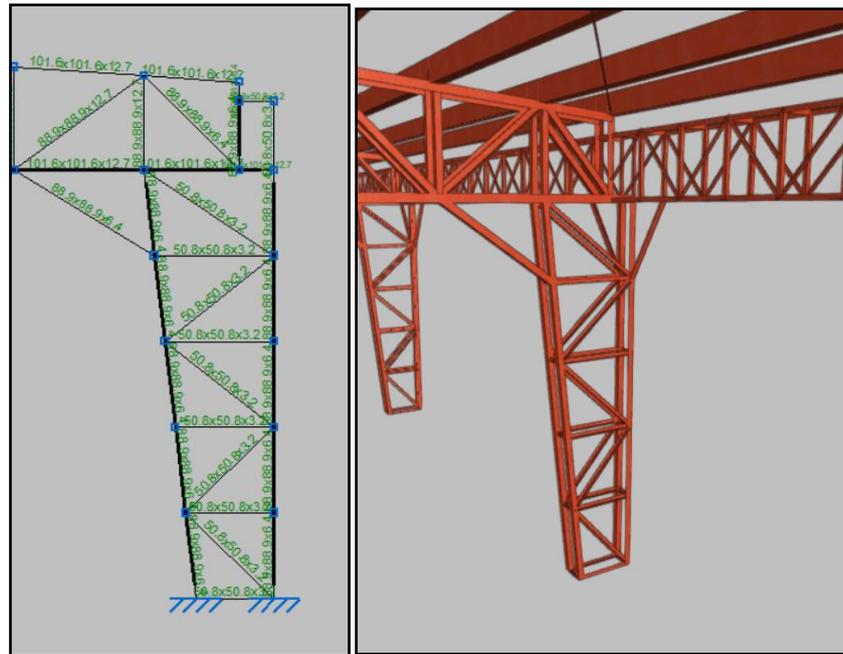


Figura 254. Columna exterior de sección variable. Fuente: Propia.

La otra tipología corresponde a las columnas intermedias, estas también están formadas por perfiles ángulo de alas iguales de 63,5x63,5x4,8 mm, pero tienen una sección transversal constante rectangular de 0,6x0,3 m y sobre las cuales apoya la cercha metálica.

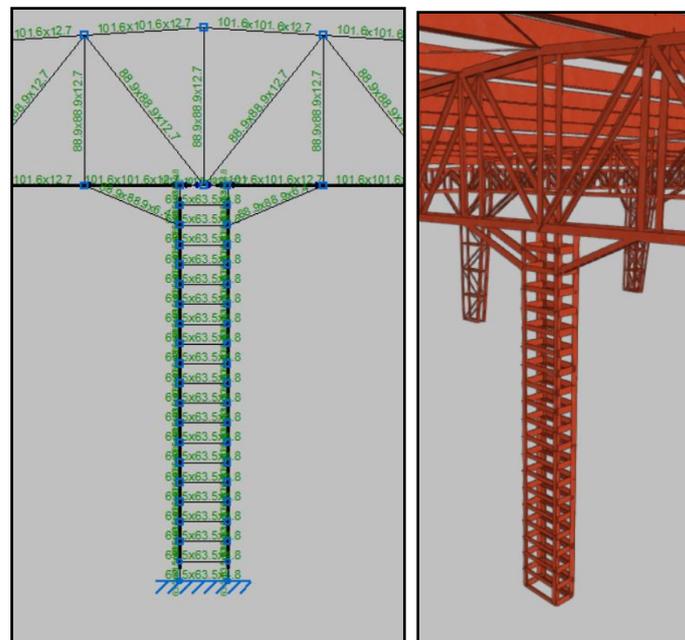


Figura 255. Columna intermedia. Fuente: Propia.



La tipología de la columna es liviana, de sección armada reticulada, constituida por cordones de perfil ángulo de alas iguales, y diagonales materializadas también con perfiles ángulo de alas iguales.

Los cordones son de acero tipo F-24 al igual que las diagonales y montantes que forman los reticulados.

Las columnas tipos en cuestión, se encuentran sometidas a los siguientes estados límites últimos, actuando en el plano del pórtico:

- Flexión con compresión:

$$1,2 * D + 1,6 * Lr$$

- Flexión con tracción:

$$0,9 * D + 1,5 * W$$

La columna se flexiona alrededor de su eje fuerte, y todas las verificaciones que corresponden se realizan siguiendo los lineamientos del Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios CIRSOC 301-2005, y del Reglamento argentino de estructuras livianas para edificios con barras de acero de sección circular CIRSOC 308-2007.

Para el análisis estructural de las columnas, se proponen una geometría de la cual se parte, basada en la experiencia y estudios anteriores, y luego a medida que se van obteniendo diferentes hipótesis y resultados, la misma se va modificando a los fines de lograr una sección que resulte lo más óptima posible. Siempre se deben tener en cuenta aspectos tanto económicos como constructivos, de montaje, etc.

Entre los parámetros más relevantes que han sufrido cambios a lo largo del proceso de análisis, se encuentran las dimensiones de las secciones tanto transversal como longitudinalmente, así como también el tamaño de los perfiles ángulo que conforman los cordones, diagonales y montantes de la estructura.

Para las verificaciones de la tipología estructural, el procedimiento general de los cordones que conforman la columna consiste en determinar la compresión y tracción última a la que estarán sometidos los cordones más solicitados, utilizando las expresiones



proporcionadas por el Reglamento CIRSOC 308, y luego calculando la resistencia de diseño a compresión y a tracción en base a las características que posee el material y geometría adoptados.

$$\text{Resistencia de diseño} \geq \text{Solicitud última}$$

Luego para las diagonales se determina la compresión última de la más solicitada comparándola con la resistencia de diseño a compresión que tiene la misma. Mismo procedimiento que se realiza para la verificación a tracción, con la diferencia que la compresión puede presentar fenómenos de inestabilidad o pandeo, por lo cual, verificando el elemento a compresión, queda verificada la tracción también.

### 8.1.8 DISEÑO DE VIGAS LATERALES

Para lograr la rigidización espacial de la nave que constituye los depósitos, se plantearon diferentes soluciones. Una de ellas, fue la de modelar una viga continua longitudinal, es decir que acompañe los 80 metros de largo que tienen los depósitos, y que, junto con las columnas externas, formen un pórtico en sentido transversal para resistir todas las cargas ocasionadas por el viento que afectan lateralmente la estructura.

Esta viga tiene una sección rectangular formada por cuatro cordones ángulo de alas iguales. Las solicitaciones de la sección pueden ser fuerza axial, flexión simple alrededor de ambos ejes, flexión disimétrica, torsión o una combinación de las anteriores.

La misma fue materializada con perfiles ángulo de 50,8x50,8x3,2 mm y fue modelada y verificada en el software CYPE 3D, analizando el comportamiento de los esfuerzos sobre la misma, y como se transmiten hacia las columnas.

### 8.1.9 DISEÑO DE CERCHA METÁLICA

En cuanto a la cercha metálica que compone la estructura, la misma tiene una altura variable teniendo en su parte más alta, que corresponde a la cumbrera de la cubierta, una altura de 2 metros, y en su parte más baja, una altura de 1 metro.

La misma está compuesta dos cordones superiores y dos inferiores, materializados con perfiles ángulo de alas iguales de 101,6x101,6x12,7 mm, y sus diagonales y montantes que son los que tomarán y transmitirán los esfuerzos tanto de

tracción como compresión, materializados con perfiles ángulo de alas iguales de 88,9x88,9x12,7 mm.

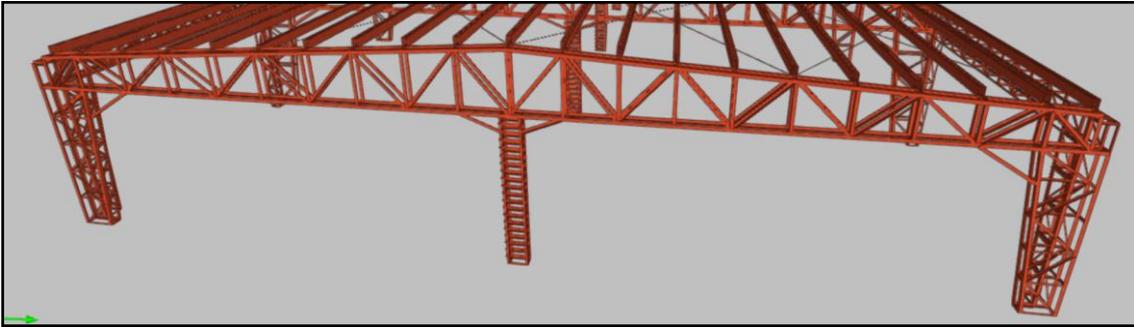


Figura 256. Cercha metálica. Fuente: Propia.

Las cerchas tienen un ancho de 30 metros en total y se repiten en todos los módulos que componen la nave, siendo un total de nueve separados cada 9,8 metros.

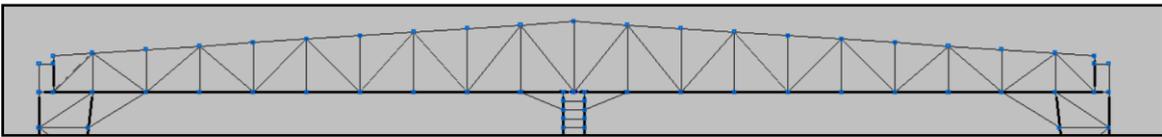


Figura 257. Cercha metálica. Fuente: Propia.

Se deberán verificar los estados límites frente a las solicitaciones requeridas de flexión simple ( $M_u$ ) y de corte ( $V_u$ ) de la barra armada, que son los siguientes:

- Pandeo local de las barras del cordón comprimido y de las diagonales y montantes comprimidas.
- Fluencia de las barras del cordón traccionado.
- Pandeo lateral-torsional de la barra armada.

Verificando siempre, para las barras del cordón traccionado, barras del cordón comprimido, diagonales y montantes, que:

$$M_u \leq M_d$$

$$V_u \leq V_d$$



Las diagonales y montantes de las celosías deberán ser dimensionados para la fuerza de compresión requerida  $P_u$  (kN) resultante de un esfuerzo de corte,  $V_u$  (kN), normal al eje de la barra con la siguiente expresión:

$$V_u = 0,008 * T_u$$

Siendo  $T_u$  la tracción axil requerida de la barra armada, en kN.

En los extremos de la barra o sección armada se dispondrán presillas constituidas por perfiles ángulo, y a su vez se colocarán presillas intermedias en los puntos en que la celosía se interrumpa y en los puntos de unión con otras piezas. Las presillas deberán satisfacer la siguiente condición:

$$\frac{n_p I_p}{h} \geq \frac{6 * I_1}{s}$$

Donde:

- $N_p$  es el número de planos de presillas.
- $I_1$  el momento de inercia del cordón con respecto al eje paralelo al eje libre analizado.
- $I_p$  el momento de inercia de una presilla en su plano.
- $h$  y  $s$ , separaciones respectivas entre nudos.

#### 8.1.10 CORREAS

En cuanto a las correas, materializadas con doble perfil C en cajón soldado, en el caso de las barras armadas reticuladas como es el nuestro, se pueden producir momentos flexores secundarios en los cordones y en las diagonales y montantes si se tiene una excentricidad resultante de que los ejes de las barras concurrentes al nudo no se corten en un punto, es por esto que se evita este fenómeno para no tener momentos flexores secundarios.

Las correas adoptadas tienen una dimensión de 275x4 mm, y tienen como función principal absorber los esfuerzos de flexo compresión debido a las cargas del viento que actúa sobre la cubierta, y transmitir las mismas hacia las cerchas y por consiguiente a las columnas.

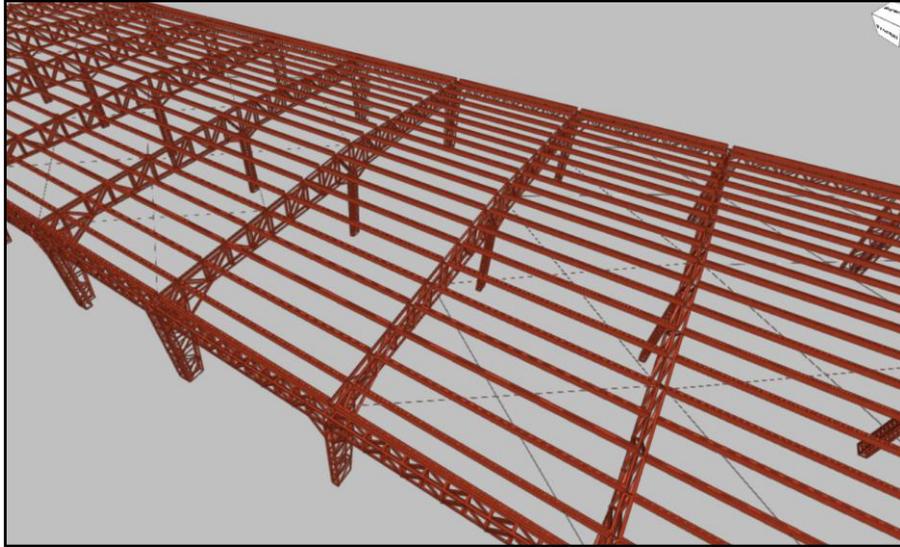


Figura 258. Correas de doble perfil C en cajón soldado. Fuente: Propia.

### 8.1.11 PÓRTICOS DE FRENADO

A los fines de lograr la rigidización espacial, y poder brindar resistencia en sentido longitudinal a las cargas de viento, se optó por utilizar los llamados pórticos de frenado en algunas modulaciones.

Se colocaron en el primer módulo, el último y uno intermedio.

Se optó por esta solución ya que se requería rigidizar en este sentido debido a la magnitud de las cargas, y al tener los portones en cada una de las modulaciones, resultó casi imposible recurrir a otra solución como pueden ser las cruces de San Andrés.

Los mismos están materializados con perfil ángulo, los cordones con dimensiones de 88,9x88,9x6,4 mm y sus diagonales y montantes con 50,8x50,8x3,2.

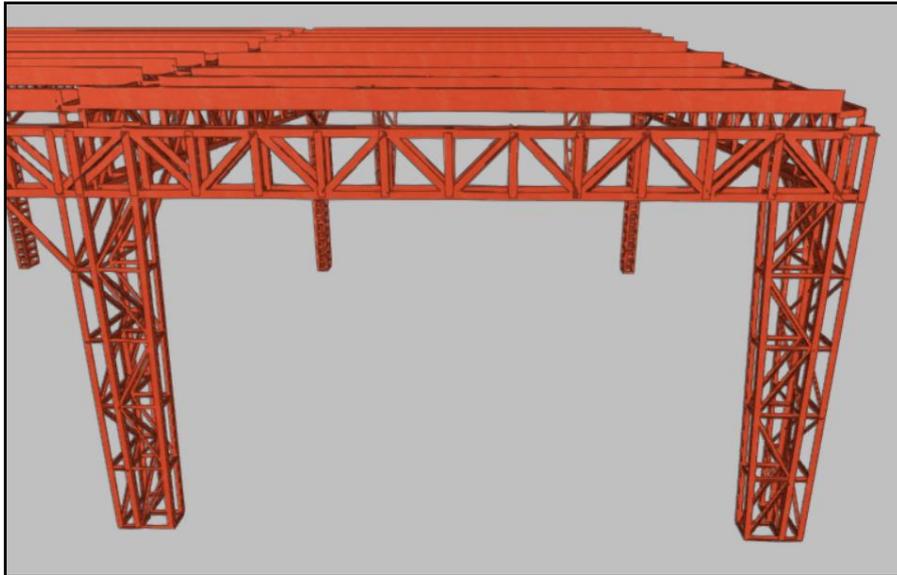


Figura 259. Pórtico de frenado. Fuente: Propia.

#### 8.1.12 CRUCES DE SAN ANDRES

En este tipo de estructuras como son las naves metálicas, es fundamental que todos los elementos que la componen trabajen en conjunto y sean capaces de transmitir cargas para redistribuirlas luego, de forma homogénea, ante la acción del viento y del resto de las cargas que actúan sobre la misma.

Para poder lograr esto, y como forma de arriostamiento de los diferentes módulos, se colocan tensores ubicados de forma estratégica sobre la cubierta, los cuales tienen la capacidad de ser traccionados sin admitir esfuerzos de compresión.

Son llamadas cruces de San Andrés, y están materializadas con hierro redondo del 12.



Figura 260. Tensores Cruces de San Andrés. Fuente: Propia.

## 8.2. ESTUDIO DE PÓRTICOS

Una vez determinadas todas las cargas que actuarían sobre la estructura en cuestión, se modeló la misma dentro del software de utilidad CYPE 3D, con todas sus respectivas secciones a utilizar y perfiles, para luego introducir todas las cargas que fueron calculadas anteriormente y poder proceder a realizar el primer cálculo y comprobar si las dimensiones que fueron propuestas, resultan correctas.

Este proceso, debió realizarse en varias oportunidades hasta llegar a la máxima optimización de la estructura y secciones definitivas de cada uno de los elementos estructurales.

### 8.2.1 ESTUDIO DEL PÓRTICO MÁS SOLICITADO

A continuación, se procede a estudiar el pórtico que resulta ser el más desfavorable, cuyas barras poseen el mayor índice de aprovechamiento, que indica la relación entre el efecto actuante y el efecto límite de los elementos estructurales. El pórtico pertenece a la zona central de la nave, indicado en la imagen a continuación.

Con el software CYPE 3D, se llevaron a cabo todas las comprobaciones de cada uno de los elementos que componen la estructura, y obtuvimos los diferentes gráficos que

resultan de interés para el estudio y análisis de los esfuerzos, en las diferentes combinaciones de carga que afectan.

Una vez realizadas las comprobaciones de cada una de las barras, obtuvimos a través del software CYPE 3D el gráfico que indica el aprovechamiento de cada una de ellas. Se observan en color rojo los sectores más comprometidos.

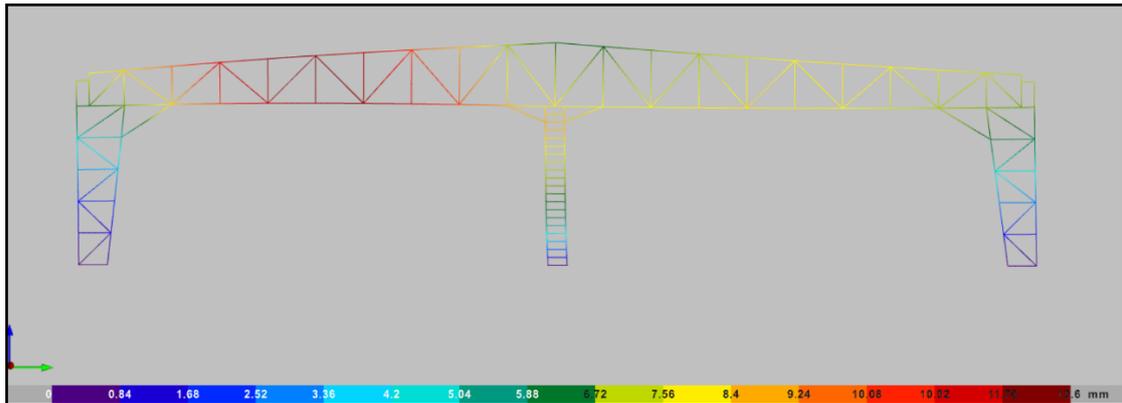


Figura 261. Desplazamiento en pórtico más desfavorable. Fuente: Propia.

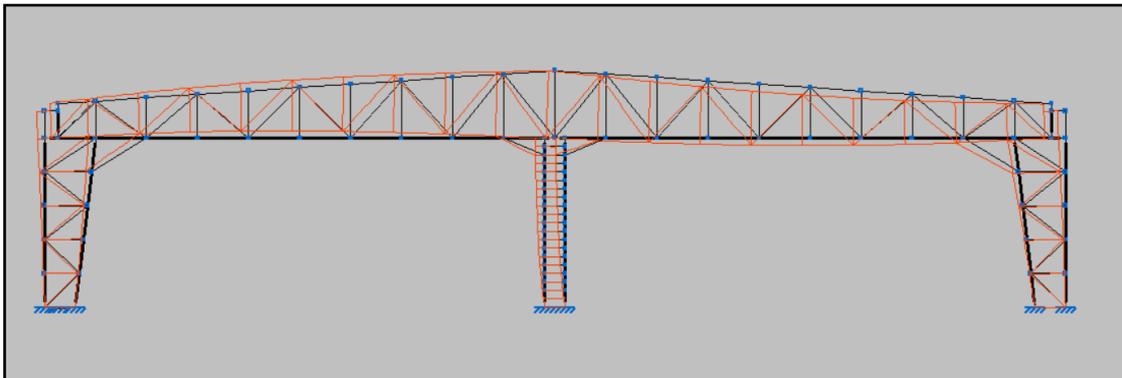


Figura 262. Deformada, pórtico más desfavorable, Fuente: Propia.

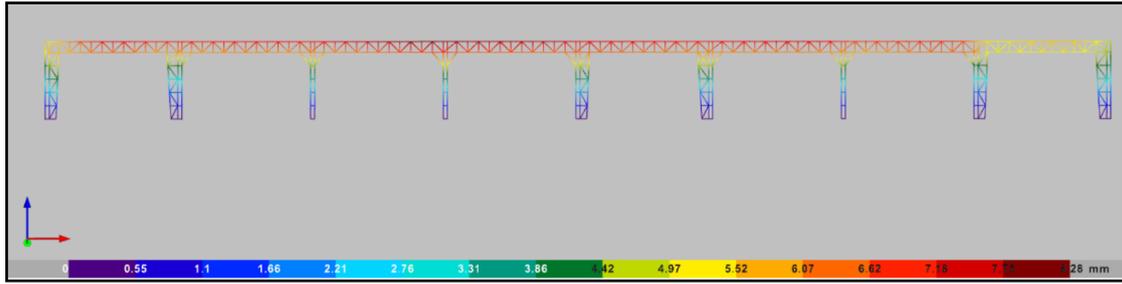


Figura 263. Deformación longitudinal. Fuente: Propia.

En las siguientes ilustraciones se presentaron las envolventes de las barras para las combinaciones de cargas más desfavorables.

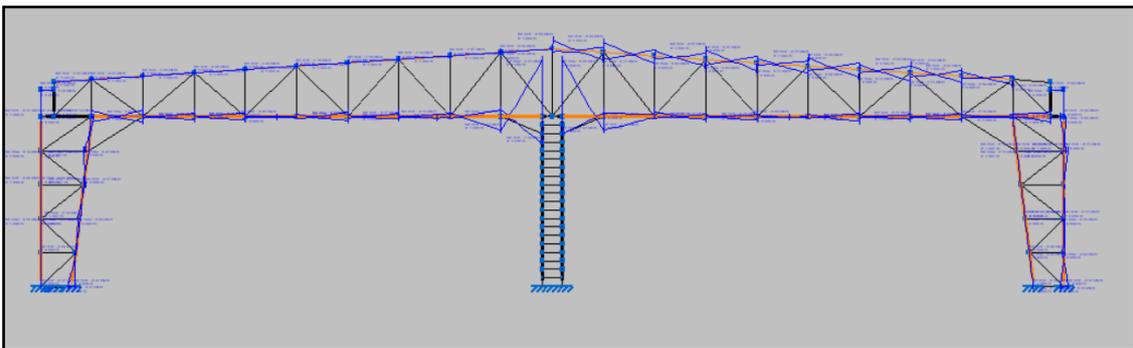


Figura 264. Envolvente de Momento. Fuente: Propia.

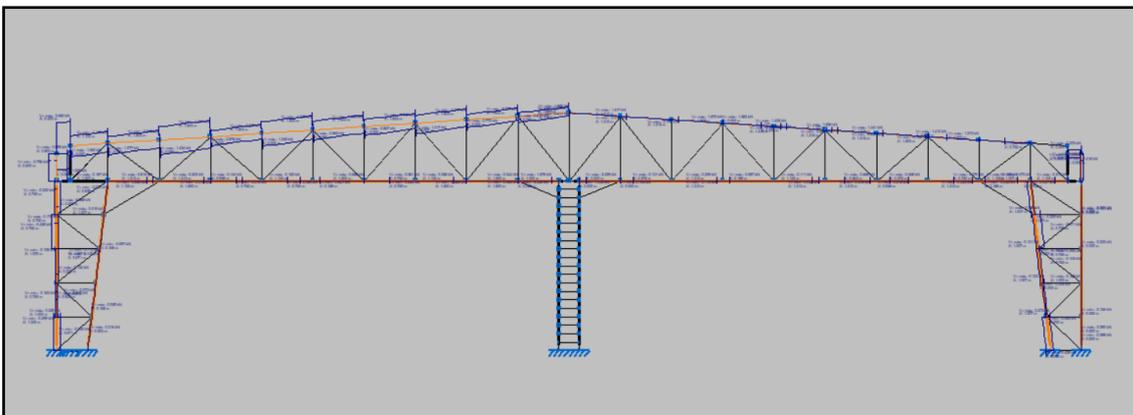


Figura 265. Envolvente de corte. Fuente: Propia.

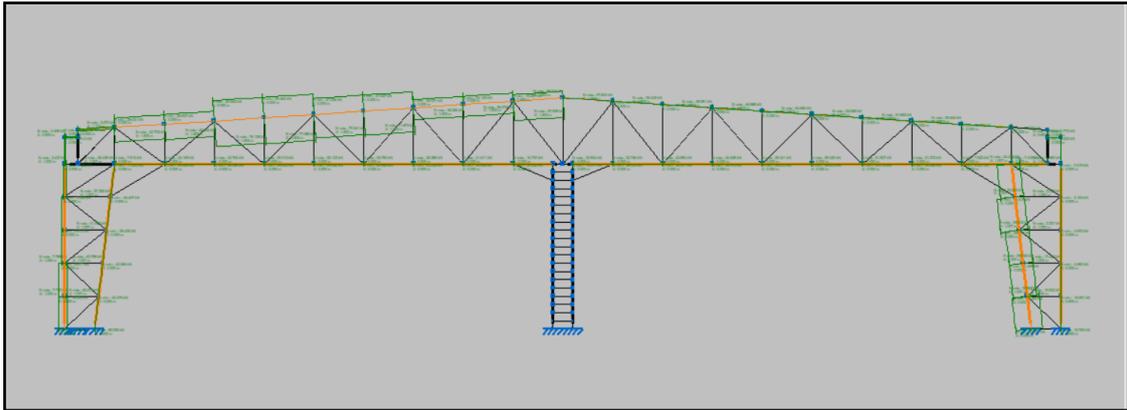


Figura 266. Envolverte Carga axil. Fuente: Propia.

Todas las comprobaciones realizadas por el software y analizadas, se adjuntan en la memoria de cálculo en el anexo. Se verificaron las resistencias a tracción, a compresión, a flexión, a corte, las esbelteces y todos aquellos estados que requerían ser verificados para la correcta verificación.

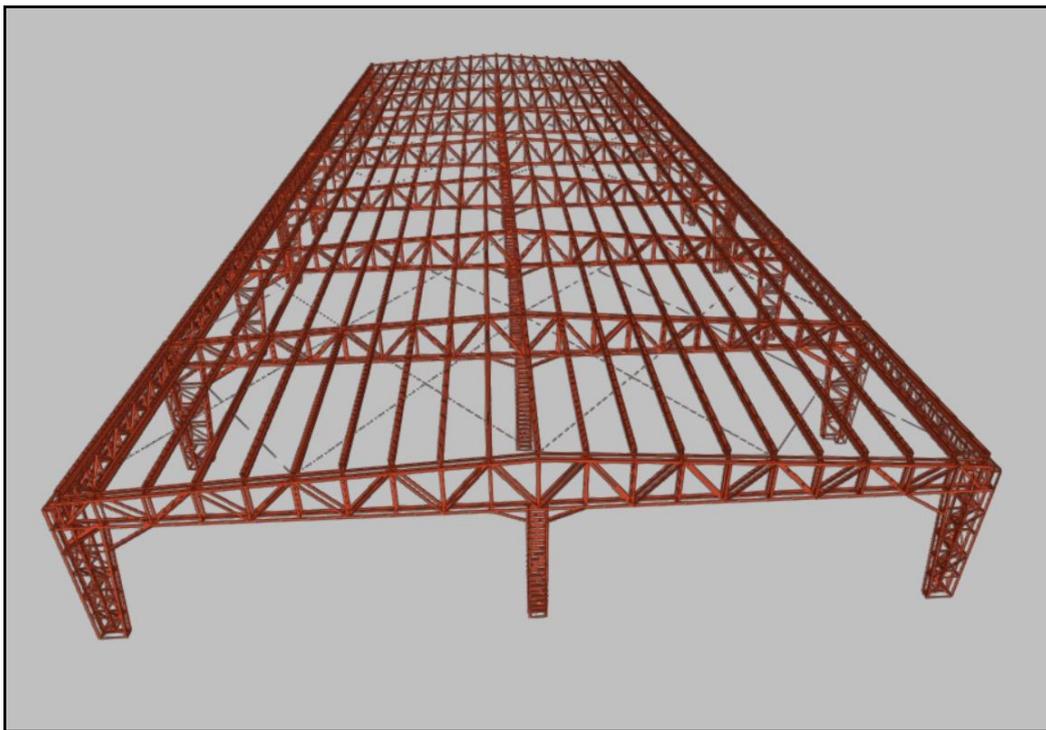


Figura 267. Modelo 3D depósitos. Fuente: Propia.

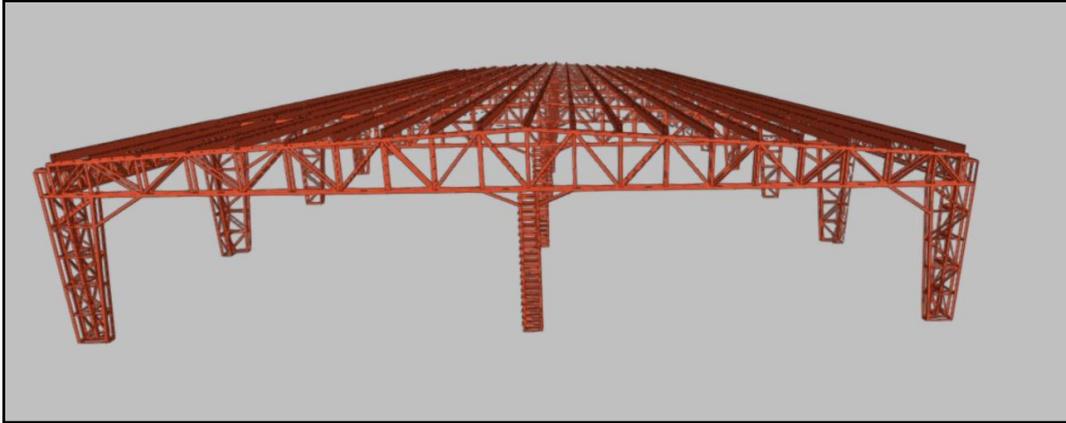


Figura 268. Modelo 3D depósitos. Fuente: Propia.

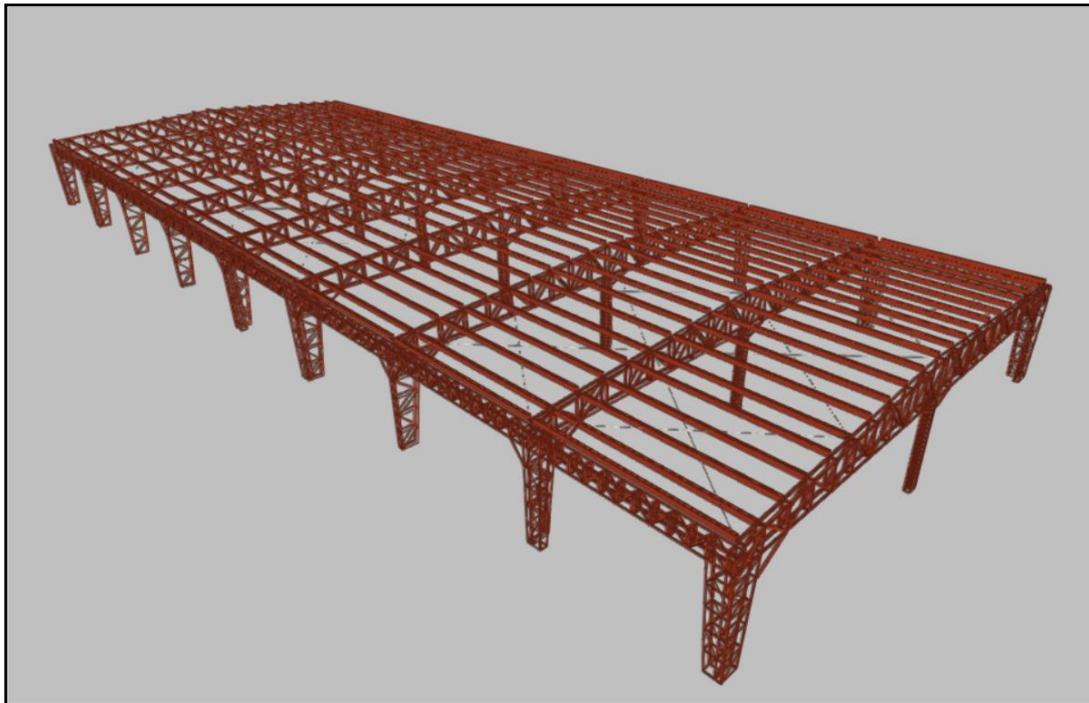


Figura 269. Modelo 3D depósitos. Fuente: Propia.

### 8.3. UNIONES

- Los puntos de unión calculados fueron los siguientes:
- Unión columna intermedia con cabreada.
- Unión columna lateral con cabreada.
- Unión columna lateral y cabreada.
- Unión columna y fundación

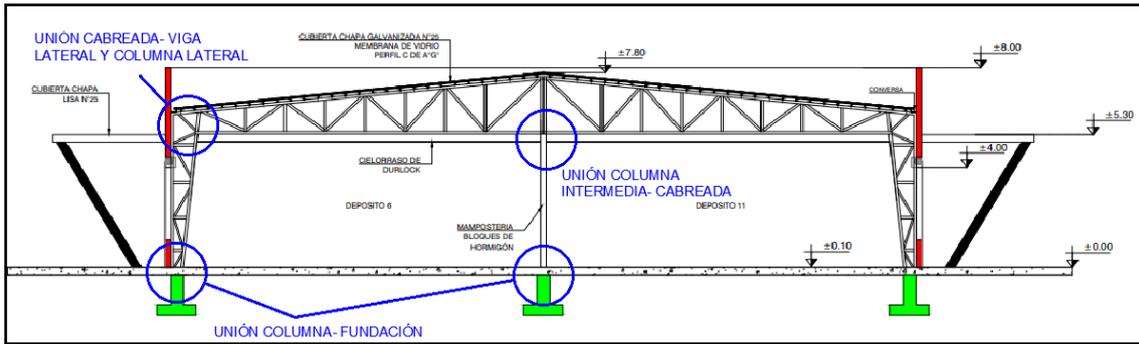


Figura 270. Uniones en depósito de CTC. Fuente: Propia.

Toda la estructura está conformada por perfiles de ángulo de distintas dimensiones dependiendo la solicitud.

### 8.3.1 UNIÓN COLUMNA INTERMEDIA- CABREADA

La unión será a través de una placa de anclaje que tendrá la dimensión de la base de la columna es decir 600x300mm.

La composición de los elementos es la siguiente:

datos de la cabreada cordones de perfil angulo de dimensiones:	
b(mm)	101,6
t(mm)	12,7
datos de la columna cordones de perfil angulo de dimensiones:	
b(mm)	88,9
t(mm)	6,4

Tabla 95. Composición de elementos estructurales. Fuente: Propia.

Para todas las uniones se proponen bulones ISO 8.8 de 16mm de diámetro, con una resistencia nominal a tracción Ft de 620 Mpa.

Siendo  $L_c=(L_e-d/2)$  con  $L_e$  siendo la distancia entre el centro del agujero y el borde cargado. Ver Figura 257.

Para la placa de acero se considera un acero F24 con los siguientes datos.

$$F_y = 235 \text{ Mpa}$$

$$F_u = 370 \text{ Mpa}$$



datos de los bulones	
tipo de bulon	ISO 8.8
D(mm)	16
Ab(mm <sup>2</sup> )	201,06
Fv (Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n°de bulones	5
Lc (mm)	21
D agujero (mm)	18
Ft (Mpa)	620

Datos de placa de acero	
d(mm)	600
b(mm)	300
t(mm)	6,4
Fu (Mpa= N/mm <sup>2</sup> )	370

Tabla 96. Datos de bulones y placa de acero. Fuente: Propia.

Los esfuerzos a los cuales se encuentra sometida la unión son los siguientes, estos fueron extraídos desde CYPE 3D.

Esfuerzos en la union	
CORTE VZ (Kn)	2,65
NORMAL NMAX(Kn)	42,57

Tabla 97. Esfuerzos en unión. Fuente: Propia.

Considerando las separaciones reglamentarias y teniendo en cuenta el espesor mínimo a unir que va a estar definido por los datos anteriores, tenemos los siguientes datos:

Separaciones reglamentarias		
Sep. Minima entre centros de agujeros	Smin (mm)=3D	48
Sep. Maxima entre centros de agujeros	Smax (mm)<= 24 tmin	153,6
	Smax (mm) =300	300
Distancia minima a borde	dbmin (mm)=1,75D	28
Distancia maxima a borde	dbmax(mm)<=12t	76,8
	dbmax(mm)=150	150

Tabla 98. Separaciones reglamentarias. Fuente: Propia.

De esta manera podemos distribuir los bulones considerando las distancias mínimas y máximas a cumplir, quedando propuesta la siguiente unión la cual se verificará a corte, aplastamiento y tracción.

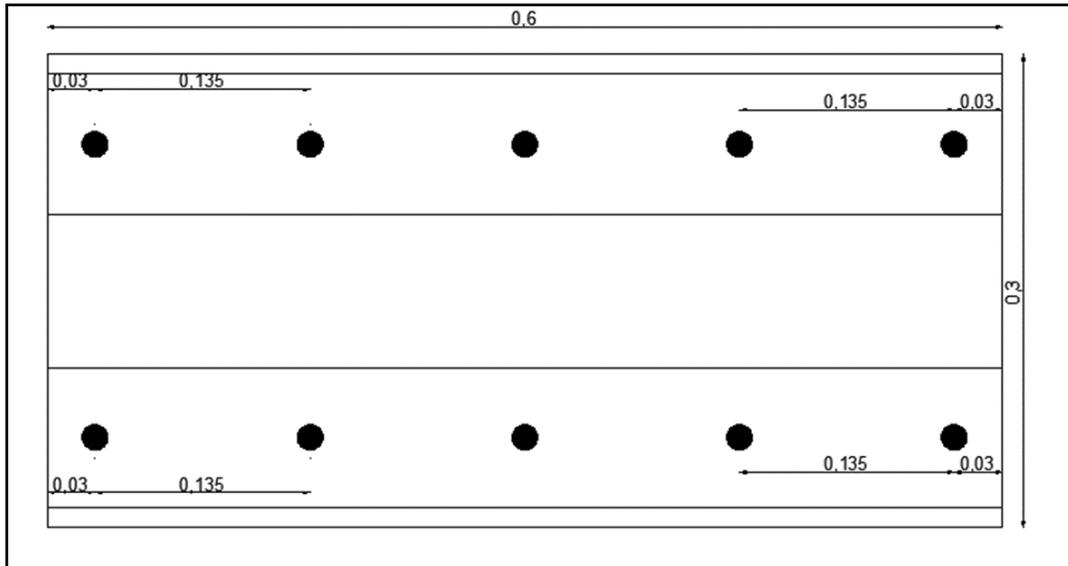


Figura 271. Vista en planta unión columna intermedia- cabreada. Fuente: Propia.

### Resistencia de diseño de a corte

$$R_d = \phi * R_n \geq Vz$$

$$R_d = \phi * m * F_v * A_b * n^\circ \text{ de bulones}$$

$$R_d = (0,75 * 1 * 415MPa * 201,06mm^2 * 5)/1000$$

$$R_d = 312,900KN > 2,65 KN \text{ VERIFICA}$$

### Resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros

#### *Desgarramiento de la chapa*

$$R_d = \phi * R_n \geq Vz$$

$$R_d = \phi * 1,2 * L_c * t * F_u$$

$$R_d = (0,75 * 1,2 * 21mm * 6,4mm * 370MPa)/1000$$

$$R_d = 44,755KN > 2,65KN \text{ VERIFICA}$$

#### *Aplastamiento de la chapa*

$$R_d = \phi * R_n \geq Vz$$

$$R_d = \phi * 2,4 * d * t * F_u * n^\circ \text{ bulones}$$



$$Rd = (0,75 * 2,4 * 600mm * 6,4mm * 370MPa * 5)/1000$$

$$Rd = 12787,200KN > 2,65 KN \text{ VERIFICA}$$

#### Resistencia de diseño a tracción

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * Ft * Ab * n^\circ \text{bulones}$$

$$Rd = (0,75 * 620MPa * 201,06mm^2 * 5)/1000$$

$$Rd = 560,957KN > 42,57 KN \text{ VERIFICA}$$

Escriba aquí la ecuación.

### 8.3.2 UNIÓN COLUMNA LATERAL VIGA LATERAL – COLUMNA LATERAL Y CABREADA

Debido a que en esta unión llegan la cabreada y la viga lateral a la misma base de columna, se resolverá mediante la colocación de una placa de anclaje que tendrá la misma dimensión que la base total de la columna, es decir de 1500mm x 300mm donde se abulonaran ambas piezas, los perfiles ángulos que componen a la cabreada y los perfiles ángulos que componen a la viga lateral, siendo estos perpendiculares entre sí, quedando parte de la placa utilizada para la unión con la viga y otra parte para la unión con la cabreada.

De esta manera, calcularemos las uniones de estas como si fueran dos placas distintas por practicidad, teniendo en cuenta que la suma de estas dos placas nos da las dimensiones de la placa total que se colocara en la realidad.

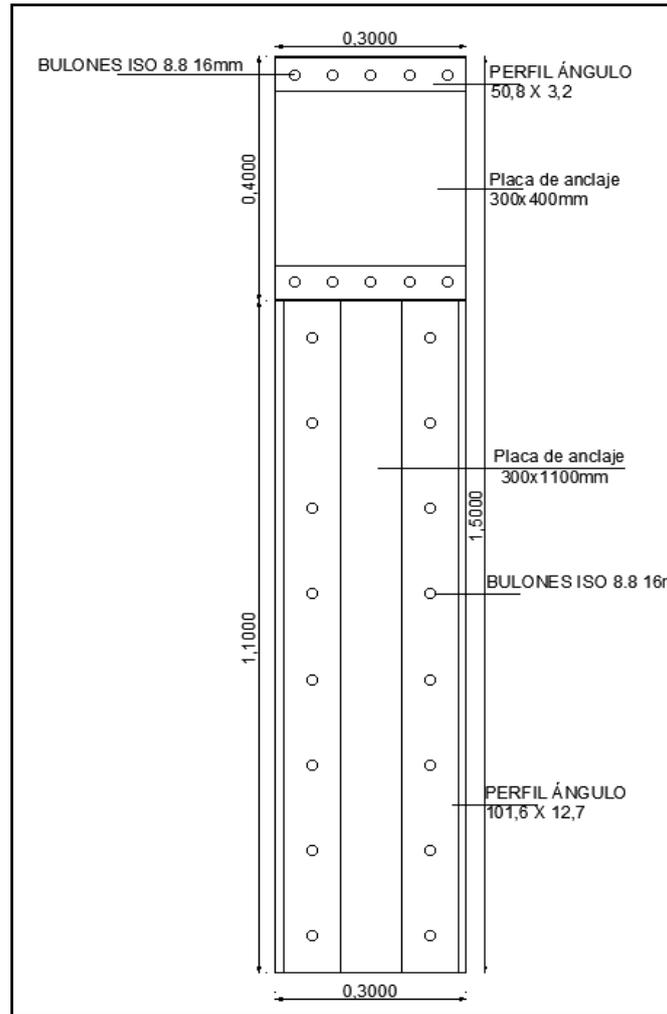


Figura 272. Vista en planta unión columna lateral-cabreada-viga lateral. Fuente: Propia.

### 8.3.3 COLUMNA LATERAL - VIGA LATERAL

Se utilizará una placa de 300mm x 400mm y se trabajará de la misma manera que la unión columna intermedia- cabreada. De este modo, los datos a utilizar son los siguientes:

datos de la viga lateral	
b(mm)	50,8
t(mm)	3,2
datos de la columna metálica	
b(mm)	88,9
t(mm)	6,4

Tabla 99. Datos de viga lateral. Fuente: Propia.



datos de los bulones	
tipo de bulon	ISO 8.8
D(mm)	16
Ab(mm <sup>2</sup> )	201,06
Fv (Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n°de bulones	5
Lc (mm)	21
D agujero (mm)	18
Ft (Mpa)	620

Datos de placa de acero	
d(mm)	300
b(mm)	400
t(mm)	6,4
Fu (Mpa= N/mm <sup>2</sup> )	370

Tabla 100. Datos de bulones y placa de acero. Fuente: Propia.

Esfuerzos en la union	
CORTE VZ (Kn)	1,058
NORMAL NMAX(Kn)	0,018

Tabla 101. Esfuerzos en la union. Fuente: Propia.

Separaciones reglamentarias		
Sep. Minima entre centros de agujeros	Smin (mm)=3D	48
Sep. Maxima entre centros de agujeros	Smax (mm)<= 24 tmin	76,8
	Smax (mm) =300	300
Distancia minima a borde	dbmin (mm)=1,75D	28
Distancia maxima a borde	dbmax(mm)<=12t	38,4
	dbmax(mm)=150	150

Tabla 102. Separaciones reglamentarias. Fuente: Propia.

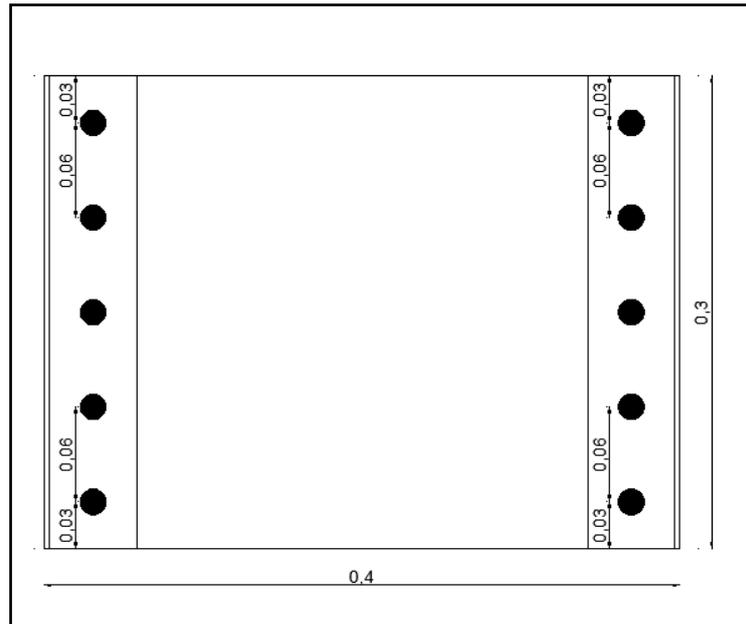


Figura 273. Vista en Planta unión viga lateral columna lateral. Fuente: Propia.

#### Resistencia de diseño de corte

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * m * Fv * Ab * n^{\circ} \text{ de bulones}$$

$$Rd = (0,75 * 1 * 415MPa * 201,06mm^2 * 5)/1000$$

$$Rd = 312,899KN > 1,058 KN \text{ **VERIFICA**}$$

#### Resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros

##### *Desgarramiento de la chapa*

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * 1,2 * Lc * t * Fu$$

$$Rd = (0,75 * 1,2 * 21mm * 6,4mm * 370MPa)/1000$$

$$Rd = 44,752KN > 1,058 KN \text{ **VERIFICA**}$$

##### *Aplastamiento de la chapa*

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$



$$Rd = \phi * 2,4 * d * t * Fu * n^{\circ}bulones$$

$$Rd = (0,75 * 2,4 * 300mm * 6,4mm * 370MPa * 5)/1000$$

$$Rd = 6393,600KN > 1,058 KN \text{ VERIFICA}$$

#### Resistencia de diseño a tracción

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * Ft * Ab * n^{\circ}bulones$$

$$Rd = (0,75 * 620MPa * 201,06mm^2 * 5)/1000$$

$$Rd = 560,957KN > 0,018 KN \text{ VERIFICA}$$

### 8.3.4 COLUMNA LATERAL - CABREADA

Se utilizará una placa de 1100 mm x 300mm realizando el proceso anterior, los datos son:

datos de la cabreada	
b(mm)	88,9
t(mm)	12,7
datos de la columna metálica	
b(mm)	88,9
t(mm)	6,4

Tabla 103. Datos de la cabreada. Fuente: Propia.



datos de los bulones	
tipo de bulon	ISO 8.8
D(mm)	16
Ab(mm <sup>2</sup> )	201,06
Fv (Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n°de bulones	8
Lc (mm)	51
D agujero (mm)	18
Ft (Mpa)	620

Datos de placa de acero	
d(mm)	1100
b(mm)	300
t(mm)	6,4
Fu (Mpa= N/mm <sup>2</sup> )	370

Tabla 104. Datos de bulones y placa de acero. Fuente: Propia.

Esfuerzos en la union	
CORTE VZ (Kn)	0,584
NORMAL NMAX(Kn)	12,569

Tabla 105. . Esfuerzos en la union. Fuente: Propia.

Separaciones reglamentarias		
Sep. Minima entre centros de agujeros	Smin (mm)=3D	48
Sep. Maxima entre centros de agujeros	Smax (mm)<= 24 tmin	153,6
	Smax (mm) =300	300
Distancia minima a borde	dbmin (mm)=1,75D	28
Distancia maxima a borde	dbmax(mm)<=12t	76,8
	dbmax(mm)=150	150

Tabla 106. Separaciones reglamentarias. Fuente: Propia.

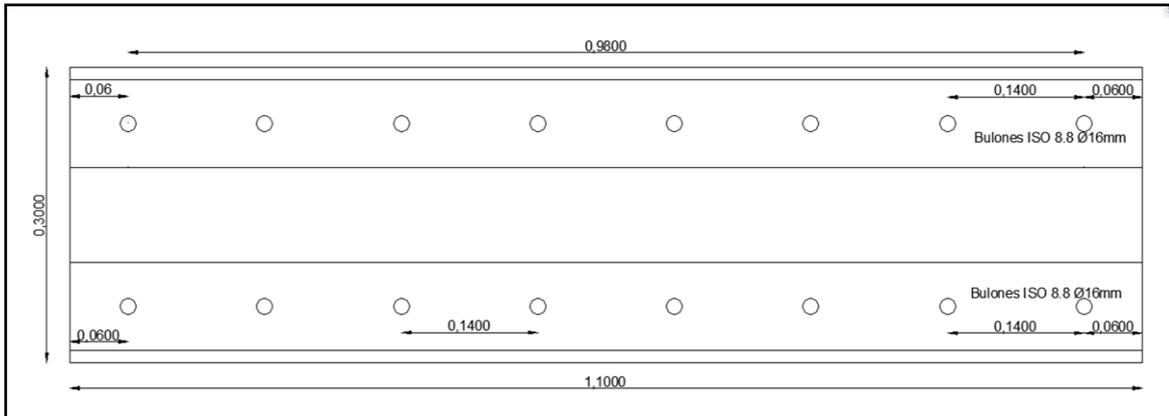


Figura 274. Vista en Planta unión columna lateral- cabreada. Fuente: Propia

### Resistencia de diseño de corte

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * m * Fv * Ab * n^{\circ} \text{ de bulones}$$

$$Rd = (0,75 * 1 * 415MPa * 201,06mm^2 * 8)/1000$$

$$Rd = 500,639KN > 0,584 KN \text{ VERIFICA}$$

### Resistencia de diseño al aplastamiento de la chapa en los agujeros

#### *Desgarramiento de la chapa*

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * 1,2 * Lc * t * Fu$$

$$Rd = (0,75 * 1,2 * 51mm * 6,4mm * 370MPa)/1000$$

$$Rd = 108,691KN > 0,584 KN \text{ VERIFICA}$$

#### *Aplastamiento de la chapa*

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * 2,4 * d * t * Fu * n^{\circ} \text{ bulones}$$

$$Rd = (0,75 * 2,4 * 1100mm * 6,4mm * 370MPa * 8)/1000$$

$$Rd = 37509,120KN > 0,584 KN \text{ VERIFICA}$$

### Resistencia de diseño a tracción

$$Rd = \phi * Rn \geq Vz$$

$$Rd = \phi * Ft * Ab * n^{\circ} \text{bulones}$$

$$Rd = (0,75 * 620MPa * 201,06mm^2 * 8)/1000$$

$$Rd = 897,53KN > 12,569 KN \text{ VERIFICA}$$

### 8.3.5 COLUMNA HORMIGÓN Y FUNDACIÓN

Las columnas transmiten sus solicitaciones al suelo de fundación a través de bases de Hormigón Armado que son las que quedan enterradas. Son necesarias bases metálicas para transmitir las solicitaciones de la columna a la base de H°A°.

Las solicitaciones a transmitir son fuerza normal axil o excéntrica y corte.

Para solicitaciones poco importantes la base está formada por una placa unida a la columna y si aumenta la intensidad de las solicitaciones se deben agregar cartelas.

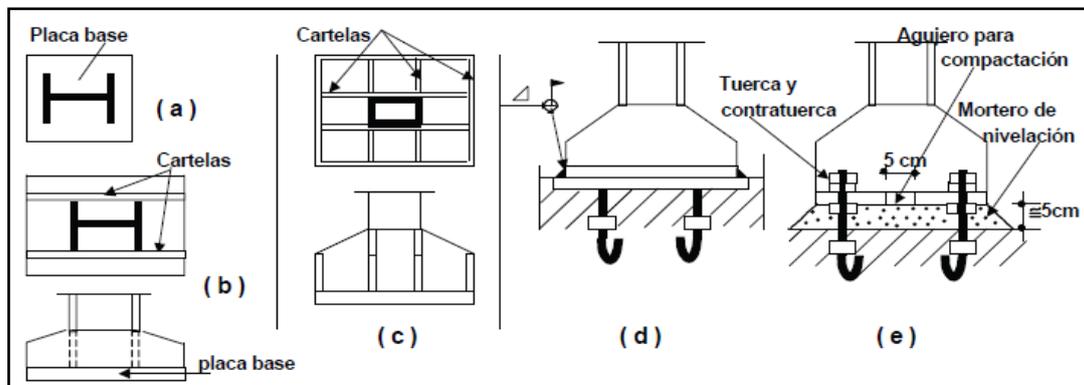


Figura 275. . Placas y cartelas. Fuente: Troglia Tomo I.

A continuación se presenta la placa de anclaje utilizada.

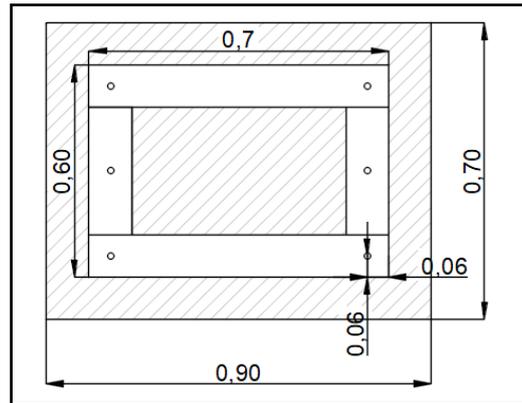


Figura 276. Tronco de columnas y placa de apoyo. Fuente: Propia.

Las placas se fabrican a partir de chapas gruesas, de dimensiones a (canto) x b (ancho) x t (espesor). Su superficie (a x b) debe ser suficiente para proporcionar un reparto uniforme de las tensiones hacia el hormigón.

Se decide adoptar una dimensión de 0,70m x 0,60m y una sección de tronco de columna de 0,90 m x 0,70 m.

#### Resistencia al aplastamiento del hormigón bajo la placa

Teniendo en cuenta que la placa de apoyo cubre toda el área total de apoyo de hormigón, se adopta (según Sección J.9. del CIRSOC 301-05:

$$\phi_c * P_p = \phi_c * 0,85 * f'_c * A_1$$

$$\phi_c = 0,6$$

A<sub>1</sub>= el área acero que apoya en forma concéntrica con el apoyo de hormigón

$$A_1 = 700mm * 600mm = 420.000 mm^2$$

A<sub>2</sub>= la máxima área de la porción de la superficie de apoyo que es geoméricamente similar y concéntrica con el área cargada

$$A_2 = 900mm * 700mm = 630.000 mm^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{420.000 mm^2}{350.000 mm^2}} = 1,22 \leq 2 \rightarrow \text{se adopta } 1,4$$



$$\phi_c * P_p = 0,6 * 0,85 * 25MPa * 420.000 \text{ mm}^2 * 1,40 = 6.172.714,15 \text{ N}$$

$$\text{Siendo } C_u = 35.997 \text{ Kn}$$

$$6.247.500 \text{ N} > C_u$$

### Dimensionado del perno de anclaje a tracción y corte

Adoptando pernos de acero al carbono tipo ASTM A36 o F-24 según IRAM-IAS. Se designan como A307 en la especificación ASTM.

$$F_u = 370MPa \text{ y } F_y = 235MPa$$

Se proponen 3 pernos de cada lado de  $\phi=20\text{mm}$ . Se verificarán los pernos a tracción y corte combinados (Sección J.3.7.).

Varillas roscadas para anclaje	
D (mm)	20
hef=30*D(mm)	600
Ab (mm <sup>2</sup> )	314,16
Fv (Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n° de varillas	18
Lc (mm)	1.702
D agujero (mm)	22

Tabla 107. Dimensiones varillas roscadas para anclaje. Fuente: Propia.

### Resistencia a tracción

La resistencia de diseño a tracción de un perno sometido a corte y tracción combinados es:

$$R_{d1} = \phi_t * F_t * A_b$$

$$\text{Dónde: } \phi_t=0,75$$

$F_t$ = Resistencia a tracción nominal según Tabla J.3.5. en función de  $f_v$  (Tensión requerida al corte en el perno).



Descripción de los bulones	Rosca incluida en el plano de corte	Rosca excluida del plano de corte
Bulones comunes (A307/ISO 4.6)	338 – 2,5 $f_v \leq 260$	
Bulones A325, A325M, ISO 8.8	806 – 2,5 $f_v \leq 620$	806 – 2,0 $f_v \leq 620$
Bulones A490, A490M, ISO 10.9	1012 – 2,5 $f_v \leq 778$	1012 – 2,0 $f_v \leq 778$
Partes roscadas de bulones A449 de diámetro mayor que 38,1 mm	0,98 $F_u - 2,5 f_v \leq 0,75 F_u$	0,98 $F_u - 2,0 f_v \leq 0,75 F_u$

Tabla 108. Resistencia nominal a la tracción, uniones tipo aplastamiento (Tabla J.3.5). Fuente: CIRSOC 301.

$$A_b = \text{área del perno} = 314 \text{ mm}^2$$

La tensión elástica requerida al corte es (sección circular maciza).

$$f_v = \frac{V_{u1}}{0,75 * A_b}$$

$$V_{u1}: \text{Corte que toma cada perno} = \frac{v_u}{n} = \frac{36000 \text{ N}}{6} = 5999,5 \text{ N}$$

$$f_v = \frac{5999,5 \text{ N}}{0,75 * 314 \text{ mm}^2} = 25,46 \text{ MPa}$$

De acuerdo a la Tabla J.3.5., para los pernos de bulones comunes (A307/ISO 4.6), la tensión  $F_t$  es igual a:

$$F_t = 338 - 2,5 * f_v \leq 260$$

$$F_t = 274,34$$

Teniendo en cuenta la mayor sollicitación a tracción de la columna, verificamos la resistencia a diseño:

$$R_{d1} = \phi_t * F_t * A_b$$

$$T_{u1} = \frac{128.540 \text{ N}}{6} = 21.423,5 \text{ N}$$

$$R_{d1} > T_{u1}$$

$$64.640,81 \text{ N} > 21.423,5 \text{ N} \rightarrow \text{Verifica a tracción}$$



### Resistencia a corte

La resistencia de diseño al corte según Tabla J.3.2. es:

Descripción de los bulones	Resistencia a la tracción		Resistencia al corte en uniones del tipo aplastamiento	
	Factor de resistencia $\phi$	Resistencia nominal, $F_t$ (MPa)	Factor de resistencia $\phi$	Resistencia nominal, $F_v$ (MPa)
Bulones comunes Tipos A307, ISO 4.6	0,75	260 (a)	0,75	140 (b,e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		620 (d)		330 (e)
Bulones A325, A325M ó ISO 8.8 con la rosca excluida de los planos de corte		620 (d)		415 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 cuando la rosca no está excluida de los planos de corte		778 (d)		414 (e)
Bulones A490, A490M ó ISO 10.9 con la rosca excluida de los planos de corte		778 (d)		517 (e)
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca no está excluida de los planos de corte		0,75 $F_u$ (a,c)		0,40 $F_u$
Partes roscadas que cumplen con los requerimientos de la Sección A.3, y la rosca está excluida de los planos de corte	0,75 $F_u$ (a,c)	0,50 $F_u$ (a,c)		

Tabla 109. Resistencia de diseño de bulones. Fuente: CIRSOC 301.

$$R_v = 0,75 * F_v = 0,75 * 140MPa = 105MPa$$

Tensión requerida de corte  $f_v = 25,46 MPa < 105MPa \rightarrow$  Verifica a corte

### Resistencia al aplastamiento de la chapa en los agujeros (ver sección j.3.10)

El espesor adoptado de la chapa es  $t_p = 30 mm$ .

Por ser agujeros normales y al considerar en el proyecto la deformación alrededor del agujero para cargas de servicio, se adopta la siguiente ecuación:

$$R_n = 1,2 * L_c * t * F_u. (10^{-1}) \leq 2.4 * d * t * F_u. (10^{-1}) \text{ por cada perno.}$$

Para la unión la resistencia al aplastamiento de la chapa es la suma de las resistencias al aplastamiento de la chapa en todos los agujeros de la unión.

Como se puede observar en la siguiente figura, la distancia del bulón más alejado al borde de la chapa es 640mm, y la longitud a considerar para el desgarramiento de una hilera de bulones será:

$$L_c = 700mm - (60mm * 2) - (20mm * 2) = 540mm$$



$$R_n = 2,4 * 20mm * 30mm * 370MPa * (10)^{-1}$$

$$R_n = 53.280 N$$

La resistencia de diseño es:

$$R_d = \phi * R_n = 39.960 N$$

Siendo  $V_u = 36 Kn$

$$R_d > V_u \rightarrow \text{Verifica al aplastamiento}$$

### 8.3.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLACA DE APOYO

Se reduce a determinar y/o comprobar el espesor de la misma verificando el estado tensional producido en una sección de referencia por las presiones sobre el hormigón.

A partir de la repartición de la presión sobre la placa base se calcula el diagrama de momento flector que de la placa base  $M_{up}$ . En el caso propuesto se obtiene el momento máximo considerando un voladizo de anchura unidad y de longitud  $L=60mm$ , que está sometido a la presión de compresión  $F_H$ .

$$q_H = F_H * 1mm = \frac{128.540 N}{700mm * 500mm} * 1mm = 0,31 N/mm$$

$$M_H = \frac{q_H * L^2}{2} = \frac{0,31 N/mm * (60mm)^2}{2} = 550,89 Nmm$$

Para la placa flexionada por la compresión se considera como momento nominal:

$$M_{np} = S * Fy = \frac{1mm * t_p^2}{6} * Fy$$

Dado que se debe cumplir que:  $M_{up} = \phi * M_{np}$  con  $\phi = 0,9$ .

$$t_{p,min} = \sqrt{\frac{6 * M_{up}}{0,9 * Fy}} = \sqrt{\frac{6 * 550,89 Nmm}{0,9 * 235MPa}} = 3,95mm < 30 mm \rightarrow \text{VERIFICA}$$



### Verificación de anclajes

En este inciso se siguen los lineamientos del Apéndice D del Reglamento Cirsoc 201-05.

El diseño por resistencia de los anclajes se basa en la evaluación de los modos de falla.

El valor  $\phi * N_n$  es la menor resistencia de diseño a tracción de un grupo de anclajes, resultante de considerar las siguientes posibilidades:

1. Resistencia del acero del anclaje en tracción:  $\phi * N_{sa}$
2. Resistencia al desprendimiento del hormigón por tracción:  $\phi * N_{cbg}$
3. Resistencia al arrancamiento:  $\phi * n * N_{pn}$
4. Resistencia al descascaramiento del recubrimiento lateral:  $\phi * N_{sbg}$

El valor  $\phi * V_n$  es la menor resistencia de diseño al corte de un grupo de anclajes, resultante de considerar las siguientes posibilidades:

1. Resistencia del acero del anclaje en corte:  $\phi * V_{sa}$
2. Resistencia al desprendimiento del hormigón por corte:  $\phi * V_{cbg}$
3. Resistencia al arrancamiento:  $\phi * V_{cpg}$

Los factores de reducción de resistencia  $\phi$  dependen del modo de falla por el que está controlada la resistencia del anclaje. Se obtienen posteriormente.

Por lo tanto, en primera instancia se calculan las resistencias de diseño mencionadas.

#### **1- Resistencia de diseño en tracción**

Se calculan las resistencias de diseño en tracción entre las cuales se tomará como resistencia de diseño el menor valor.



- Resistencia del acero del anclaje en tracción

La resistencia nominal  $N_{sa}$  de un anclaje o grupo de anclajes traccionado deberá ser igual o menor que:

$$N_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

$$N_{sa} = 6 * 314 \text{ mm}^2 * 1,9 * 235 \text{ MPa} = 841.63,64 \text{ N}$$

- Resistencia al desprendimiento del hormigón del anclaje traccionado

Según Troglia, la longitud mínima de anclaje en el Hormigón en el caso de pernos con cabeza es:

$$L_{min} = \sqrt{\frac{10 * T_u}{0,33 * \pi * \phi t * f_t}}$$

Con:

$f_t$ (MPa)= es la tensión de rotura a tracción del hormigón  $=0,6 * \sqrt{f'_c}$

Con  $T_u$  en kN

Luego,

$$L_{min} = \sqrt{\frac{10 * \left(\frac{128.540 \text{ N}}{6}\right)}{0,33 * \pi * 0,75 * 0,6 * \sqrt{25 \text{ MPa}}}} = 303,06 \text{ mm} \rightarrow \text{se adopta } h_{ef}$$

$$= 305 \text{ mm}$$

$C_{a, min}$  = Mínima distancia entre el centro de un anclaje y el borde del hormigón =160mm

La resistencia nominal al desprendimiento por tracción del hormigón  $N_{cb}$  de un único anclaje debe ser igual o menor que:

$$N_{cb} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} * \Psi_{ed,N} * \Psi_{c,N} * N_b$$

Siendo:



- $A_{NC}$ : área de falla proyectada del hormigón de un anclaje individual o grupo de anclajes, para el cálculo de la resistencia a tracción, en  $mm^2$ . Ver el artículo D.5.2.1. del Apéndice D Reglamento CIRSOC 201-2005.
- $A_{NCO}$ : área de falla proyectada del hormigón de un anclaje individual para el cálculo de la resistencia a tracción siempre que no esté limitada por la distancia al borde o por la separación, en  $mm^2$ . Ver el artículo D.5.2.1. del Apéndice D Reglamento CIRSOC 201-2005.

$$A_{NC} = 2.175.625 \text{ mm}^2$$

$$A_{NCO} = 9 * h_{ef}^2 = 837.225 \text{ mm}^2$$

Se verifica que:

$$A_{NC} < n * A_{NCO}$$

$$2.175.625 \text{ mm}^2 < 5.023.350 \rightarrow \text{VERIFICA}$$

El coeficiente  $\psi_{ec,N}$  es un factor de modificación que se calcula cuando hay excentricidad. En nuestro caso, al ser tracción sin momento,  $\psi_{ec,N}=1$ .

El coeficiente  $\psi_{ed,N}$  es un factor de modificación que tiene en cuenta los efectos de borde. En nuestro caso, como  $C_{a,\text{mín}} > 1,5 * h_{ef}$  se adopta  $\psi_{ed,N}=1$ .

El coeficiente  $\psi_{c,N}$ , se adopta unitario debido a la falta de un análisis que nos indique si habrá fisuración o no en cargas de servicio.

La resistencia básica al desprendimiento por tracción del hormigón de un único anclaje en hormigón fisurado,  $N_b$ , debe ser igual o menor que:

$$N_b = k_c * \sqrt{f'c} * h_{ef}^{1.5} = 10 * \sqrt{25MPa} * 305 \text{ mm}^{1.5} = 266.325,80 \text{ N}$$

Finalmente,

$$N_{cbg} = \frac{2.175.625 \text{ mm}^2}{837.225 \text{ mm}^2} * 1 * 1 * 1 * 266.325,80 \text{ N} = 692.088,47 \text{ N}$$

- Resistencia al arrancamiento de un anclaje a tracción

La resistencia nominal al arrancamiento  $N_{pn}$  de un anclaje a tracción deberá ser igual o menor que:

$$N_{pn} = \psi_{c,p} * N_p$$

El coeficiente  $\psi_{c,p}$ , se adopta unitario debido a la falta de un análisis que nos indique si habrá fisuración o no en cargas de servicio.

La resistencia al arrancamiento por tracción de un solo perno o bulón con cabeza:

$$N_p = 8 * A_{brg} * f'_c$$

Siendo  $A_{brg}$  el área de apoyo de la cabeza del perno.

Dado que el diámetro del perno es de 20mm, con una cabeza de aproximadamente 30mm de diámetro tendremos que  $A_{brg}=706,8mm^2$  y  $N_p=141.371,6N$ .

Tornillo tipo	Vástago					Cabeza					Diámetro del agujero a mm	
	Diámetro de la caña d mm	Longitud roscada b en función de la longitud total l				Longitud de la salida x mm	Espesor k mm	Medida entre caras s mm	Medida entre aristas e ≈ mm	Diámetro exterior de la base de la cabeza d <sub>2</sub> (min) mm		Radio del acuerdo r mm
		l mm	b mm	l mm	b mm							
TR 12	12	≤40	21	≥ 45	23	2.5	8	22	25.4	20.0	1.6	13-14
TR 16	16	≤70	26	≥ 75	28	3.0	10	27	31.2	25.0	1.6	17-18
TR 20	20	≤85	31	≥ 90	33	4.0	13	32	36.9	30.0	2.0	21-22
TR 22	22	≤85	32	≥ 90	34	4.0	14	36	41.6	34.0	2.0	23-24
TR 24	24	≤85	34	≥ 90	37	4.5	15	41	47.3	39.0	2.0	25-26
TR 27	27	≤95	37	≥100	39	4.5	17	46	53.1	43.5	2.5	28-29

Figura 277. Tipo de pernos. Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn31.html>

Finalmente,

$$N_{pn} = 848.160 N$$

$$n * N_{pn} = 5.088.960 N$$



- Resistencia al descascaramiento del recubrimiento lateral del hormigón de un anclaje con cabeza traccionada

No se debe verificar este estado debido a que los anclajes no están lo suficientemente cerca al borde como para ocasionar descascaramiento.

- Resistencia de diseño en corte

Se calculan las resistencias de diseño en tracción entre las cuales se tomará como resistencia de diseño el menor valor.

- Resistencia del acero de los anclajes al corte

La resistencia nominal al corte de un grupo de anclajes hormigonado in situ,  $V_{sa}$ , deberá ser igual o menor que:

$$V_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

$$V_{sa} = 6 * 314mm^2 * 1,9 * 235MPa$$

$$V_{sa} = 841.634,64 N$$

- Resistencia al desprendimiento por corte del hormigón de un anclaje

La resistencia nominal al desprendimiento por corte del hormigón,  $V_{cb}$  o  $V_{cbg}$  de un único anclaje o grupo de anclajes deberá ser igual o menor que:

Para anclajes ubicados en una esquina, la resistencia nominal al desprendimiento del hormigón limitante se deberá determinar para cada borde, y se deberá utilizar el valor mínimo.

La resistencia nominal al desprendimiento por corte del hormigón,  $V_{cbg}$ , de un grupo de anclajes deberá ser igual o menor que:

$$V_{cbg} = \left( \frac{A_{vc}}{A_{vc0}} \right) * \psi_{ec,V} * \psi_{ed,V} * \psi_{c,V} * V_b$$

El área  $A_{vc0}$  es el área proyectada para un único anclaje en un elemento de gran altura, con una distancia a los bordes igual o mayor que  $1,5 c_{a,1}$  en la dirección perpendicular al esfuerzo de corte.

$$A_{vc0} = 115.200 mm^2$$

El área  $A_{vc}$  es el área proyectada de la superficie de falla en la cara lateral del elemento de hormigón entre sus bordes para un grupo de anclaje. Se determina a partir de las dimensiones de la siguiente figura.

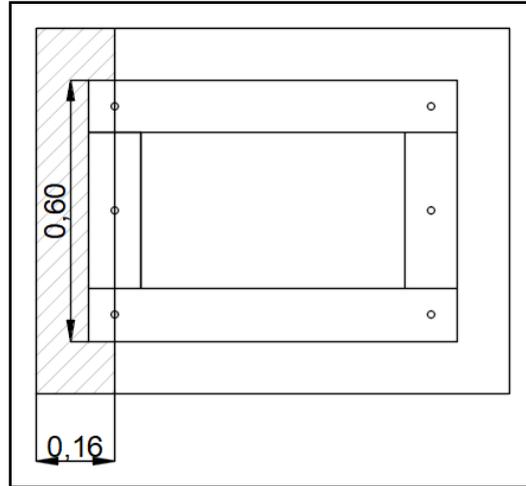


Figura 278. Área de falla proyectada del hormigón del grupo de anclajes. Fuente: Propia.

$$A_{vc} = 144.000 \text{ mm}^2$$

Se verifica que:

$$A_{vc} < n * A_{vco}$$

$$144.000 \text{ mm}^2 < 691.200 \text{ mm}^2$$

El coeficiente  $\psi_{ec,V}$  se adopta unitario porque no hay excentricidad.

El coeficiente  $\psi_{ed,V}$  se adopta unitario por razones geométricas.

El coeficiente  $\psi_{c,V}$  se adopta unitario porque no hay armadura secundaria, ni un estudio que indique que no habrá fisuración.

La resistencia básica al desprendimiento por corte del hormigón,  $V_b$ , debe ser menor o igual que:

$$\begin{aligned} V_b &= 0.7 * \frac{le^{0.2}}{d_o} * \sqrt{d_o} * \sqrt{f'c} * (c_{a1})^{1.5} = \\ &= 0.7 * \left(\frac{305\text{mm}}{20\text{mm}}\right)^{0.2} * \sqrt{20\text{mm}} * \sqrt{25} * (160\text{mm})^{1.5} = 54.628,21 \text{ N} \end{aligned}$$



Finalmente,

$$V_{cbg} = \left( \frac{144.000mm^2}{115.200mm^2} \right) * 1 * 1 * 54.628,21N = 68.285,26 N$$

- Resistencia al arrancamiento de un anclaje por corte

La resistencia nominal al arrancamiento del hormigón para un grupo de anclajes,  $V_{cpg}$ , deberá ser igual o menor que:

$$V_{cpg} = k_{cp} * N_{cbg}$$

El coeficiente  $k_{cp}=2$  por ser la profundidad de empotramiento mayor a 65mm.

El valor de  $N_{cbg}$  es el correspondiente al inciso 9.2.4.1 Resistencia al desprendimiento del hormigón del anclaje traccionado”.

$$V_{cpg} = 2 * 692.088,47 N = 1.384.176,95 N$$

Resumen de resistencias a los estados últimos de falles en base 1

La resistencia de diseño tanto a tracción como al corte son las menores del análisis de los correspondientes estados últimos de falla. En la siguiente tabla se observa un resumen final de las resistencias y se indica la mínima a utilizar.

Estado ultimo de falla	Unidad	Traccion	Corte
Resistencia del acero del anclaje	N	841.634,64	841.634,64
Resistencia al desprendimiento	N	692.088,47	68.285,26
Resistencia al arrancamiento	N	848.160,00	1.384.176,95
<b>Resistencia nominales a usar</b>	<b>N</b>	<b>841.634,64</b>	<b>68.285,26</b>

Tabla 110. Resumen de resistencias y resistencias nominales a usar. Fuente: Propia.

Interacción de los esfuerzos de tracción y corte y verificación

Los esfuerzos últimos a verificar son:

$$N_{ua} = 128.541N; V_{ua} = 35.997N$$

Las resistencias nominales son:

$$N_n = 841.634,64 N; V_n = 68.285,26 N$$



Según el Apéndice “D” del CIRSOC 201-05:

Cuando  $V_{ua} \leq 0,2 * \phi * V_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia a tracción:

$$\phi * N_n \geq N_{ua}.$$

Cuando  $N_{ua} \leq 0,2 * \phi * N_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia al corte:

$$\phi * V_n \geq V_{ua}.$$

Cuando  $V_{ua} > 0,2 * \phi * V_n$  y  $N_{ua} > 0,2 * \phi * N_n$  :

$$\frac{N_{ua}}{\phi * N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi * V_n} \leq 1,2$$

Dado que el anclaje es controlado por desprendimiento los factores de reducción de resistencia  $\phi$  son ambos iguales a 0,7.

Se cumple la tercera condición, por lo tanto, se verifica la tercera expresión:

$$0,971 \leq 1,2 \rightarrow \mathbf{VERIFICA}$$

#### 8.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIÓN SOLDADA

Se precede a calcular la unión soldada de diagonales.

Designacion	Area (cm2)	lx=ly (cm4)	ex=ey (cm)	rx=ry (cm)
4 x 4 x 1/2	24,45	461,04	3,59	3,87

Tabla 111. Características de la sección adoptada para los cordones. Fuente: Propia.

Designacion	Area (cm2)	lx=ly (cm4)	ex=ey (cm)	rx=ry (cm)
3 1/2 x 3 1/2 x 1/2	21,12	149,65	2,66	2,66

Tabla 112. Características de la sección adoptada para diagonales y montantes. Fuente: Propia.

El esfuerzo de cálculo **Fu=128,54 Kn** se obtiene de la resistencia requerida de las diagonales de la barra armada verificada anteriormente con el software CYPE 3D.

Se dimensiona la unión soldada. Se utiliza soldadura de filete (Sección J.2.2-CIRSOC 301-2005). La fuerza  $T_u$  produce corte en el área efectiva. El factor de resistencia y la resistencia nominal se obtienen de la tabla J.2-5 del reglamento.



$$\phi = 0,6 \text{ y } F_w = 0,6 * F_{EXX}$$

$$F_{EXX} = 480MPa$$

$$F_w = 0,6 * 480 MPa = 288 MPa$$

Lado del filete: (Sección J.2.2(b) CIRSOC 301-2005) Como primer paso se obtiene de tabla J.2.4 el  $d_{Wmin}$

Espesor del Material Unido más Grueso (mm)	Tamaño Mínimo de la Soldadura de Filete (a) (mm)
Hasta 6	3
Más de 6 hasta 13	5
Más de 13 hasta 19	6
Más de 19	8
(a) Lado del filete. Debe hacerse de una sola pasada.	
(b) Ver la Sección J.2.2(b) para el lado máximo del cordón de filete.	

Tabla 113. Tabla J.2-4 Tamaño mínimo de Soldaduras de Filete. Fuente: CIRSOC 301-2005.

$$d_w = 5 \text{ mm}$$

Luego;

$$d_{W \max} = e - 2 = 12,7 - 2 = 10,7 \text{ mm}$$

Adoptamos el lado del filete = 10 mm

De Sección J.2.4, la resistencia de diseño para 1 cm de filete será:

$$R_d = \phi * F_w * A_w * (10^{-1})$$

$$R_d = \phi * F_w * e_g * 1 * (10^{-1})$$

Siendo:

$$e_g(\text{espesor efectivo de la garganta}) = 0,707 * d_w$$

$$e_g = 0,707 * 10 \text{ mm} = 7,07 \text{ mm}$$

$$R_d = 0,6 * 0,6 * 480MPa * 0,707cm * 1cm * (10^{-1}) = 12,22 \text{ Kn/cm}$$

La longitud total de filete está dada por la siguiente relación:

$$L_t = \frac{F_u}{R_{d1}} = \frac{128,54 \text{ Kn}}{12,22 \text{ Kn/cm}} = 10,52 \text{ cm}$$

Se decide adoptar un  $L=10,52 \text{ cm}$ . Por lo tanto, se plantea resolver la soldadura en 2 filetes de  $L_1=L_2=5,25 \text{ cm}$  como se observa en la siguiente imagen.

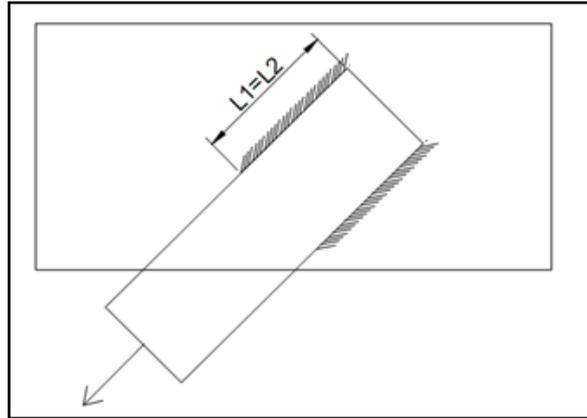


Figura 279. Soldaduras de estructura metálica, Fuente: Propia.

La longitud efectiva mínima:

$$4d_w = 4 * 1\text{cm} = 4\text{cm} < 10,52 \rightarrow \text{VERIFICA}$$

La longitud efectiva máxima para soldaduras de filete paralela a la dirección de las fuerzas ubicadas en el extremo de barras cargadas será  $L_e = \beta * L$ .

$$\beta = 1 \text{ si } L \leq 100d$$

$$\frac{L}{d_w} = \frac{10,52 \text{ cm}}{1\text{cm}} = 10,52 < 100$$

#### Verificación de la chapa nudo

Se supone una distribución de la fuerza a  $30^\circ$ .

$$\text{tg}30^\circ = \frac{b_c}{L}$$

$$b_c = 2 * 5,25\text{cm} * \text{tg}30^\circ + \text{ancho de ala} =$$



$$b_c = 2 * 5,25cm * tg30^\circ + 8,89cm = 14,95 cm$$

$$A_g = 14,95cm * 1cm = 14,95 cm^2$$

De Sección B.3. (2)(b)(CIRSOC 301-2005) tenemos que:

$$A_e = U * A_g$$

$$U = 1 - \left(\frac{X}{L}\right) \leq 0,90$$

El valor de  $X$  se obtiene de la tabla de perfiles del CIRSOC con la designación del perfil empleado para las diagonales y montantes, la cual arroja un valor de  $X=2.66$ , por lo tanto el valor de  $U$  será:

$$U = 1 - \left(\frac{2,66cm}{10,52cm}\right) \leq 0,9$$

$$U = 0,2$$

$$0,75 \leq 0,9$$

Luego  $A_e = U * A_g$

$$A_e = 0,90 * 14,95 cm^2 = 13,45 cm^2$$

Para elementos planos cortos fraccionados como chaponado o elementos auxiliares de una unión los ensayos han demostrado que la sección neta computable no debe superar el 85% de la sección bruta, esto es por lo limitado de la deformación inelástica del elemento corto en su sección bruta, lo que impide alcanzar la deformación necesaria para la falla en la sección neta cuando esta supera el valor indicado. Por ello, en dichos elementos debe ser (Según CIRSOC 301-EL en la Sección J.5.2):

$$A_n \leq 0,85 * A_g$$

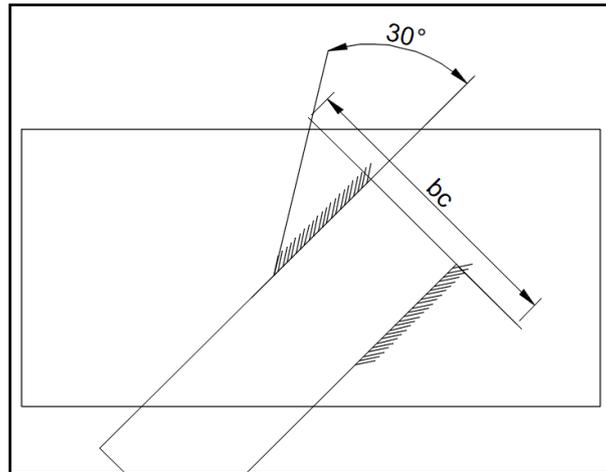


Figura 280. Soldadura, bc y Angulo. Fuente: Propia.

### Fluencia en la sección bruta

#### Resistencia de diseño

$$R_{d1} = \phi * A_g * F_y * (10^{-1}) = 0,9 * 14,95 \text{ cm}^2 * 235 \text{ Mpa} * (10^{-1})$$

$$R_{d1} = 316,19 \text{ Kn} > F_u = 128,54 \text{ Kn} \therefore \text{VERIFICA}$$

### Fluencia en la sección neta

$$R_{d2} = 0,75 * A_e * F_u = 0,75 * 13,45 \text{ cm}^2 * 370 \text{ Mpa} * (10^{-1})$$

$$373,23 \text{ Kn} > 128,54 \text{ Kn} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Por lo tanto la resistencia de diseño será  $R_{d1} = 316,19 \text{ Kn}$

## 8.5. FUNDACIONES

La fundación de la estructura del proyecto ejecutivo se realiza, como se indicó más adelante, por zapatas aisladas y combinadas a una cota -2 m desde el nivel de terreno natural. Se decide realizar la zapata de fundación a esta cota ya se trata de una estructura liviana y por ende el suelo posee menos capacidad portante, pero existen varias razones que justifican esta decisión, tanto de índole técnica como económica.

A continuación se presenta el cálculo de la base de la columna central del pórtico más desfavorable. Se anexan cálculos de bases restantes.



### 8.5.1 DIMENSIONADO

Como punto de partida es necesario determinar la superficie requerida a partir de la presión de contacto existente con el suelo y la que éste admite. Los estados de carga de servicio (D+L+W) se utilizan para dimensionar la superficie de contacto entre la base y el suelo, debido a que la resistencia del suelo se cuantifica mediante tensiones admisibles y no últimas.

$$A_{req} = \frac{\alpha (D + L)}{\sigma_{adm}}$$

$\alpha$ : Es un coeficiente de mayoración que intenta contemplar el peso propio de la base y el peso del suelo de tapada. Adoptamos  $\alpha=1.1$

A fin de poder adoptar la hipótesis de tensiones en el suelo de contacto con variación lineal, debe cumplirse que las bases posean un mínimo de rigidez, que se considera cuando se cumple la siguiente condición:

$$H > \frac{Lv}{2} \text{ VERIFICA}$$

$$0.45m > 0.15m \text{ VERIFICA}$$

Datos:

$$Tu (Kn) = 128,54$$

$$Vu (Kn) = 36$$

Adoptamos una dimensión de 1,40 m para a1 y 1,20 para a2, con una altura h=0,45 m según dimensión del Tronco de columna.

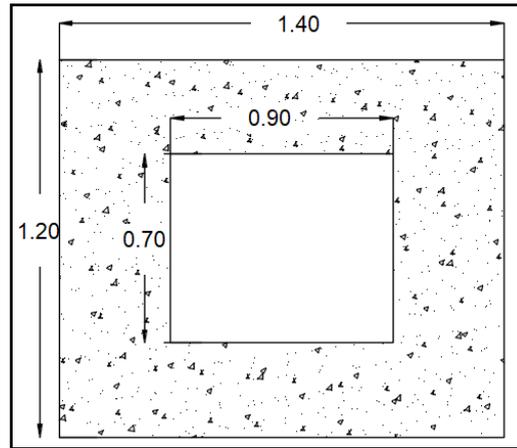


Figura 281. Dimensión de bases. Fuente: Propia.

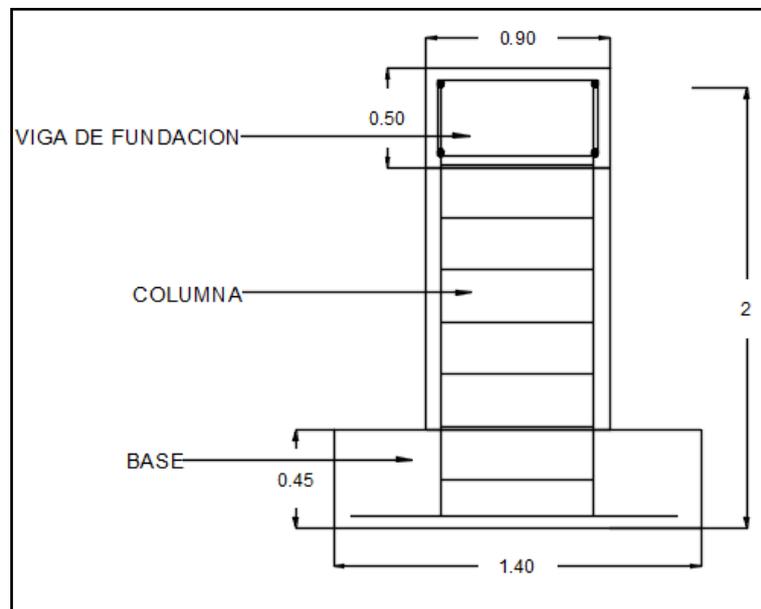


Figura 282. Dimensión de fundación. Fuente: Propia.

### Verificación al arrancamiento

En base a las dimensiones ilustradas en la figura anterior, se procede a realizar la verificación.

$$V_{H^{\circ}A^{\circ}} = V_{base} + V_{VF} + V_{col}$$

$$V_{H^{\circ}A^{\circ}} = 0,76 \text{ m}^2 + 4,10 \text{ m}^2 + 0,63 \text{ m}^2 = 4,85 \text{ m}^3$$

$$D_{H^{\circ}A^{\circ}} = 25 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} * 4,85 \text{ m}^3 = 121,28 \text{ Kn}$$



$$V_S = (1,40m * 1,20m * 1,50m) + (0,50m * 0,70m * 8,91m) - 4,85m^3 = 2 m^3$$

$$D_S = 17 \frac{Kn}{m^3} * 2m^3 = 33,92 Kn$$

Luego, comparando con  $T_u$  (128,54 Kn):

$$155,19 Kn > T_u \rightarrow \mathbf{VERIFICA}$$

#### Verificación tension admisible

Se debe verificar la tensión del terreno teniendo en cuenta que la admisible es  $\sigma_{adm} = 200kN/m^2$ .

El viento al ser siempre favorable no se considera. Se suma el peso propio de la fundación y del suelo.

$$\sigma = \frac{(D + L) + Ng + Nt}{a_1 * a_2} = 131,24 \frac{Kn}{m^2}$$

$$130,32 \frac{Kn}{m^2} < 200 \frac{Kn}{m^2} \rightarrow \mathbf{VERIFICA}$$

#### Corte

Corte en una dirección: Los esfuerzos se determinan a una distancia “d” (altura útil de la base) desde el filo de la columna. Se verifica:

$$V_u \leq \phi V_c$$

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{f'_c} * B * d$$

En base a las ecuaciones anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

$$V_c = \frac{1}{6} * \sqrt{25MPa} * 1,40m * (0,45m - 0,05m) = 466,67 Kn$$

$$36 Kn \leq 0,75 * 466,67 Kn = 350 Kn \rightarrow \mathbf{VERIFICA}$$

De igual forma se calcula el corte en la dirección y, siendo:

$$36 Kn \leq 0,75 * 400 Kn = 300 Kn \rightarrow \mathbf{VERIFICA}$$



Corte en dos direcciones: Para evitar fenómenos de punzonado el CIRSOC 201/05 establece que el esfuerzo  $V_c$  debe cumplir.

$$V_c \leq \begin{cases} \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) * \frac{\sqrt{f_c' \text{MPa} * b_0 * d}}{6} & (1) \\ \left(\frac{\alpha_s * d}{b_0} + 2\right) * \frac{\sqrt{f_c' \text{MPa} * b_0 * d}}{12} & (2) \\ \frac{\sqrt{f_c' \text{MPa} * b_0 * d}}{3} & (3) \end{cases}$$

Las primeras expresiones poseen validez si  $\beta_c > 2$ , y la última si  $\beta_c \leq 2$ . Como  $\beta_c \leq 2$ ; se utiliza la última ecuación para verificar.

Ambos lados de la zapata:

$$b_o = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_o = 2 * (0,90m + 0,70m) + 4 * 0,40m = 4,8m$$

$$400 \text{ Kn} \leq 2.800 \text{ Kn} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

#### Verificación al aplastamiento

$$\phi * P_n = 0,85 * \phi * f_c * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 * 0,85 * \phi * f_c * A_1$$

Siendo:

$$\phi = 0,65$$

$$A_1 = \text{Area de la columna cargada (0,63 m}^2\text{)}$$

$$A_2 = \text{Area de base inferior de la mayor piramide (1,68 m}^2\text{)}$$

$$\text{Si } \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 1,63 > 2; \text{ se toma el menor valor}$$

$$\phi * P_n = 83,55 \text{ Kn}$$

$$83,55 \text{ Kn} \leq 2 * 0,85 * 0,65 * 25 \text{MPa} * 0,63 \text{m}^2 = 26.7750 \text{ Kn} \rightarrow \text{VERIFICA}$$



### Diseño a flexión

Dado que la tensión está muy por debajo de crítica y que la zapata es muy rígida, se coloca armadura de flexión mínima.

Según el artículo 7.12 del CIRSOC 201-05, la cuantía mínima para fundación es con  $f_y \leq 420\text{Mpa}$  es 0,0018. Por lo tanto:

$$A_s \geq 0,0018 * b * h = 0,0018 * 45\text{cm} * 120\text{cm} = 9,72 \text{ cm}^2$$

La separación debe cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d = 2,5 * 39 = 85,5\text{cm} \\ 25 * 1,6\text{m} = 40\text{cm} \\ 30\text{cm} \end{cases}$$

**Por lo tanto, se adoptan 6Ø16 c/20 cm.**

De igual forma se calcula la armadura en dirección 7, adoptando **7Ø16 c/20 cm.**

### 8.5.2 DIMENSIONADO DE TRONCO DE COLUMNA

Datos:

$$f'_c = 25\text{MPa}$$

$$\text{Acero} = 420\text{Mpa}$$

$$P_u = 128,54 \text{ Kn}$$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\phi} = 197,75 \text{ Kn}$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

$$197,75 \text{ Kn} = 0,8 * A_g * \left( 0,85 * 2,5 \frac{\text{Kn}}{\text{cm}^2} * (1 - 0,0018) + 42 \frac{\text{Kn}}{\text{cm}^2} * 0,0018 \right)$$

$$A_g = 112,53 \text{ cm}^2$$

Adoptamos 90cm x 70cm con  $A_g = 6.300 \text{ cm}^2$

$$A_{st} = \rho_{min} * A_g = 0,018 * 6.300 \text{ cm}^2 = 11,34 \text{ cm}^2$$



**Por lo tanto, se adoptan 6Ø16 y un diámetro de estribo  $d_{be}=8\text{ mm}$ .**

La separación de los estribos:  $S=12*d_{be}=12*1,6\text{ cm}=19,2\text{ cm}$

Adoptamos estribos Ø8 cada 19 cm.

### 8.5.3 VIGA DE FUNDACIÓN

Para la viga de fundación se propone una dimensión de 0,50m x 0,70 m, en función del tronco de columna. Se obtiene la armadura según la cuantía mínima de 0,0018.

$$A_{st} = \rho_{min} * A_g = 0,018 * 4500\text{ cm}^2 = 8,10\text{ cm}^2$$

**Por lo tanto, se adoptan 6Ø16 superior e inferior; y un diámetro de estribo  $d_{be}=8\text{ mm}$ .**

Según el artículo 7.6.1 del CIRSOC 301-2005, la separación mínima entre estribos debe cumplir:

$$S \geq \begin{cases} db = 8\text{ mm} \\ 25\text{ mm} \\ 1,33\text{ tamaño max nominal del agregado grueso} \end{cases}$$

Por lo que se adopta una separación de 19cm.

## 8.6. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 8.6.1 TRABAJOS PRELIMINARES

### 8.6.2 LIMPIEZA DEL TERRENO

Antes de iniciarse la construcción se deberá retirar la capa vegetal de un espesor de 15 cm, y luego desmontar hasta llegar al nivel necesario para la ejecución de los trabajos. Se erradicarán los árboles existentes que interfieran con las construcciones y que se encuentren dentro del terreno ocupado más 3 m a cada lado del mismo.

El material extraído será transportado a los vaciaderos autorizados por la Municipalidad, tarea a cargo y costa del contratista.



### 8.6.3 OBRADOR

En el Obrador se instalarán oficinas, depósitos, talleres, comedor, vestuarios, pañol y demás dependencias, para obreros y empleados de la contratista.

Queda entendido que el costo del tendido, remoción y/o desplazamiento de las instalaciones para servicio de obrador y el obrador mismo, está incluido en los precios unitarios y totales de los trabajos y a exclusivo cargo de la contratista.

Antes de la recepción provisional de Obra, el obrador será desmontado y retirado por la contratista a su exclusivo cargo.

La unidad de medida con la que se cuantificará este ítem es m<sup>2</sup> (metro cuadrado).

### 8.6.4 CARTEL DE OBRA

Se proveerán y colocarán dos (2) carteles de obra de dimensiones adecuadas, según diseño a suministrar por la dirección de obra. Incluyen además la estructura metálica de sostén, la chapa de base y el ploteo completo de cada cartel.

Su colocación deberá garantizar la seguridad de las personas que transiten o se encuentren cercanas a su emplazamiento, el que deberá efectuarse en el lugar que indique la inspección.

### 8.6.5 PROCEDIMIENTOS Y COMPLIMENTOS

#### 8.6.6 NIVELACIÓN Y REPLANTEO

El replanteo lo efectuará la contratista y será verificado por la dirección de obra, antes de dar comienzo a los trabajos. A partir de los puntos fijos que se determinan más adelante, se fijarán los perímetros, niveles y ejes de referencia de la obra, según planos generales.

La unidad de medida con la que se cuantificará este ítem es m<sup>2</sup> (metro cuadrado).

#### 8.6.7 CERCO DE OBRA

El contratista deberá ejecutar, de acuerdo con las instrucciones de la inspección, un vallado perimetral a la obra que impida el acceso de personas ajenas a la misma y con las medidas de seguridad necesarias a fin de evitar accidentes.



Podrán ser liberadas las áreas en que los trabajos hayan quedado totalmente terminados, al solo criterio de la Inspección. Se deberán señalar claramente los sectores de ingresos y egresos peatonales, vehiculares y materiales, así como letreros de precaución que sean necesarios de modo de evitar accidentes, daños y asegurar el normal desarrollo de las actividades.

Se deberá tomar los recaudos necesarios para garantizar su estabilidad y resistencia a vientos.

#### 8.6.8 MOVIMIENTO DE SUELO

La excavación se efectuará con lo que se determina en los planos respectivos o por lo que disponga la dirección de obra para las fundaciones u otras tareas que requieran excavación. La contratista apuntalará cualquier parte del terreno que por las condiciones o la calidad de las tierras a excavar haga presumir un posible desprendimiento, quedando a su cargo todos los perjuicios de cualquier naturaleza que se ocasionen si ello se produjera.

Las excavaciones en general se efectuarán en forma manual o mecánica.

A fin de alcanzar las cotas establecidas en la documentación de obra se realizarán los rellenos necesarios con suelo seleccionado y compactado.

El relleno se hará en capas sucesivas de espesor no mayor a 15 cm. cuya densificación se realizará por medio de equipos adecuados, hasta lograr una densidad mínima del 95% del ensayo Proctor modificado. En caso contrario se deberá escarificar y recompactar hasta lograr las densidades y humedades exigidas.

#### 8.6.9 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Las fundaciones serán bases aisladas y combinadas; ejecutadas en hormigón armado H-25 y Acero ADN 420. Las mismas responderán a las especificaciones determinadas por el cálculo y tendrán las medidas y armaduras que se indique según los planos correspondientes. En todo momento se deberá respetar las disposiciones previstas en el Capítulo 15 de la Norma CIRSOC 201-2005 para Zapatas.

- Hormigón elaborado



Para elaboración, transporte y colocación del hormigón debe disponerse de los equipos necesarios para una adecuada ejecución de los trabajos y de esta manera obtener hormigones de resistencia uniforme y cumplir con todas las especificaciones (normas IRAM 1666). No podrán utilizarse equipos, tuberías ni accesorios de aluminio, magnesio o sus aleaciones. Los equipos deben ser inspeccionados periódicamente y mantenidos permanentemente en buenas condiciones de funcionamiento.

Todos los materiales componentes de la estructura deberán cumplir las condiciones establecidas en estas especificaciones y en el capítulo del CIRSOC 201-2005 respectivo. Antes de ser utilizados, todos los materiales deberán contar con la aprobación de la dirección de obra.

- Transporte

El hormigón será transportado desde las hormigoneras hasta los encofrados lo más rápidamente posible, empleando métodos que impidan la segregación o pérdida de componentes.

Los métodos a utilizar deberán cumplir lo establecido en el Artículo 9.3.3 del CIRSOC 201 y estarán sujetos a la aprobación previa de la dirección de obra.

- Colocación

La contratista deberá proveer aquellos equipos y emplear solamente aquellas disposiciones de los equipos y los métodos que reduzcan la segregación de los áridos gruesos del hormigón a un mínimo. El equipo deberá ser capaz de manipular o colocar con facilidad un hormigón con el asentamiento mínimo compatible con la buena calidad y mano de obra.

- Compactación y vibrado

El hormigón deberá colocarse en los moldes de modo que se obtenga el más perfecto llenado de los mismos. Para asegurar la máxima densidad posible, sin producir su segregación, el hormigón será compactado por vibración mecánica de alta frecuencia.



La aplicación de vibradores, no deberá afectar la correcta posición de las armaduras dentro de la masa del hormigón, y tratará de evitarse, el contacto con los encofrados.

Los vibradores serán de accionamiento eléctrico, electromagnético, mecánico o neumático, del tipo de inmersión.

- Protección y curado

Todo hormigón deberá ser sometido a un proceso de curado continuado desde la terminación de su colocación hasta un período no inferior a 7 (siete) días. Cuando el hormigón contenga cemento de alta resistencia inicial, dicho período mínimo será de 3 (tres) días según el Artículo 10.4.2 del CIRSOC 201.

Los métodos a emplear deberán ser capaces de evitar pérdida de humedad del hormigón durante dicho período. En general el curado del hormigón se practicará manteniendo la superficie húmeda con materiales saturados de agua, por rociado mediante sistemas de cañerías perforadas, con rociadores mecánicos, con mangueras porosas o cualquier otro método aprobado por la dirección de obra, cuidando de no lavarse la superficie.

No se permitirá en ninguna circunstancia la exposición del hormigón colocado a congelamientos y descongelamientos alternativos durante el período de curado.

Durante el tiempo frío, la contratista deberá tomar las medidas necesarias para curar el hormigón en forma adecuada, sujetas a la aprobación previa de la dirección de obra.

Para la protección del hormigón se deberá respetar lo establecido en el Artículo 10.4.1 del CIR-SOC 201.

Si en el lugar de emplazamiento de la obra existiesen aguas, líquidos o suelos agresivos para el hormigón, se los mantendrá fuera de contacto con el mismo, por lo menos durante todo el período de colocación, protección y curado.



- Encofrados

Los encofrados podrán ser de madera, plástico o metálicos. El contratista deberá presentar con anticipación (mínimo de 15 días) a su uso en obra, un cálculo y detalles de los encofrados a utilizar.

- Armaduras

Para las barras de acero serán de aplicación las normas correspondientes del Artículo 6.7. del CIRSOC 201. En las estructuras se utilizarán aceros del tipo establecido en las Especificaciones Técnicas Particulares y/o en la documentación técnica del proyecto.

Si se desea acopiar armaduras previamente a su empleo, éstas deberán tener suficiente resistencia y rigidez como para ser apiladas sin sufrir deformaciones que luego no permitan ser colocadas en su correcta posición en los moldes.

Las barras podrán ser almacenadas a la intemperie, siempre y cuando el material se coloque cuidadosamente sobre travesaños de madera para impedir su contacto con el suelo.

La contratista deberá tener un acopio adecuado bajo cubierta para el acero que deba ser usado en la época de las heladas.

Las barras de armadura se cortarán y doblarán ajustándose expresamente a las formas y dimensiones indicadas en los planos y otros documentos del proyecto.

Previamente a la colocación de las armaduras se limpiará cuidadosamente el encofrado; las barras deberán estar limpias, rectas y libres de óxido.

#### 8.6.10 ESTRUCTURA METÁLICA

La contratista tendrá a su cargo la provisión y montaje de todos los elementos metálicos necesarios para la construcción de las estructuras resistentes, los que deberán ejecutarse en base a los planos generales y de detalle y al cálculo estático y a toda otra documentación que sea entregada a la contratista por la dirección de obra durante el transcurso de los trabajos en obra.



En todos los aspectos atinentes a la construcción de las estructuras metálicas, preparación de los elementos estructurales, recepción y ensayos de materiales, confección de uniones, montaje, protección contra la corrosión y el fuego, controles de calidad, conservación de los medios de unión, estados de los apoyos, etc., como así también todo lo relativo al proyecto, cargas, acciones, cálculo de sollicitaciones y dimensionamiento de las estructuras metálicas, y en tanto no contradiga a este Pliego, serán de aplicación en primer término, los reglamentos, recomendaciones y disposiciones del CIRSOC.

- Materiales

El acero que se emplee en la construcción de las estructuras metálicas será "acero comercial" de calidad F24 o superior. Los laminados planos serán de calidad F24 o superior.

Los bulones de anclaje serán como mínimo de calidad F20. Los bulones serán de calidad 4,6 o superior según IRAM 5214. Todos los materiales deberán contar con el certificado de calidad expedido por el fabricante. No obstante, la Dirección e Inspección Técnica de Obra se reserva el derecho de exigir los ensayos que crea conveniente a cada partida de materiales.

Todos los perfiles y chapas a utilizar serán nuevos, sin oxidación, de primera calidad y no deberán presentar grietas o escamaduras que demuestren deficiente fusión. Todos los perfiles y chapas a utilizar serán nuevos no permitiéndose la reutilización de materiales.

Las tuercas deberán cumplir con las condiciones de calidad exigidas para los bulones según Normas IRAM -Capítulo 2 -CIRSOC 301 -como así también en lo referente a su forma hexagonal y tratamiento galvánico. Las tuercas serán además del tipo autoblocante aprobado. Si ello no fuera posible, los filetes de rosca del bulón estarán inclinados hacia arriba para evitar el retroceso de la tuerca.

Los electrodos que se empleen en las soldaduras dependerán de las condiciones y clasificación del uso, debiendo cumplir las normas al respecto tanto para los de soldadura de acero liviano como los de soldadura de arco de hierro y acero.



- Fabricación

La fabricación de todos los elementos constitutivos de la estructura metálica se hará de acuerdo a los planos aprobados de proyecto y a los planos de construcción o de taller, respetándose todas las indicaciones contenidas en ellos.

Si durante la ejecución se hicieran necesarios algunos cambios en relación a los mismos, éstos habrán de consultarse con la dirección de obra que dará o no su consentimiento a tales cambios.

- Uniones

Las uniones de taller podrán ser soldadas o abulonadas. Las uniones soldadas en obra deben evitarse, pudiendo materializarse solo excepcionalmente y con la aprobación escrita de la dirección de obra.

No se permitirán uniones unilaterales a no ser que estén específicamente indicadas en los planos de proyectos y aprobadas por la dirección de obra.

Uniones soldadas: Se utilizarán electrodos celulósicos marca CONARCO 6011 o de similar calidad, sujetos a la aprobación de la Dirección e Inspección Técnica de Obra, quien podrá ordenar los ensayos adecuados para comprobar su aptitud.

Salvo especificaciones en contrario, las uniones soldadas se ajustarán a las siguientes normas:

- DIN 1910, Procedimientos de soldadura
- DIN 1912, Soldadura por fusión, soldadura por empalme.
- DIN 17100, Ensayos sobre soldaduras

Los cordones de soldadura deberán ser bien terminados y no producir alteraciones visibles en el material soldado. Se entregarán perfectamente libres de escoria. En caso de realizarse soldaduras en obra se deberá tener especial cuidado en su cepillado posterior, eliminando restos de escoria de electrodo y posterior pintado con dos manos de



antióxido. La pintura en áreas adyacentes a la zona de soldar se retirará a una distancia de 2,5 cm a cada lado de la unión.

Uniones abulonadas: Las uniones tendrán como mínimo dos bulones (Capítulo 8.8.3. -CIRSOC 301), y en todo lo atinente a este tema será de aplicación obligatoria lo expresado en el Capítulo 10.3 CIRSOC 301.

En general se deberán taladrar los agujeros, pudiendo punzonar los mismos únicamente cuando el espesor del material no exceda de 10 mm siempre y cuando dicho espesor alcance a lo máximo  $2/3$  del diámetro del agujero, Capítulo 10.3.1 -CIRSOC 301.

Las rebabas formadas en los agujeros han de eliminarse antes de montar y abulonar las piezas.

Los agujeros que se corresponden tienen que coincidir bien entre sí. En caso de posibles desplazamientos hay que escariar el paso de los bulones, pero no mandrilarlo.

En el caso de bulones resistentes no debe introducirse la rosca dentro del material a unir, para esto los bulones deberán cumplir con lo especificado en el Capítulo 8.8.1 -CIRSOC 301 y llevar una arandela plana de 8 mm de espesor.

Cuando se trate de uniones antideslizantes con tornillos de alta resistencia, será de aplicación obligatoria lo indicado en el Capítulo 10.3.9.1 -CIRSOC 301 para el tratamiento de las superficies a unir. Para el apretado de tuercas se seguirán los procedimientos indicados en el Capítulo 10.3.5 -CIRSOC 301.

- Barras roscadas

Para los tensores, tillas, anclajes y barras roscadas en general se utilizará acero de calidad 4,6 según DIN 267 o un acero de superiores características mecánicas.

Las partes roscadas de las barras serán galvanizadas en caliente.

- Bulones

Los bulones de montaje para uniones (excepto los de alta resistencia) que deban quedar expuestos a la intemperie llevarán un tratamiento de galvanizado. La contratista



deberá adoptar precauciones especiales para que en todo bulón se cumpla lo indicado en el Capítulo 10.3.9.2. -CIR-SOC 103.

- Tuercas

Deberán cumplir con las condiciones de calidad exigidas para los bulones según normas IRAM - cap. 2 - CIRSOC 301- como así también en lo referente a su forma hexagonal y tratamiento galvánico. Las tuercas serán además del tipo autoblocante aprobado. Si ello no fuera posible, los filetes de rosca del bulón estarán inclinados hacia arriba para evitar el retroceso de la tuerca.

- Anclajes

**Tuerca y contratuerca:** Deberán cumplir con las condiciones de calidad exigidas para los bulones según normas IRAM - cap. 2 - CIRSOC 301- como así también en lo referente a su forma hexagonal y tratamiento galvánico.

Se establece el uso de contratuercas a modo de que la placa de anclaje evite problemas referentes a las vibraciones. Las mismas se utilizarán de acuerdo al bulón seleccionado en el reglamento CIRSOC 301.

**Hormigón de nivelación:** Se implementará para la unión de la plancha con la fundación un tipo de cemento expansivo (grout) a fin de unificar dichos elementos y generar que trabajen en conjunto. El mismo debe cumplir con la normativa IRAM 1715.

**Varilla, perno o gancho de anclaje:** El agujero debe realizarse mediante una broca de metal duro y un martillo electroneumático de tamaños adecuados especificados en los planos de uniones. Antes de efectuar el agujero de taladrado se puede determinar el emplazamiento del refuerzo con aparatos localizadores de hierro.

La profundidad del mismo se obtendrá por cada anclaje de los datos de colocación que figuran en los planos.

Se debe limpiar cuidadosamente el agujero taladrado eliminando el polvillo.



Se determinó en el plano la utilización de varillas de acero de alta resistencia roscadas en su extremo, en forma de “J”, en cada caso se debe verificar las dimensiones de estos.

Deben cuidarse las distancias adecuadas a los bordes libres de concreto, y que no se confundan con las distancias a los bordes de las planchas de acero.

Vigilar que no se cometan errores en las dimensiones o perforaciones en el concreto, y que la penetración de este sea completa y sin desviaciones. Que las tuercas apretadas tengan los hilos establecidos, y que las resinas adherentes, si es necesario, no queden expuestas a altas temperaturas en posibles soldaduras.

Verificar la ubicación del grupo de varillas antes de fijarlo a los encofrados de los cimientos, después de que se hayan fijado las plantillas y justo después de que se haya colado el concreto.

#### - Pintura

El pintado de las estructuras deberá ejecutarse cuando las superficies de éstas estén completamente secas, no debiéndose pintar en días cuya humedad relativa ambiente sea superior a 85% o cuya temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 50°C.

Las condiciones del ambiente de pintado deben cumplir con ausencia de polvos y/o gases corrosivos. En todo lo atinente a este tema será además la aplicación obligatoria todo lo que al respecto indica el Capítulo 10.5.1.2. -CIRSOC 301.

Después de efectuada la limpieza en el taller, la contratista aplicará a todas las superficies de la estructura dos (2) manos de pintura anticorrosiva de fondo (sintético de se-cado al aire) a base de cromato de zinc según Norma IRAM 1182. Su aplicación será de pincel y ambas manos deberán ser de distinto color para poder diferenciarlas. A tal efecto podrá incorporarse a la segunda mano un pequeño porcentaje de negro de humo (0,5%) permitiendo así su diferenciación con la anterior.

La aplicación de la pintura anticorrosiva deberá hacerse efectiva después de la limpieza, pero antes de que existan nuevas señas de oxidación (sobre todo si la limpieza es por medio de arenado).



- Control de calidad

Inspección y aceptación: Los materiales, la fabricación y el montaje de todas las partes constitutivas de las estructuras metálicas objeto de este Pliego estarán sujetos a la inspección por parte de la dirección de obra en cualquier momento del avance de los trabajos, ya sea en taller o en obra.

En caso de comprobarse la utilización de materiales no aprobados, se le exigirá a la contratista la inmediata remoción de los mismos y la re-ejecución del trabajo realizado por su exclusiva cuenta y cargo, no teniendo derecho a reclamo alguno por este concepto.

Las propiedades físico-mecánicas de los aceros serán debidamente garantizadas por la contratista mediante certificado de calidad expedido por el fabricante, el que será presentado a la dirección de obra para su aprobación.

A tal efecto la contratista deberá efectuar todos los ensayos necesarios, y a su costo, para asegurar que la calidad de los materiales a utilizar cumple con la anteriormente especificada. Con la suficiente antelación deberá proponer a la dirección de obra el programa de dichos ensayos. La dirección de obra no autorizará la utilización de materiales en las estructuras de los que no haya sido presentado el correspondiente certificado de calidad.

## 8.7. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

En todo el proceso del proyecto ejecutivo nos hemos basado en el análisis de un solo pórtico, el más solicitado, de la misma manera se analiza el cómputo y presupuesto.

Nos basamos en el estudio completo de una sola pieza y luego multiplicaremos por la cantidad total que compone el depósito para obtener así un monto aproximado total.

Los rubros que vinculan toda la estructura han sido computados de manera general, debido a que estos no se tienen que multiplicar por la cantidad de pórticos, estos rubros son los siguientes: Obras Preliminares, Excavaciones, Vigas de Fundación y Vigas Laterales.



PRESUPUESTO TOTAL DEPOSITO						
Nº ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD PARA 1 portico	CANTIDAD TOTAL porticos	Precio Unitario	Precio Total
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
1.1	Limpieza del terreno, Nivelación, Cartel de obra, Replanteo, Vallado, etc.	Gl		1,00	\$ 36.195,19	\$ 36.195,19
<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES</b>					
2-1	Excavación para zapatas	m3		30,42	\$ 7.372,57	\$ 224.273,58
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA DE Hª</b>					
3-1	Zapatas tipo 1	u	2,00	18,00	\$ 36.946,03	\$ 665.028,54
3-2	Zapatas tipo 2	u	1,00	9,00	\$ 38.237,70	\$ 344.139,30
3-3	Tronco de columnas tipo 1	u	2,00	18,00	\$ 49.007,02	\$ 882.126,36
3-4	Tronco de columnas tipo 2	u	1,00	9,00	\$ 28.001,90	\$ 252.017,10
3-5	Vigas de Fundación tipo 1	u		1,00	\$ 1.528.922,01	\$ 1.528.922,01
3-6	Vigas de Fundación tipo 2	u		2,00	\$ 1.339.767,88	\$ 2.679.535,76
3-7	Vigas de Fundación tipo 3	u		2,00	\$ 525.372,20	\$ 1.050.744,40
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>					
4-1	Cabrida reticulada	u	1,00	9,00	\$ 2.400.004,11	\$ 21.600.036,99
4-2	Vigas laterales	u		2,00	\$ 124.111,69	\$ 248.223,38
4-3	Correas metalicas	u		42,00	\$ 1.754.687,16	\$ 73.696.860,72
4-4	Columnas intermedias	u	1,00	9,00	\$ 503.024,34	\$ 4.527.219,06
4-5	Columnas laterales	u	2,00	18,00	\$ 457.440,13	\$ 8.233.922,34
4-6	Uniones	u	5,00	45,00	\$ 994.832,37	\$ 44.767.456,65
4-7	Placas de anclaje	u	3,00	27,00	\$ 19.656,21	\$ 530.717,67
4-8	Carteles Rigidizadoras	u		9,00	\$ 13.322,70	\$ 119.904,30
4-9	Cruces San Andrés	u	1,00	40,00	\$ 25.002,97	\$ 1.000.118,80
<b>5</b>	<b>LIMPIEZA DE OBRA</b>					
5.1	Limpieza periodica de obra	mes		8,00	\$ 19.746,43	\$ 157.971,44
5.2	Limpieza final de obra	m2		2416,00	\$ 740,49	\$ 1.789.023,84
					<b>MONTO TOTAL EN PESOS (\$)</b>	<b>\$ 164.334.437,43</b>
					<b>MONTO TOTAL EN DOLARES (USD\$)</b>	<b>\$ 1.005.103,59</b>
					<b>INC %</b>	<b>0,02%</b>
					<b>INC %</b>	<b>0,14%</b>
					<b>INC %</b>	<b>4,50%</b>
					<b>INC %</b>	<b>94,15%</b>

Tabla 114. Cómputo y Presupuesto Proyecto ejecutivo. Fuente: Propia.

El monto total en dólares ha sido cotizado al 02/11/2022 con un valor de dólar oficial de \$163,50.



### 8.7.1 FACTOR K

 <b>C.T.C</b> <small>Concepción del Uruguay</small>		
CALCULO DEL COEFICIENTE DE RESUMEN		
Se adoptan los siguientes porcentajes:		
COSTO NETO		1,0000 (1)
GASTOS GENERALES sobre (1)	26,70%	<u>0,2670</u>
SUBTOTAL		1,2670 (2)
BENEFICIOS sobre (2)	10,00%	<u>0,1267</u>
SUBTOTAL		1,3937 (3)
IVA sobre (3)	21,00%	0,2927
TOTAL COEF. RESUMEN		1,686
En consecuencia el Coeficiente Resumen a aplicar a todos los ítems será:		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           Coeficiente Resumen : 1,686         </div>		

Tabla 115. Factor K. Fuente: Propia.

### 8.7.2 ANÁLISIS DE PRECIOS

Para el armado del presupuesto se analizaron los ítems en particular de cada rubro a modo de poder discriminar los consumos y los gastos, tanto de los materiales a emplear, como de la mano de obra y de la maquinaria.

A continuación, se detalla el análisis de cada ítem.



CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS - CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>RUBRO:</b>	1	<b>DESCRIPCION:</b>	OBRAS PRELIMINARES
<b>ITEM:</b>	1.1	<b>DESCRIPCION:</b>	Limpieza del terreno, Nivelación, Cartel de obra, Replanteo, Vallado, etc.
<b>UNIDAD:</b>	GI		

A. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Ayudante p/HORA	HS	0,6	1.029,02	617,412
Oficial p/HORA	HS	0,6	1.236,00	741,600
Maquinista 2°categ x Hora	HS	0,6	1.521,20	912,720
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>2.271,732</b>

B. MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Cartel de Obra	GL	0,007	84.469,76	616,568
Vallado de obra	ml	6,000	2.588,41	15.530,460
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>16.147,028</b>

C. EQUIPOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Camion 5m3	dia	0,1	21.754,62	2.175,462
Cargadora frontal amortización	hs	0,050	898,50	44,925
Cargadora frontal Combustible y lubricantes	hs	0,050	1.827,91	91,396
Cargadora frontal reparaciones y repuestos	hs	0,050	898,50	44,925
Retro JCB 3C plus amortización	hs	0,1	2.113,38	211,338
Retro JCB 3C plus combustibles y lubricantes	hs	0,1	2.699,42	269,942
Retro JCB plus reparaciones y repuestos	hs	0,1	2.113,38	211,338
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>3.049,325</b>

<b>Costo directo unitario</b>	21.468,085
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>36.195,190</b>

<b>RUBRO:</b>	2	<b>DESCRIPCION:</b>	EXCAVACIONES
<b>ITEM:</b>	2-1	<b>DESCRIPCION:</b>	Excavación para zapatas
<b>UNIDAD:</b>	m3		

A. MANO DE OBRA

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Ayudante p/HORA	HS	0,0055	1.029,02	5,660
Maquinista 2°categ x Hora	HS	0,0666	1.521,20	101,312
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>106,972</b>

B. MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Broza	m3	1,3	2.867,60	3.727,881
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>3.727,881</b>

C. EQUIPOS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Camion 5m3	dia	0,0066	21.754,62	143,581
Retro JCB 3C plus amortización	hs	0,048	2.113,38	101,442
Retro JCB 3C plus combustibles y lubricantes	hs	0,048	2.699,42	129,572
Retro JCB 3C plus reparaciones y repuestos	hs	0,048	2.113,38	101,442
Rodillo compactador pata de cabra amortización	hs	0,012	1.548,12	18,577
Rodillo compactador pata de cabra combustibles y lubricantes	hs	0,012	2.064,16	24,770
Rodillo compactador pata de cabra reparaciones y repuestos	hs	0,012	1.548,12	18,577
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>537,962</b>

<b>Costo directo unitario</b>	4.372,814
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>7.372,570</b>



<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-1	<b>DESCRIPCION:</b>	Zapatas tipo 1
<b>UNIDAD:</b>	u		1,5mx1,1mx0,45m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,64	1.029,02	658,573
Oficial p/HORA	HS	0,64	1.236,00	791,040
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.449,613</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigon H25	m3	0,74	15.586,00	11.572,605
Barra Nervada ADN 420 16mm L=16m	barra	1,33	6.668,40	8.891,207
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>20.463,812</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>
<b>Costo directo unitario</b>				<b>21.913,424</b>
<b>Factor K</b>				<b>1,686</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>36.946,030</b>

<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-2	<b>DESCRIPCION:</b>	Zapatas tipo 2
<b>UNIDAD:</b>	u		1,4mx1,2mx0,45m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,64	1.029,02	658,573
Oficial p/HORA	HS	0,64	1.236,00	791,040
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.449,613</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigon H25	m3	0,76	15.586,00	11.783,016
Barra Nervada ADN 420 16mm L=17m	barra	1,42	6.668,40	9.446,907
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>21.229,923</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>
<b>Costo directo unitario</b>				<b>22.679,536</b>
<b>Factor K</b>				<b>1,686</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>38.237,700</b>

<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-3	<b>DESCRIPCION:</b>	Tronco de columna tipo 1
<b>UNIDAD:</b>	u		1,2mx0,8mx1m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,64	1029,02	658,5728
Oficial p/HORA	HS	0,64	1236	791,04
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.449,613</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigón H25	M3	0,96	15.586,00	14.962,560
Barra Nervada ADN 420 16mm L=20m	barra	1,67	6.668,40	11.114,008
Barra Nervada ADN 420 8mm L=21m	barra	1,75	880,49	1.540,852
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>27.617,421</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>
<b>Costo directo unitario</b>				<b>29.067,033</b>
<b>Factor K</b>				<b>1,686</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>49.007,020</b>



<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-4	<b>DESCRIPCION:</b>	Tronco de columna tipo 2
<b>UNIDAD:</b>	u		0,9mx0,7mx1m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,64	1029,02	658,5728
Oficial p/HORA	HS	0,64	1236	791,04
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.449,613</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigón H25	M3	0,63	15.586,00	9.819,180
Barra Nervada ADN 420 16mm L=7,8m	barra	0,65	6.668,40	4.334,463
Barra Nervada ADN 420 8mm L=13,7m	barra	1,14	880,49	1.005,223
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>15.158,866</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>
<b>Costo directo unitario</b>				<b>16.608,479</b>
<b>Factor K</b>				<b>1,686</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>28.001,900</b>

<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-5	<b>DESCRIPCION:</b>	Vigas de fundación tipo 1
<b>UNIDAD:</b>	u		0,90mx0,50m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,800	1.029,02	823,216
Oficial p/HORA	HS	0,800	1.236,00	988,800
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.812,016</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigón H25	M3	36,135	15.586,00	563.200,110
Barra Nervada ADN 420 16mm L= 481,2,m	barra	40,10	6.668,40	267.403,039
Barra Nervada ADN 420 8mm L= 1014,3 m	barra	84,52	880,49	74.418,767
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>905.021,916</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>
<b>Costo directo unitario</b>				<b>906.833,932</b>
<b>Factor K</b>				<b>1,686</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>1.528.922,010</b>



<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-6	<b>DESCRIPCION:</b>	Vigas de fundación tipo 2
<b>UNIDAD:</b>	u		0,50mx1,20m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,800	1.029,02	823,216
Oficial p/HORA	HS	0,800	1.236,00	988,800
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.812,016</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigon H25	M3	28,908	15.586,00	450.560,088
Barra Nervada ADN 420 16mm L= 482,8m	barra	40,17	6.668,40	267.847,599
Barra Nervada ADN 420 8mm L= 1014,3m	barra	84,525	880,49	74.423,170
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>792.830,857</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>

<b>Costo directo unitario</b>	794.642,873
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>1.339.767,880</b>

<b>RUBRO:</b>	3	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA DE H°A°
<b>ITEM:</b>	3-7	<b>DESCRIPCION:</b>	Vigas de fundación tipo 3
<b>UNIDAD:</b>	u		0,50mx1,20m

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	0,800	1.029,02	823,216
Oficial p/HORA	HS	0,800	1.236,00	988,800
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>1.812,016</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Hormigon H25	M3	10,872	15.586,00	169.450,992
Barra Nervada ADN 420 16mm L= 181,2m	barra	15,10	6.668,40	100.692,915
Barra Nervada ADN 420 8mm L= 540,42m	barra	45,035	880,49	39.652,735
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>309.796,642</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>

<b>Costo directo unitario</b>	311.608,658
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>525.372,200</b>



<b>RUBRO:</b>	4	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b>	4-1	<b>DESCRIPCION:</b>	Cabriada reticulada
<b>UNIDAD:</b>	u		101,6 x101,6 x12,7 - 88,9 x88,9 x 12,7

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	7	1.029,02	7.203,140
Oficial especializado p/HORA	HS	7	1.418,57	9.929,990
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>17.133,130</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Montantes y diagonales perfil angulo 88,9x88,9x12,7 (f-24) L=193,8m	barra	10,467	54.264,83	567.971,937
Cordon inferior y superior Perfil angulo 101,6 x101,6 x 12,7 (f-24) L=120m	barra	20	41.356,10	827.121,983
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	5	644,64	3.223,200
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	15,725	334,80	5.264,730
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>1.403.581,850</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	7	75,00	525,00
Equipo p/ montaje	hs	3	750,00	2.250,00
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>2.775,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	1.423.489,980
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>2.400.004,110</b>

<b>RUBRO:</b>	4	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b>	4-2	<b>DESCRIPCION:</b>	Vigas laterales
<b>UNIDAD:</b>	u		50,8x50,8x3,2-50,8x50,8x3,2

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	hs	7	1.029,02	7.203,140
Oficial especializado p/hora	hs	7	1.418,57	9.929,990
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>17.133,130</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Montantes y diagonales Perfil angulo 50,8 x 50,8 x 3,2 (f-24) L=28,6	barra	4,77	5.628,68	26.830,030
Cordon inferior y superior Perfil angulo 50,8 x 50,8 x3,2 L=19,6m	barra	3,27	5.628,68	18.387,014
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	5	644,64	3.223,200
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	15,725	334,80	5.264,730
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>53.704,974</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	7	75,00	525,00
Equipo p/ montaje	hs	3	750,00	2.250,00
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>2.775,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	73.613,104
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>124.111,690</b>



<b>RUBRO:</b>	4	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b>	4-3	<b>DESCRIPCION:</b>	Correas metalicas
<b>UNIDAD:</b>	u		Perfil CF 120x2,5 doble cajon soldado

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	1,5	1.029,02	1.543,530
Oficial especializado p/HORA	HS	1,5	1.418,57	2.127,855
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>3.671,385</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Perfil CF 275x4 doble cajon soldado L=80m	barra	6,6667	155.384,09	1.035.893,950
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	0,3	644,64	193,392
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	1,81	334,80	605,988
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>1.036.693,330</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	1	75,00	
Equipo p/ montaje	hs	0,5	750,00	375,000
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>375,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	1.040.739,715
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>1.754.687,160</b>

<b>RUBRO:</b>	4	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b>	4-4	<b>DESCRIPCION:</b>	Columnas intermedias
<b>UNIDAD:</b>	u		88,9 x88,9x6,4-88,9x88,9x6,4

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	7	1.029,02	7.203,140
Oficial especializado p/HORA	HS	7	1.418,57	9.929,990
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>17.133,130</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Diagonales y montantes Perfil angulo 88,9 x 88,9 x 6,4 L=24m	barra	4	37.347,22	149.388,893
Cordon Perfil angulo 88,9x88,9x6,4 L=20m	barra	3,333	37.347,22	124.490,744
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	4	644,64	2.578,560
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	5,936	334,80	1.987,373
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>278.445,569</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	7	75,00	525,000
Equipo p/ montaje	hs	3	750,00	2.250,000
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>2.775,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	298.353,699
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>503.024,340</b>



<b>RUBRO:</b> 4	<b>DESCRIPCION:</b> ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b> 4-5	<b>DESCRIPCION:</b> Columnas laterales
<b>UNIDAD:</b> u	88,9x88,9x6,4- 50,8x50,8x3,2

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	14	1.029,02	14.406,280
Oficial especializado p/HORA	HS	10	1.418,57	14.185,700
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>28.591,980</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Cordon Perfil angulo 88,9 x 88,9 x 6,4 (F-24) L=20m	barra	4,667	41.356,10	192.995,129
Diagonales y montantes Perfil Angulo 50,8 x 50,8 x 3,2 (F-24) L=29m	barra	6,767	5.628,68	38.087,386
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	5,6	644,64	3.609,984
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	8,3104	334,80	2.782,322
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>237.474,821</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	10	75,00	750,000
Equipo p/ montaje	hs	6	750,00	4.500,000
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>5.250,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	271.316,801
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>457.440,130</b>

<b>RUBRO:</b> 4	<b>DESCRIPCION:</b> ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b> 4-6	<b>DESCRIPCION:</b> Uniones
<b>UNIDAD:</b> u	

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	1,5	1.029,02	1.543,530
Oficial especializado p/HORA	HS	1	1.418,57	1.418,570
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>2.962,100</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
planchuela 152x6,4	barra	15,000	23.415,42	351.231,322
Bulones ISO 8.8 16mm	u	528	446,28	235.636,364
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>586.867,686</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina Soldadora	hs	3	75,00	225,000
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>225,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	590.054,786
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>994.832,370</b>



<b>RUBRO:</b>	4	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b>	4-7	<b>DESCRIPCION:</b>	Placas de anclaje
<b>UNIDAD:</b>	u		

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	1,5	1.029,02	1.543,530
Oficial especializado p/HORA	HS	1	1.418,57	1.418,570
			<b>Subtotal M.O.</b>	<b>2.962,100</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Planchuela Laminada 50,8x6,3mm L=0,70m	planchuela	0,117	5.014,19	584,989
Pernos D=20mm	u	6	240,00	1.440,000
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	10	644,64	6.446,400
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	11	334,80	8.471,389
			<b>Subtotal Mat.</b>	<b>16.942,778</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina Soldadora	hs	3	75,00	225,000
			<b>Subtotal Eq.</b>	<b>225,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	11.658,489
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>19.656,210</b>

<b>RUBRO:</b>	4	<b>DESCRIPCION:</b>	ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b>	4-8	<b>DESCRIPCION:</b>	Rigidizadores
<b>UNIDAD:</b>	u		Cruces San Andres

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	1,5	1.029,02	1.543,530
Oficial especializado p/HORA	HS	1	1.418,57	1.418,570
			<b>Subtotal M.O.</b>	<b>2.962,100</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Tubo estructural 12mm de diametro L=12m	barra	2	3.896,35	7.792,694
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	2	644,64	1.289,280
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	1,6	334,80	535,680
			<b>Subtotal Mat.</b>	<b>9.617,654</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	3	75,00	225,000
Equipo para montaje	hs	3	750,00	2.250,000
			<b>Subtotal Eq.</b>	<b>2.250,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	14.829,754
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>25.002,970</b>



<b>RUBRO:</b> 4	<b>DESCRIPCION:</b> ESTRUCTURA METALICA
<b>ITEM:</b> 4-9	<b>DESCRIPCION:</b> Rigidizadores
<b>UNIDAD:</b> u	<b>DESCRIPCION:</b> Cartelas

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	1,5	1.029,02	1.543,530
Oficial especializado p/HORA	HS	1	1.418,57	1.418,570
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>2.962,100</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Perfil angulo 88,9 x 88,9 x 6,4 (f-24) L=15,5	barra	2,583	334,80	864,900
Electrodos E 6013 punta azul x 2,50mm	kg	2	644,64	1.289,280
Esmalte convertidor de oxido triple acción	m2	1,6	334,80	535,680
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>2.689,860</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Maquina soldadora	hs	3	75,00	225,000
Equipo para montaje	hs	3	750,00	2.250,000
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>2.250,000</b>

<b>Costo directo unitario</b>	7.901,960
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>13.322,700</b>

<b>RUBRO:</b> 5	<b>DESCRIPCION:</b> LIMPIEZA DE OBRA
<b>ITEM:</b> 5-1	<b>DESCRIPCION:</b> Limpieza periodica de obra
<b>UNIDAD:</b> mes	

**A. MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
Ayudante p/HORA	HS	40	292,80	11.712,000
<b>Subtotal M.O.</b>				<b>11.712,000</b>

**B. MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Mat.</b>				<b>-</b>

**C. EQUIPOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PR. UNIT. ( \$ )	PRECIO TOTAL ( \$ )
<b>Subtotal Eq.</b>				<b>-</b>

<b>Costo directo unitario</b>	11.712,000
<b>Factor K</b>	1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>19.746,430</b>



<b>RUBRO:</b> 5	<b>DESCRIPCION:</b> LIMPIEZA DE OBRA			
<b>ITEM:</b> 5-2	<b>DESCRIPCION:</b> Limpieza final de obra			
<b>UNIDAD:</b> m2				
<b>A. MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PR. UNIT. ( \$ )</b>	<b>PRECIO TOTAL ( \$ )</b>
Ayudante p/HORA	HS	1,5	292,80	439,200
			Subtotal M.O.	439,200
<b>B. MATERIALES</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PR. UNIT. ( \$ )</b>	<b>PRECIO TOTAL ( \$ )</b>
			Subtotal Mat.	-
<b>C. EQUIPOS</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PR. UNIT. ( \$ )</b>	<b>PRECIO TOTAL ( \$ )</b>
			Subtotal Eq.	-
<b>Costo directo unitario</b>				439,200
<b>Factor K</b>				1,686
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>740,490</b>

Tabla 116- Análisis de precios, Proyecto ejecutivo. Fuente: Propia.

## 8.8. PLAN DE TRABAJO Y ANÁLISIS FINANCIERO

Debido a que armar un plan de trabajo requiere de cierta experiencia en obra y de composición de cuadrillas en forma y cantidad, hemos recurrido a la experiencia de las personas que nos acompañan a diario en nuestros trabajos actuales, los cuales están vinculados a nuestra futura vida profesional, como así también a la experiencia que vamos adquiriendo en el mismo ámbito observando cómo se llevan a cabo obras de este porte y características similares. De este modo, pudimos llegar a estimar como se podría planificar esta obra y así mismo darle un período acorde a obras de este tipo.



CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS - CONCEPCIÓN DEL URUGUAY												
PLAN DE TRABAJOS Y AVANCE DE OBRA en PORCENTAJES												
item	Descripción	IMPORTE	% incid	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	TOTAL
1	OBRAS PREELIMINARES	\$ 36.195,19	0,02%	50,00%	30,00%	20,00%						100,0000%
2	EXCAVACIONES	\$ 224.273,58	0,14%	10,00%	35,00%	30,00%	25,00%					100,0000%
3	ESTRUCTURA DE H'A*	\$ 7.402.513,47	4,50%			20,00%	30,00%	40,00%	10,00%			100,0000%
4	ESTRUCTURA METALICA	\$ 154.724.659,91	94,15%				5,00%	15,00%	30,00%	40,00%	10,00%	100,0000%
5	LIMPIEZA DE OBRA	\$ 1.946.995,28	1,18%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	30,00%	100,0000%
		\$ 164.334.437,43	100,00%									
<b>MESES</b>												
				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	
	Avance Físico			0,14%	0,17%	1,06%	6,21%	16,04%	28,81%	37,78%	9,77%	
	Avance Acumulado			0,14%	0,32%	1,38%	7,59%	23,64%	52,45%	90,23%	100,00%	

Tabla 117. Plan de trabajo, Proyecto ejecutivo. Fuente: Propia.

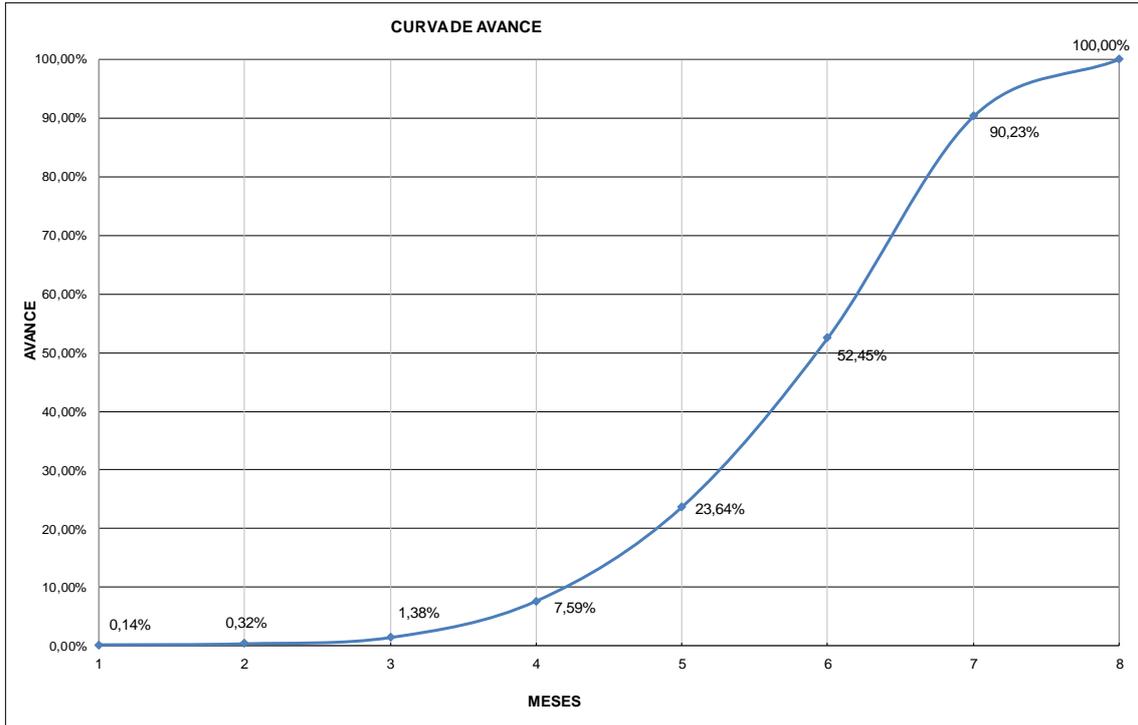


Gráfico 19. Curva de avance, Proyecto ejecutivo. Fuente: Propia.



PLAN DE TRABAJOS Y AVANCE DE OBRA en PESOS												
CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS - CONCEPCIÓN DEL URUGUAY												
Item	Descripción	IMPORTE	% incl	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	TOTAL
1	OBRA PRELIMINARES	\$ 36.195,19	0,02%	\$ 18.097,60	\$ 10.858,56	\$ 7.239,04	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 36.195,19
2	EXCAVACIONES	\$ 224.273,58	0,14%	\$ 22.427,36	\$ 78.495,75	\$ 67.282,07	\$ 56.088,39	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 224.273,58
3	ESTRUCTURA DE H/A*	\$ 7.402.513,47	4,50%	\$ -	\$ -	\$ 1.480.502,69	\$ 2.220.754,04	\$ 2.961.005,39	\$ 740.251,35	\$ -	\$ -	\$ 7.402.513,47
4	ESTRUCTURA METALICA	\$ 154.724.459,91	94,15%	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.736.223,00	\$ 23.208.688,99	\$ 46.417.337,97	\$ 61.889.783,96	\$ 15.472.445,99	\$ 154.724.459,91
5	LIMPIEZA DE OBRA	\$ 1.946.995,28	1,18%	\$ 194.699,53	\$ 194.699,53	\$ 194.699,53	\$ 194.699,53	\$ 194.699,53	\$ 194.699,53	\$ 194.699,53	\$ 594.099,59	\$ 1.946.995,28
		\$ 164.334.437,43	100,00%									

MESES												
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8				
MENSUAL	\$ 235.224,48	\$ 294.053,84	\$ 1.740.723,33	\$ 10.207.744,96	\$ 26.394.373,90	\$ 47.352.288,85	\$ 62.084.483,49	\$ 16.056.544,58				
ACUMULADO	\$ 235.224,48	\$ 519.278,32	\$ 2.289.001,65	\$ 12.476.746,61	\$ 38.841.120,51	\$ 86.193.409,36	\$ 148.277.892,85	\$ 164.334.437,43				

Tabla 118. Plan de trabajos \$, Proyecto ejecutivo. Fuente: Propia.

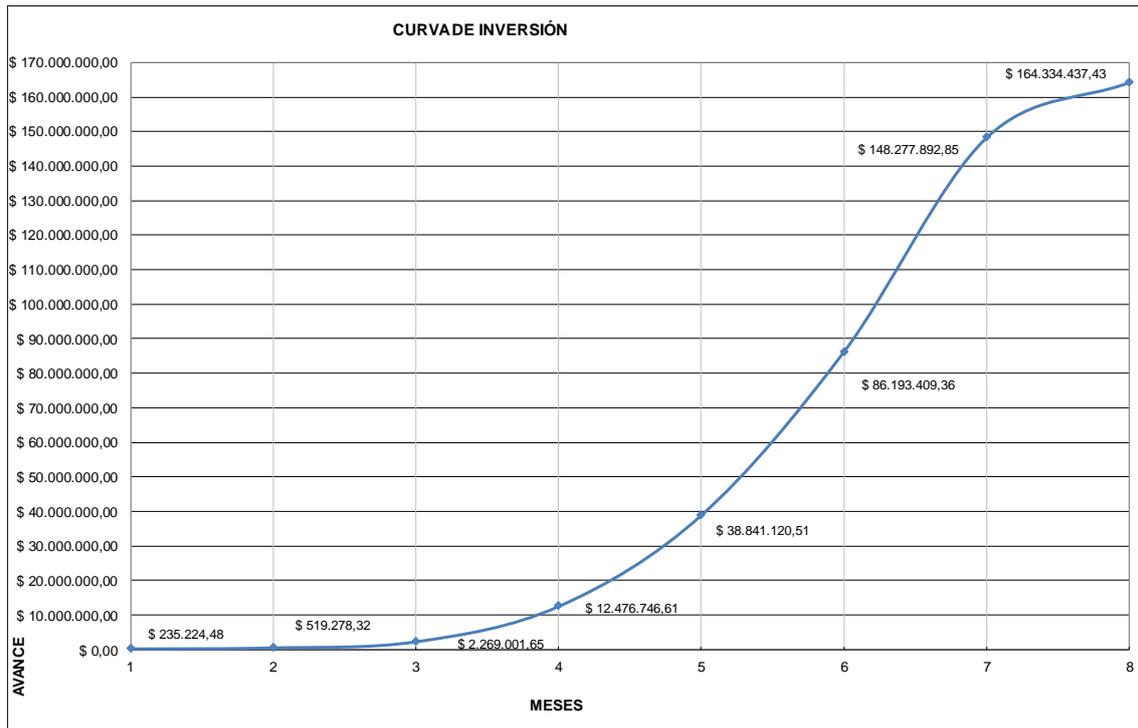


Gráfico 20. Curva de avance \$, Proyecto ejecutivo. Fuente: Propia.

## 8.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el procedimiento obligatorio que permite identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que un proyecto de obra o actividad puede causar al ambiente en el corto, mediano y largo plazo; siendo un instrumento que se aplica previamente a la toma de decisión sobre la ejecución de un proyecto.

Consta de un procedimiento técnico-administrativo con carácter preventivo, previsto en la Ley General del Ambiente N°25.675, que permite una toma de decisión informada por parte de la autoridad ambiental competente respecto de la viabilidad ambiental de un proyecto y su gestión ambiental.

El objetivo principal es evaluar el impacto sobre el medio ambiente que ocasionará la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad. A partir de este estudio se intentará predecir y evaluar las consecuencias que la ejecución de dichas actividades pueda ocasionar en el entorno en el cual se localiza. De esta forma, se pretende que la



identificación y evaluación de los impactos sirva para indicar las posibles medidas correctoras y minimizadoras de sus efectos.

### 8.9.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 8.9.2 LOCALIZACIÓN

El área a intervenir se encuentra sobre el acceso de la ciudad de Concepción del Uruguay, en la intersección de la Ruta Provincial N° 39 y la Ruta Provincial N°42.

#### 8.9.3 DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto a evaluar trata de un Centro de Transferencia de Cargas, el cual cuenta con depósitos para el guardado y almacenamiento de materiales tanto industriales como alimenticios. A su vez este proyecto cuenta con un edificio de oficinas para la gestión del Centro, espacio Coworking para brindarles a las empresas adheridas al centro la comodidad de llevar a cabo sus tareas en el mismo lugar de control de mercadería. Sumando a esto, se cuenta con un comedor abierto al público que cuenta con servicio completo las 24hs.

#### 8.9.4 SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad el terreno cuenta con unas viviendas en uno de sus extremos, no siendo un problema para la ejecución del proyecto debido a que se ha firmado una expropiación para que el municipio haga uso del mismo brindando a la familia otro lugar para vivir.

#### 8.9.5 MARCO LEGAL

Se tuvo en consideración distintas Normativas Nacionales, Provinciales e IRAM,

Actualmente, el estudio de impacto ambiental se encuentra regulado por el decreto n° 4977/09 de Entre Ríos y la Norma IRAM 4062 de Ruidos Molestos al Vecindario, Método de Medición y Clasificación.

#### 8.9.6 ANÁLISIS

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental se escogió como elemento principal el análisis mediante una matriz de causa-efecto, más precisamente, el método propuesto por el geólogo Norberto Jorge Bejerman, mediante la cual se categoriza la



importancia de los distintos impactos que se generan como consecuencia de la ejecución de las distintas tareas que componen el emplazamiento de la obra. De esta manera, se elabora una matriz cromática, la cual responde a una expresión matemática que toma en cuenta el algoritmo utilizado definiendo la relación entre las acciones y los distintos factores ambientales, cada uno de los atributos es cuantificado de forma numérica definiendo, de esta manera, la importancia del impacto.

El método emplea una matriz de interacción simple, donde los factores factibles de ser impactados se colocan en las filas y las acciones impactantes en columnas.

De esta manera, los atributos que define el método son los siguientes:

**Naturaleza:** hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial de las acciones. También se califica el carácter “Previsible pero difícil de calificar”, para el caso de efectos cambiantes difíciles de predecir.

**Intensidad (I):** se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor. Se la califica como baja, media o alta.

**Extensión (Ex):** se refiere al área de influencia teórica del impacto sobre el entorno del proyecto (porcentaje de área -respecto al entorno- en que se manifiesta el efecto). Se la califica como puntual, parcial y extensa (cuando todo el ámbito es afectado).

**Momento en que se produce (MO):** alude al plazo de manifestación del impacto, es decir, el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto. Puede ser inmediato, mediato o a largo plazo.

**Persistencia (PE):** se refiere al tiempo que presuntamente permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor ambiental retornaría a las condiciones previas a la acción, ya sea naturalmente o por la implementación de medidas correctoras.

**Reversibilidad (RV):** se refiere a la posibilidad de reconstrucción de las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción por medios naturales y una vez que esta deja de actuar sobre el medio. Se la caracteriza como a corto plazo, a medio plazo, a largo plazo e irreversible.



Recuperabilidad (RE): se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la acción ejecutada. Es decir, que refleja la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)		EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO EN EL QUE SE	
+	Beneficioso	1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato
-	Perjudicial	3	Media	3	Parcial	3	Mediato
X	Previsible, pero difícil de calificar	6	Alta	6	Extenso	6	Largo Plazo
PERSISTENCIA (P)		REVERSIBILIDAD		RECUPERABILIDAD (RE)			
1	Fugaz	1	Corto Plazo	1	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata		
3	Temporal	3	Mediano Plazo	3	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo		
6	Permanente	6	Largo Plazo	6	Mitigable, parcialmente recuperable		
		10	Irreversible	10	Irrecuperable		

Tabla 119. Atributos Matriz de Bejerman. Fuente: Propia.

Cuantificando cada atributo de la siguiente manera;

NATURALEZA		INTENSIDAD (I)		EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO EN EL QUE SE PRODUCE (MO)	
+	Beneficioso	1	Baja	a	Puntual	A	Inmediato
-	Perjudicial	2	Media	b	Parcial	B	Mediato
X	Previsible, pero difícil de calificar	3	Alta	c	Extenso	C	Largo Plazo
PERSISTENCIA (P)		REVERSIBILIDAD DEL EFECTO (RV)		RECUPERABILIDAD (RE)			
1	Fugaz	a	Corto Plazo	A	Mitigable, totalmente recuperable de manera inmediata		
2	Temporal	b	Mediano Plazo	B	Mitigable, totalmente recuperable a mediano plazo		
3	Permanente	c	Largo Plazo	C	Mitigable, parcialmente recuperable		
		d	Irreversible	D	Irrecuperable		

Tabla 120. Valores de los atributos Matriz de Bejerman. Fuente: Propia.

De esta forma se podrá a determinar la importancia del impacto mediante la siguiente formula:



$$It = 3I + 2EX + MO + PE + RV + RE$$

Esta importancia, según su valor, se puede clasificar de la siguiente manera.

Para valores negativos:

CATEGORIA	VALOR	COLOR IDENTIFICATORIO	Descripción
<i>Irrelevante</i>	<14		<u><i>Verde Vivo</i></u>
<i>Moderado</i>	15-27		<u><i>Amarillo</i></u>
<i>Severo</i>	28-44		<u><i>Naranja Claro</i></u>
<i>Critico</i>	>45		<u><i>Rojo</i></u>

Figura 283. Valores negativos Matriz de Bejerman. Fuente: Propia.

Para valores positivos:

CATEGORIA	VALOR	COLOR IDENTIFICATORIO	Descripción
<i>Beneficioso</i>	<17		<u><i>Azul oscuro Texto 2 claro 80%</i></u>
<i>Muy beneficioso</i>	18-27		<u><i>Azul oscuro Texto 2 claro 40%</i></u>
<i>Sumamente beneficioso</i>	>28		<u><i>Azul oscuro Texto 2 claro 25%</i></u>

Figura 284. Valores positivos Matriz de Bejerman. Fuente: Propia.

En el caso particular de los valores que se adoptan para la generación de empleo, sólo se ponderan la persistencia del empleo: los valores que se asumen van del (+) 2 al 3.

Como conclusión, en la matriz no se observan impactos de tipo severo, esto es debido a que el proyecto fue pensado de la manera más sustentable posible, haciendo uso de tecnologías amigables con el medio ambiente para lograr que estos impactos disminuyan su valor. Por lo cual, no se debía realizar ninguna mitigación.

En el anexo se adjunta la matriz de Bejerman y algoritmo.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavements Structures*. . Washington D.C., USA.
- Aduco Brian Nahue, B. M. (2020). REESTRUCTURACIÓN DEL PUERTO CONCEPCION DEL URUGUAY. UTN FRCU.
- Álvarez, Calvo, Hartvig, Sanchis Bisio. (2021). *Proyecto Final: Reestructuración Edificio Principal de la Municipalidad de Colón, Entre Ríos*. UTN FRCU.
- Ardetti, Bonato, Lang. (2022). *Proyecto Final: Nuevo Aeropuerto de Concepción del Uruguay*. UTN FRCU.
- Bidal, K. –C.–J.–S. (2022). *Centro Deportivo Colón*. UTN FRCU.
- CIRSOC. (2005). Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. *Comentarios al Apéndice D – Reglamento CIRSOC 201-2005 “Anclajes en Hormigón”*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- CIRSOC. (2005). Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. *Reglamento CIRSOC 101-2005 “Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras”*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- CIRSOC. (2005). Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. *Reglamento CIRSOC 102-2005 “Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones”*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- CIRSOC. (2005). Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. *Reglamento CIRSOC 201-2005 “Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón”*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- CIRSOC. (2005). Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. *Apéndice D – Reglamento CIRSOC 201-2005 “Anclajes en Hormigón”*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.



CIRSOC. (2005). Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. *Reglamento CIRSOC 301-2005 “Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios”*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

fauna, E. R. (s.f.). <https://www.entreriostotal.com.ar/colon/caracteristicas.php>.

<http://www.comuna8.com.ar/que-es-el-centro-de-de-transferencia-de-cargas-ctc/>. (s.f.).

<https://agenciasanluis.com/notas/2020/05/29/como-funciona-el-centro-de-transferencia-de-cargas-del-autodromo-de-san-luis/>. (s.f.).

[https://es.slideshare.net/MARLONVELASQUEZC/caudal-paraeldisenodecunetasparadrenaje?next\\_slideshow=79288575](https://es.slideshare.net/MARLONVELASQUEZC/caudal-paraeldisenodecunetasparadrenaje?next_slideshow=79288575). (s.f.).

<https://es.slideshare.net/Netkham/calculo-de-cordon>. (s.f.).

[https://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%BAnel\\_subfluvial\\_Ra%C3%BAl\\_Uranga-Carlos\\_Sylvestre\\_Begnis](https://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%BAnel_subfluvial_Ra%C3%BAl_Uranga-Carlos_Sylvestre_Begnis). (s.f.).

<https://noticias.entrerios.gov.ar/notas/comienzo-la-reparacin-integral-de-la-ruta-39-17608.htm>. (s.f.).

[https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-12-29\\_05-35-32112876.pdf](https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-12-29_05-35-32112876.pdf). (s.f.).

<https://vsip.info/alcantarillas-25-pdf-free.html>. (s.f.).

<https://webpicking.com/a-cuatro-anos-de-la-inauguracion-del-centro-de-transferencia-de-cargas-ctc/>. (s.f.).

<https://www.argentina.gob.ar/obras-publicas/vialidad-nacional/estado-de-las-rutas>. (s.f.).

<https://www.buenosaires.gob.ar/corporacionsur/obras/iniciativa-publico-privada/centro-de-transferencia-de-cargas-ctc>. (s.f.).

<https://www.busbud.com/es-419/terminal-de-omnibus-de-concepcion-del-uruguay/s/11656>. (s.f.).



<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20291/4/Memoria%20T%C3%89CNICA%20-%20DP%20FINAL.pdf>. (s.f.).

[https://www.entrerios.gov.ar/portal/index.php?codigo=32&item=pagina\\_textos&menu=menu&modulo=&accion=](https://www.entrerios.gov.ar/portal/index.php?codigo=32&item=pagina_textos&menu=menu&modulo=&accion=). (s.f.).

<https://www.informedigital.com.ar/noticia/113300>. (s.f.).

<https://www.ingecivil.net/2019/05/29/calculo-de-cunetas-y-alcantarillado/>. (s.f.).

<https://www.turismoentrerios.com/provincia/clima.htm>. (s.f.).

Impini Giuliana Rocio, P. L. (2020). *Establecimiento educativo en el sector Sur-Oeste de Concepción del Uruguay*. UTN FRCU.

INDEC. (26 de Diciembre de 2015). to Nacional de Estadística y Censos. *Estimaciones y proyecciones de población 2010-2040.: total del país. Obtenido.*

Kammermann, M. A.–N.–P. (2022). *RESTRUCTURACION PARQUE INDUSTRIAL CONCEPCION DEL URUGUAY*. UTN FRCU.

Lescano, F. (2018). *Apuntes Cátedra Hidrología y Obras Hidráulicas: Estudio de las Precipitaciones. Apuntes de Cátedra*. UTN FRCU.

López, Medina, Melchiori, & Romani. (2015). *Puesta en valor y recuperación de la zona Sur de la ciudad de Gualeguaychú*. UTN FRCU.

Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios de la Provincia de Entre Ríos. (2016). *Pliego para el llamado a LICITACIÓN PÚBLICA*. Paraná, Entre Ríos.

Ríos., D. d. (s.f.). *Cuencas entrerrianas*. <https://www.hidraulica.gob.ar/cuencas.php>.

Vialidad, D. N. (2010). *Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial*.

Vialidad, D. N. (2012). *Manual de Señalamiento Horizontal*. Buenos Aires, Argentina.

Vialidad, D. N. (2017). *Manual de Señalamiento Vertical*. Buenos Aires, Argentina.

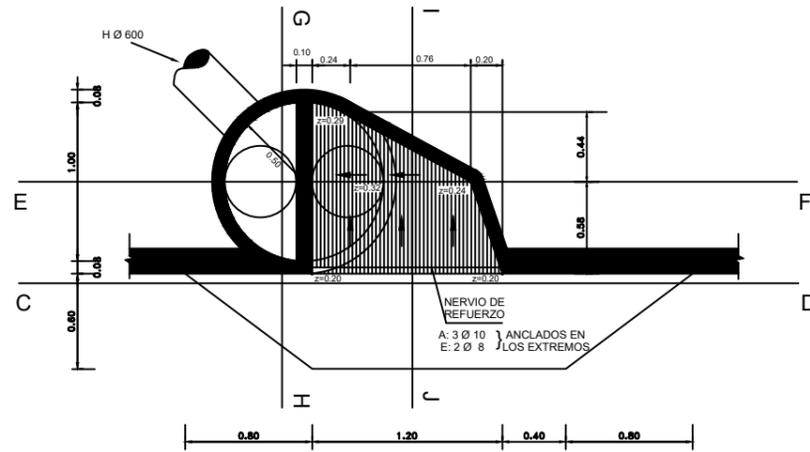


# PLANOS

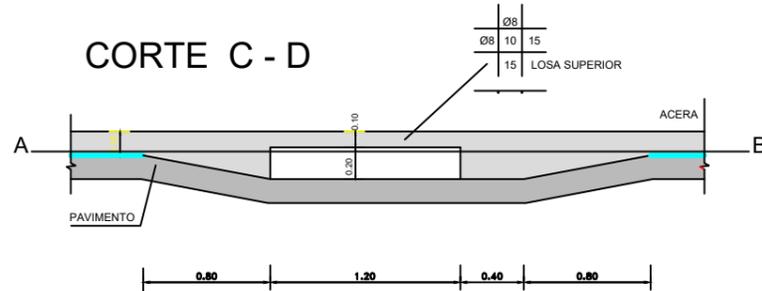
FERNANDEZ LUCIA  
MOREN ROCIO  
RONCONI DELFINA

# BOCA DE TORMENTA TIPO 1

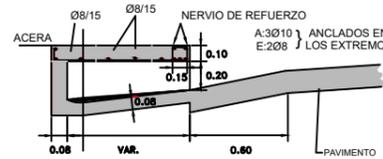
## PLANTA



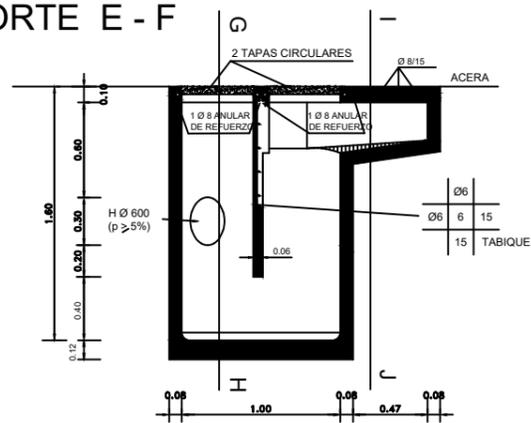
### CORTE C - D



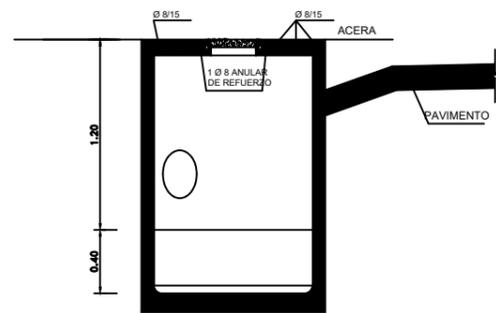
### CORTE I - J



### CORTE E - F

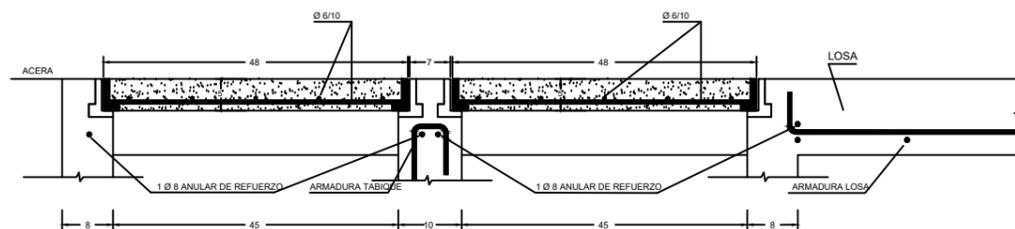


### CORTE G - H

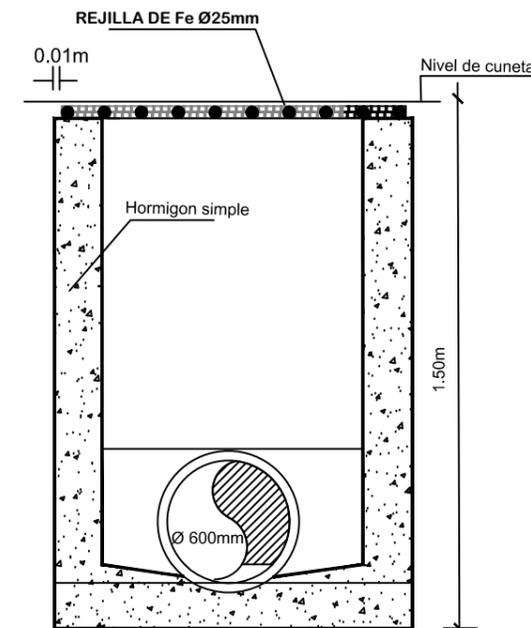
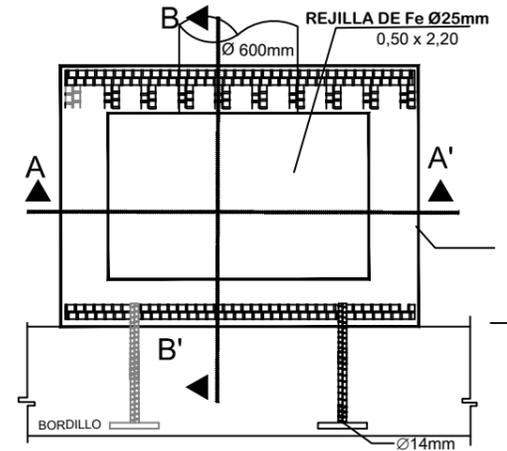


## TAPAS DE HORMIGON CIRCULARES

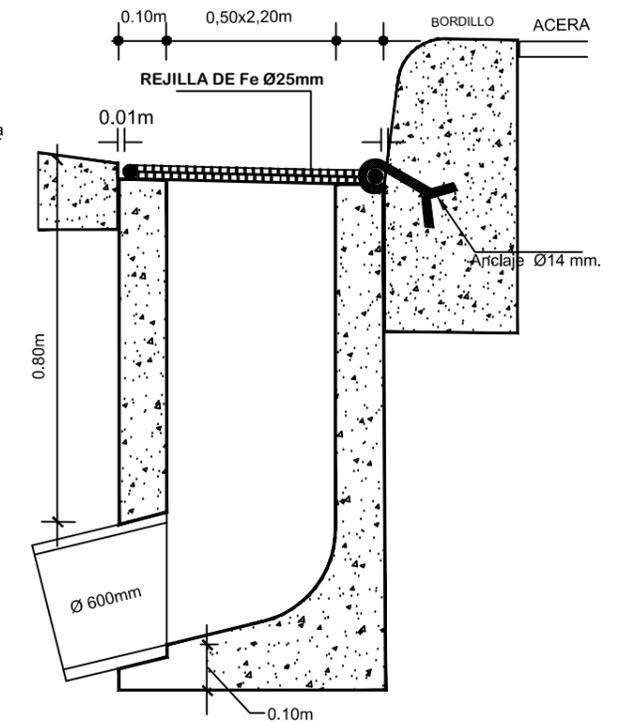
ESCALA 1/5



# SUMIDERO TIPO



### CORTE A-A'



### CORTE B-B'

UTN **CDU**  
Concepción del Uruguay  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Concepción del Uruguay

## Anteproyecto hidraulico

ALUMNAS:

FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA

PLANO N°

01

DETALLES

FECHA

2022

PROFESORES:

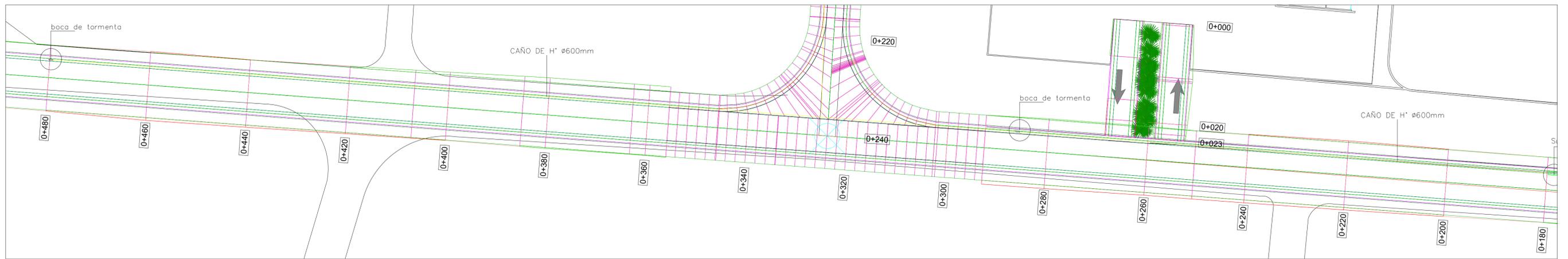
PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERIA CIVIL

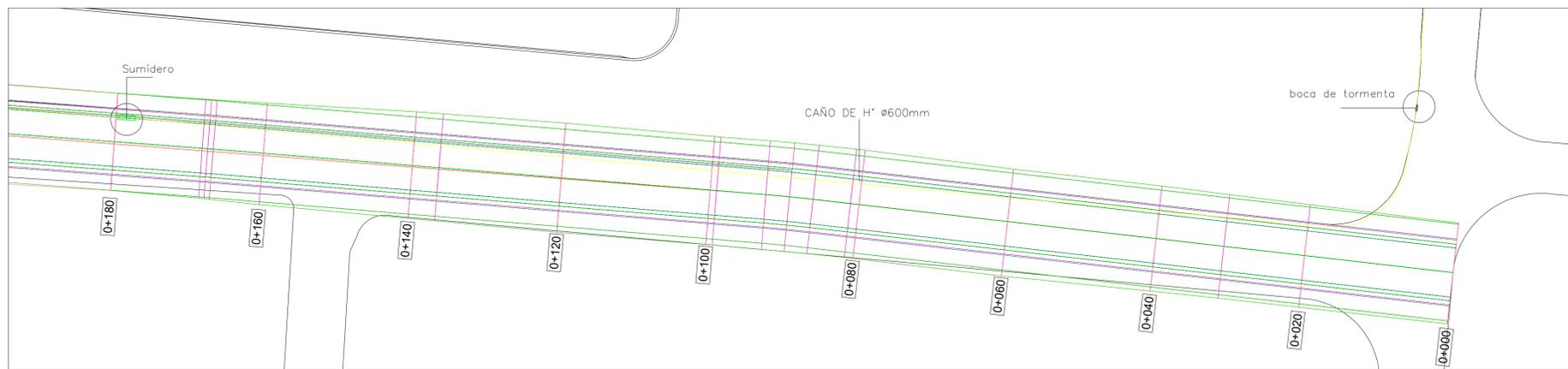
DRENAJE PLUVIAL

ESCALA

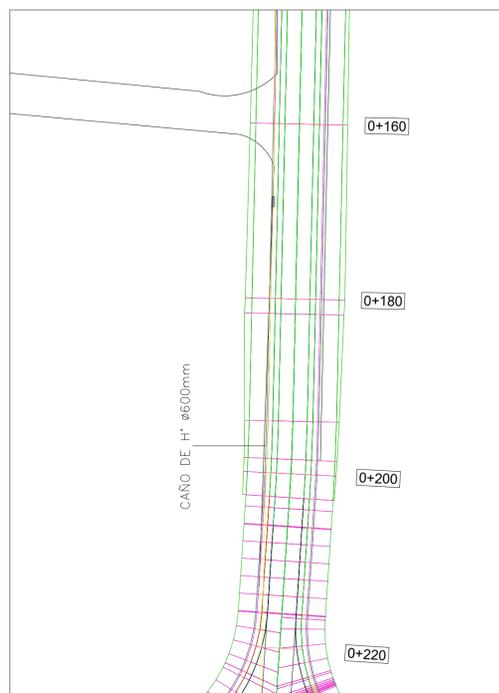
S/E



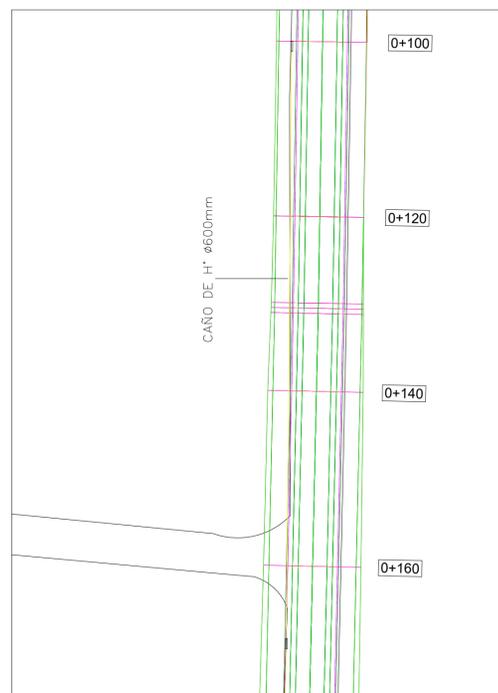
CALLE PUBLICA 1165 PROGRESIVA 0+480 A 0+180



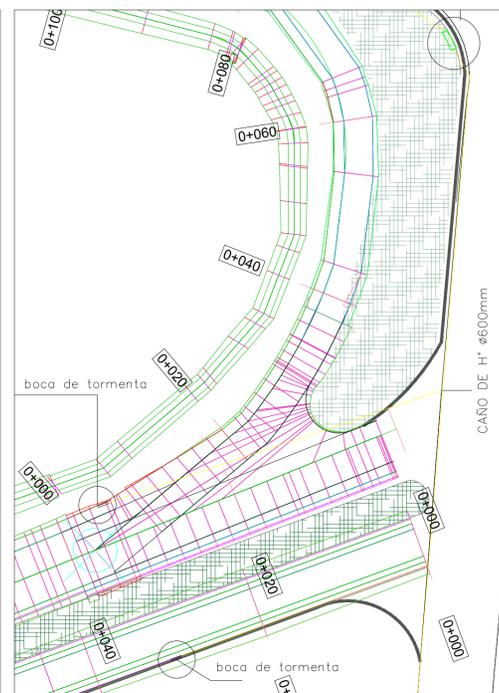
CALLE PUBLICA 1165 PROGRESIVA 0+180 A 0+020



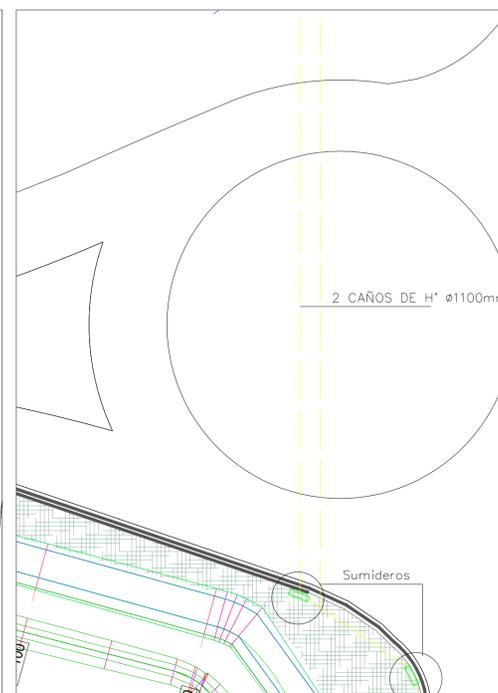
CALLE PUBLICA 1106 PROGRESIVA 0+220 A 0+160



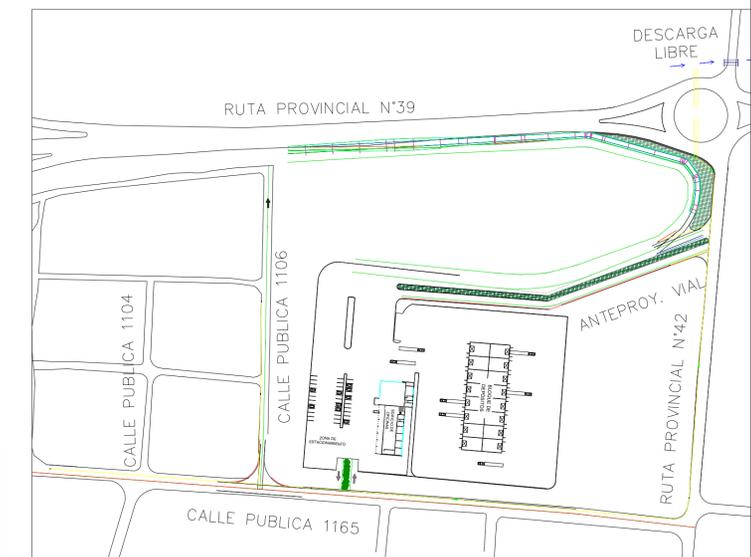
CALLE PUBLICA 1106 PROGRESIVA 0+160 A 0+100



ANTEPROYECTO VIAL



ROTONDA DE LA CIUDAD

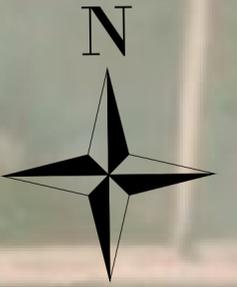


PLANTA GENERAL

**UTN CDU**  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

### Anteproyecto hidraulico

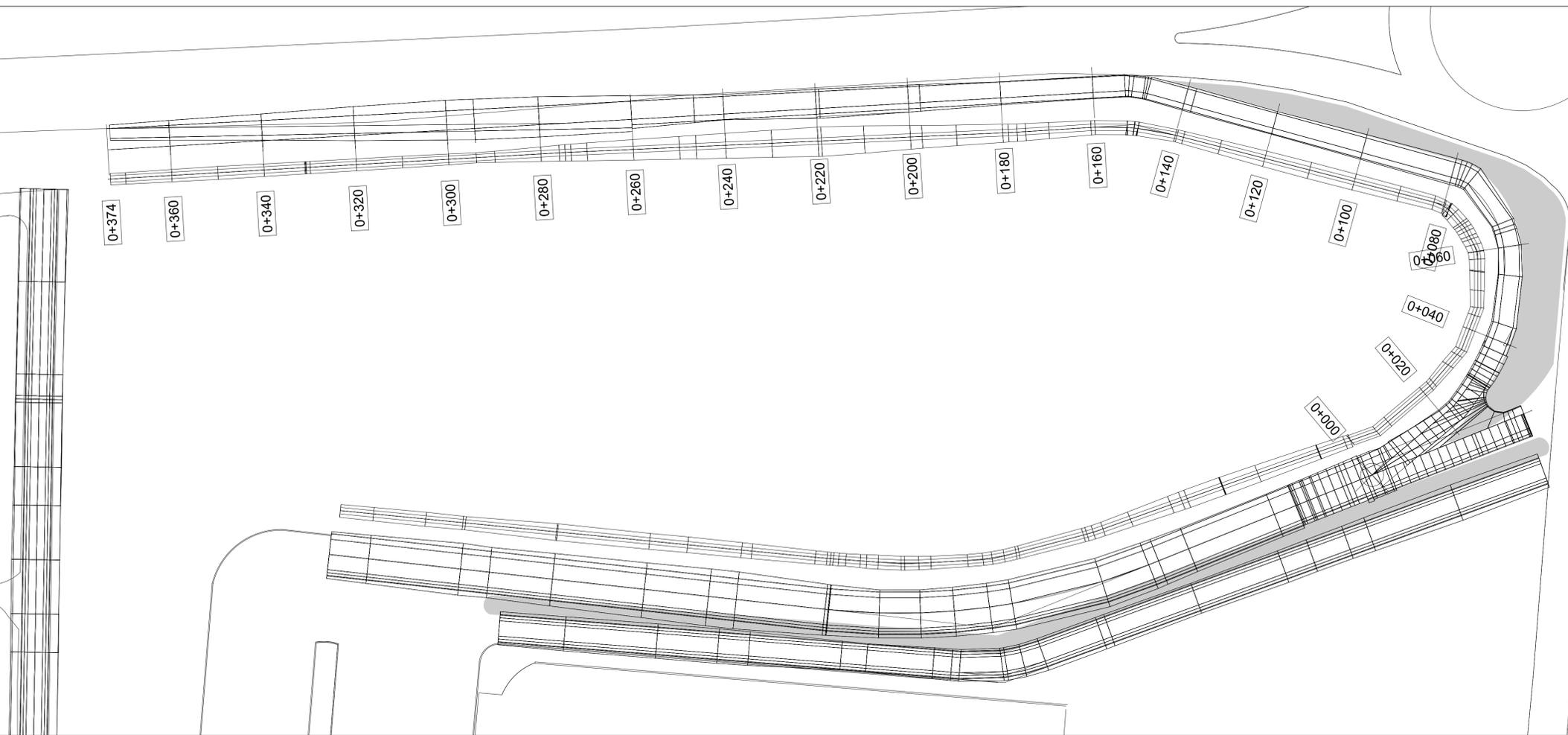
ALUMNAS:	FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES:	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL	PLANO N° 02		IMPLANTACIÓN		DRENAJE PLUVIAL
FECHA	2022		ESCALA		S/E



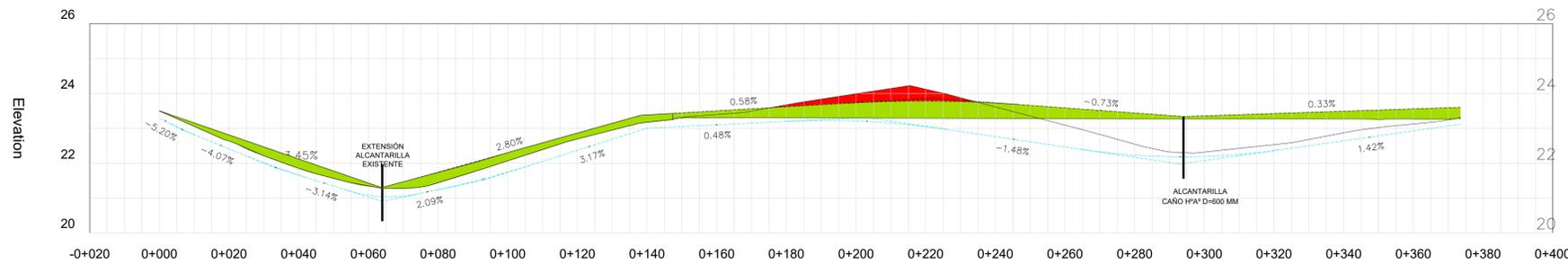
**UTN\*CDU**  
Concepción del Uruguay  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Concepción del Uruguay

# Anteproyecto Vial

ALUMNAS:	PROFESORES:	
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERÍA CIVIL		
PLANO Nº 01	SEÑALIZACION CALLES INTERNAS CTC	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL
FECHA	2022	ESCALA S/E



CALLE INGRESO CTC POR RP39

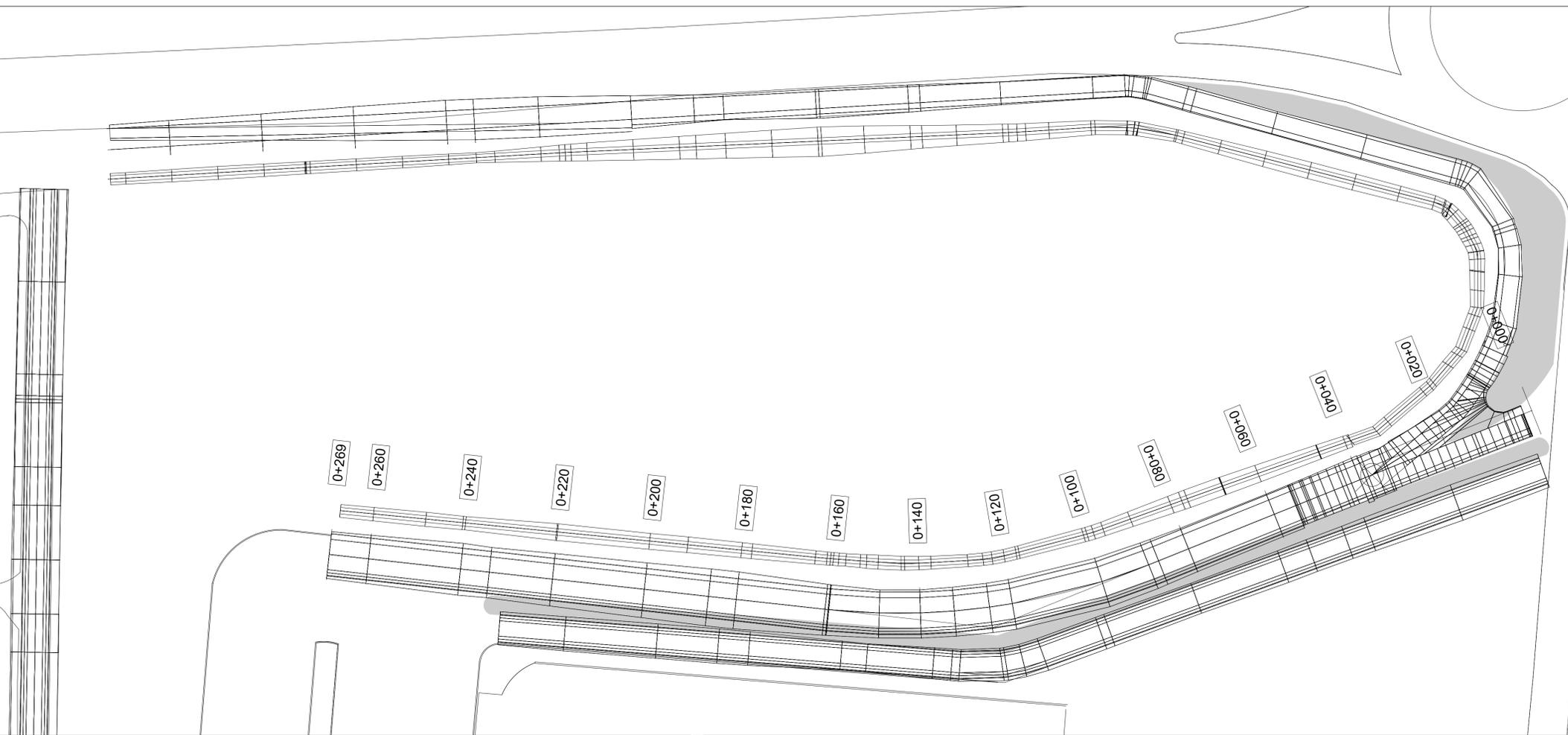


COTA TN	23.50	22.63	21.85	21.34	21.43	22.06	22.69	23.17	23.39	23.67	23.99	24.12	23.61	23.09	22.54	22.32	22.53	22.87	23.12		
COTA RASANTE		22.81	22.12	21.43	21.74	22.30	22.86	23.38	23.50	23.61	23.73	23.78	23.72	23.58	23.44	23.35	23.42	23.49	23.55		
COTA CUNETAS		22.41	21.65	21.08	21.24	21.74	22.37	23.00	23.10	23.19	23.21	23.05	22.76	22.46	22.23	22.19	22.36	22.64	22.92		

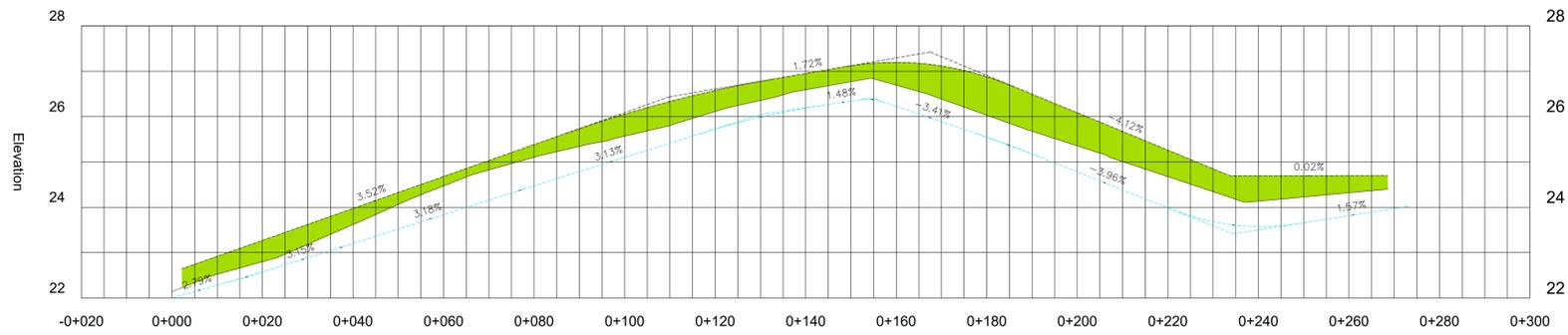


# Anteproyecto Vial

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL		
PLANO Nº 02	PLANIALTIMETRIA CAMINO ACCESO A CTC POR RPN° 39	PLANIALTIMETRIA
FECHA 2022	ESCALA S/E	



CALLE INGRESO CTC POR RP42

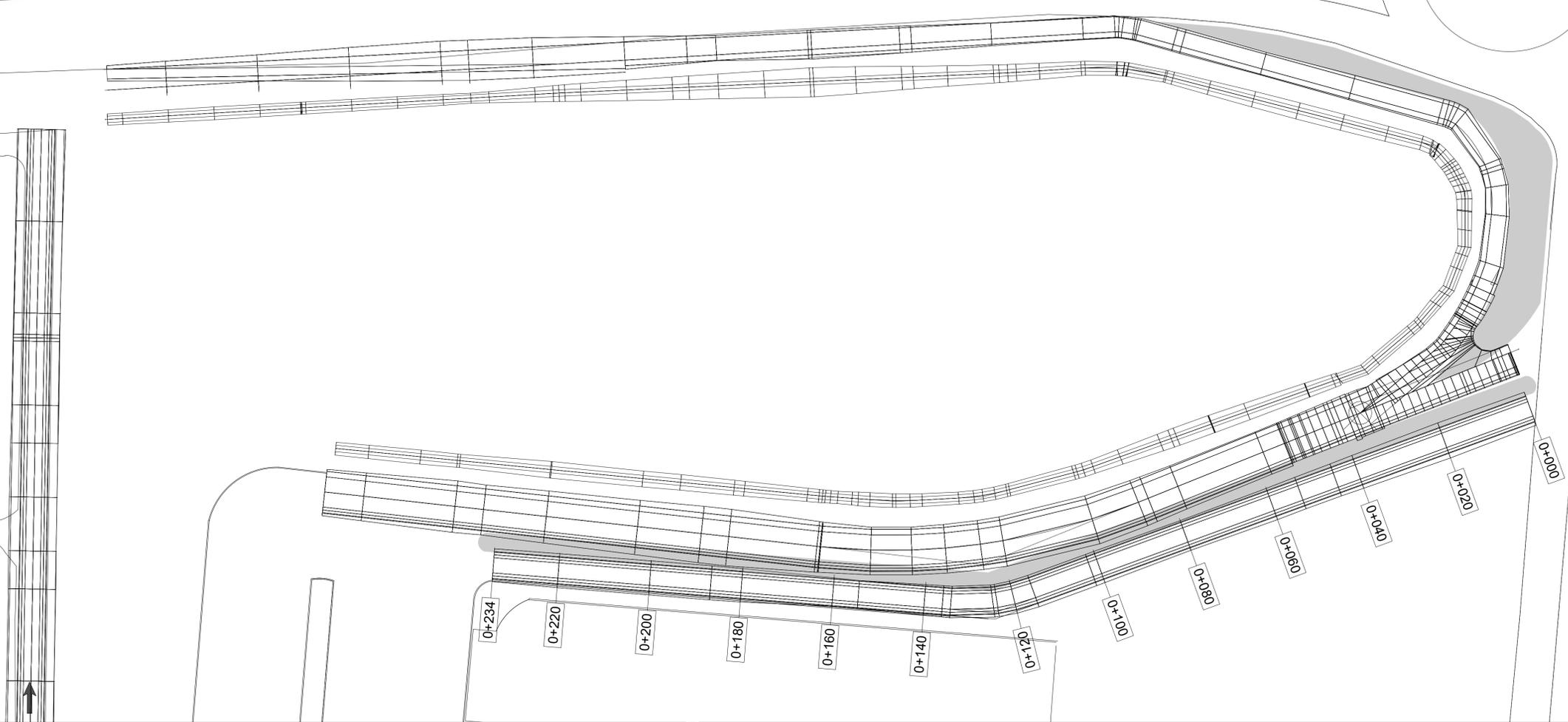


COTA TN	22.14	22.80	23.62	24.47	25.10	25.57	26.11	26.59	26.69	26.03	25.35	24.68	24.13	24.32	
COTA RASANTE		23.27	23.97	24.68	25.38	26.05	26.57	26.95	27.20	26.88	26.08	25.26	24.69	24.70	
COTA CUNETA	22.00	22.57	23.20	23.84	24.47	25.10	25.72	26.19	26.23	25.54	24.78	23.99	23.58	23.82	

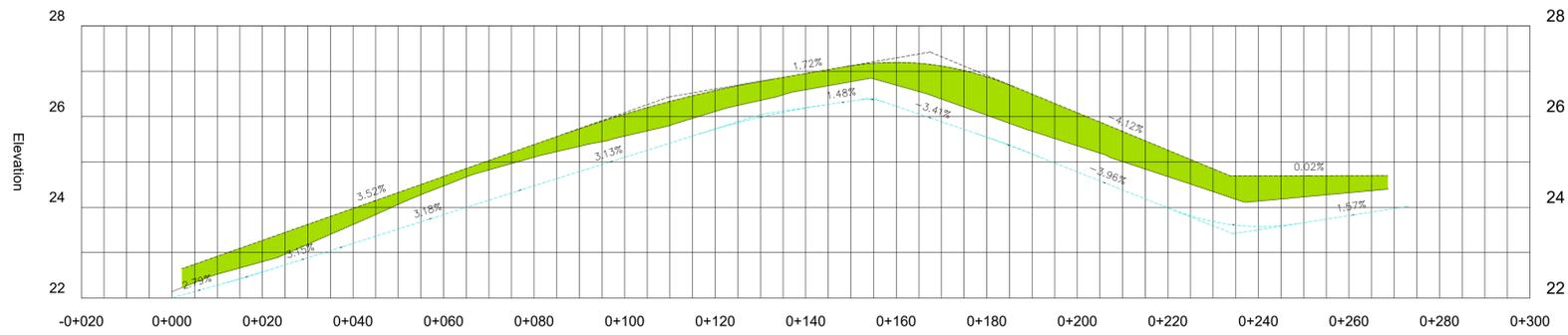


# Anteproyecto Vial

ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL		
PLANO Nº 03	PLANIALTIMETRIA CAMINO ACCESO A CTC POR RPN° 42	PLANIALTIMETRIA
FECHA	2022	ESCALA S/E



CALLE INGRESO CTC POR RP42



COTA TN	22.14	22.80	23.62	24.47	25.10	25.57	26.11	26.59	26.69	26.03	25.35	24.68	24.13	24.32		
COTA RASANTE		23.27	23.97	24.68	25.38	26.05	26.57	26.95	27.20	26.88	26.08	25.26	24.69	24.70		
COTA CUNETA	22.00	22.57	23.20	23.84	24.47	25.10	25.72	26.19	26.23	25.54	24.78	23.99	23.58	23.82		

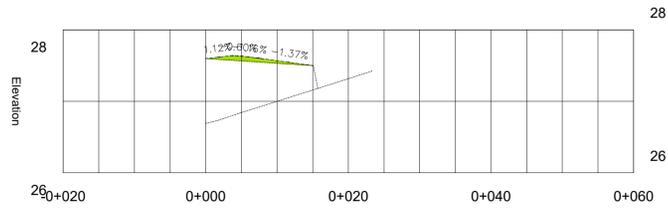


# Anteproyecto Vial

ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL		
PLANO Nº 04	PLANIALTIMETRIA CAMINO EGRESO CTC POR RPN°42	PLANIALTIMETRIA
FECHA	2022	ESCALA S/E

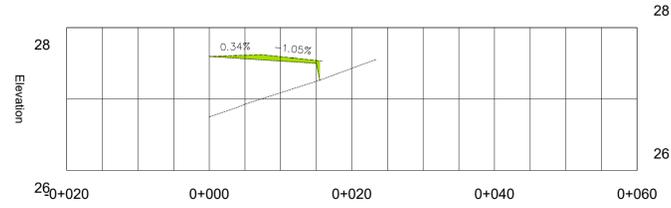


PERFIL CALLE INGRESO X 1165 (VEH LIV)



COTA TN	26.69	27.32		
COTA RASANTE	27.60			
COTA RELLENO	26.69	27.32		

PERFIL CALLE EGRESO X 1165 (VEH LIV)

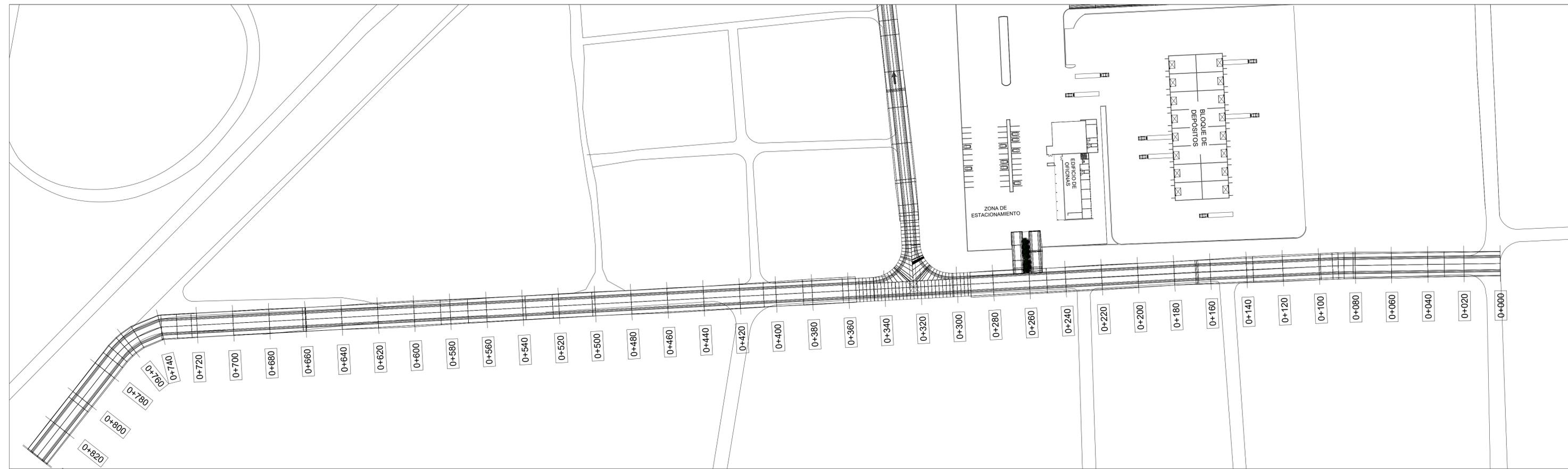


COTA TN	26.75	27.43		
COTA RASANTE	27.60			
COTA RELLENO	26.75	27.43		

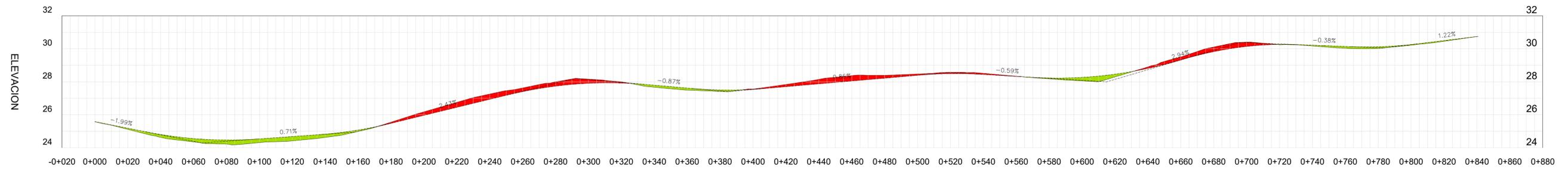


# Anteproyecto Vial

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERÍA CIVIL		
PLANO Nº 05	PLANIALTIMETRIA CAMINOS INGRESO Y EGRESO CTC POR CALLE 1165	PLANIALTIMETRIA
FECHA 2022	ESCALA S/E	



PERFIL CALLE PUBLICA 1165



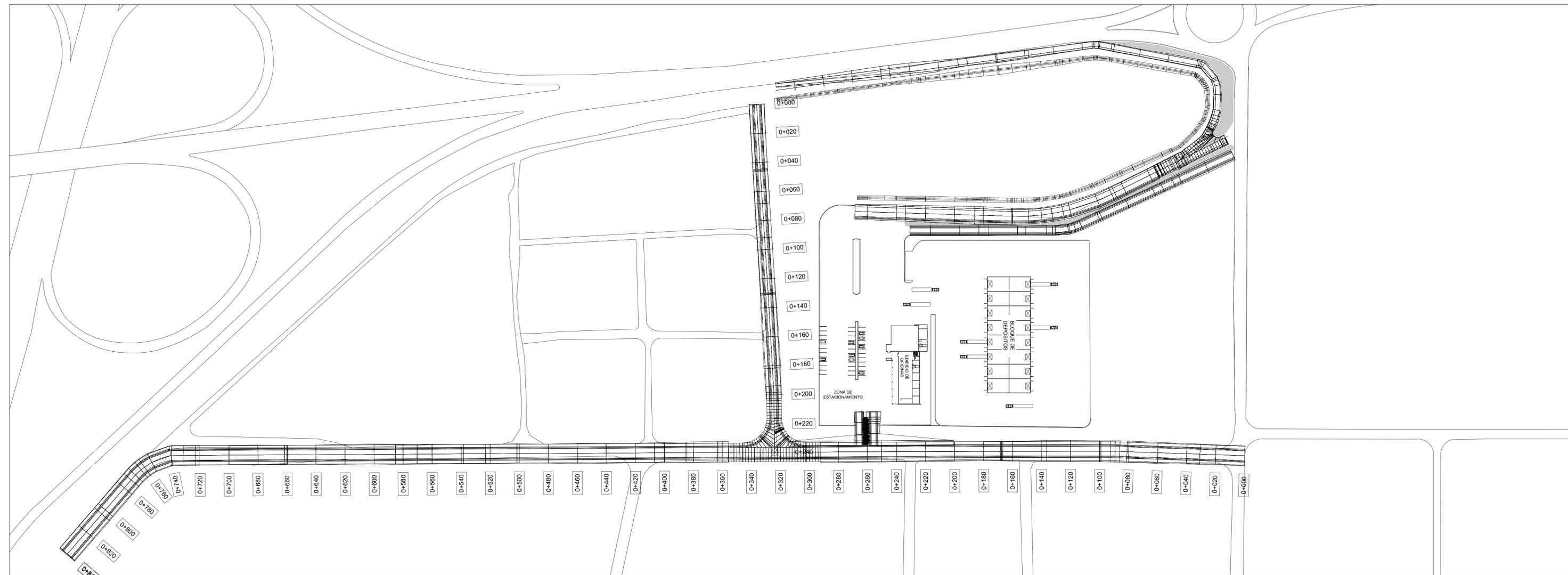
COTA TN	25.58	25.11	24.63	24.35	24.22	24.31	24.42	24.63	24.99	25.55	26.17	26.75	27.25	27.62	27.99	28.16	27.99	27.67	27.50	27.41	27.55	27.83	28.14	28.37	28.39	28.47	28.56	28.51	28.33	28.18	28.05	28.30	28.90	29.50	30.11	30.40	30.25	30.17	30.03	30.03	30.22	30.45	30.74		
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--

COTA RASANTE	25.58	25.18	24.80	24.55	24.47	24.54	24.68	24.82	25.07	25.48	25.96	26.45	26.94	27.40	27.74	27.91	27.93	27.79	27.62	27.50	27.54	27.70	27.87	28.05	28.22	28.39	28.50	28.44	28.33	28.23	28.26	28.46	28.81	29.32	29.63	30.14	30.27	30.22	30.14	30.12	30.26	30.50	30.74		
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--

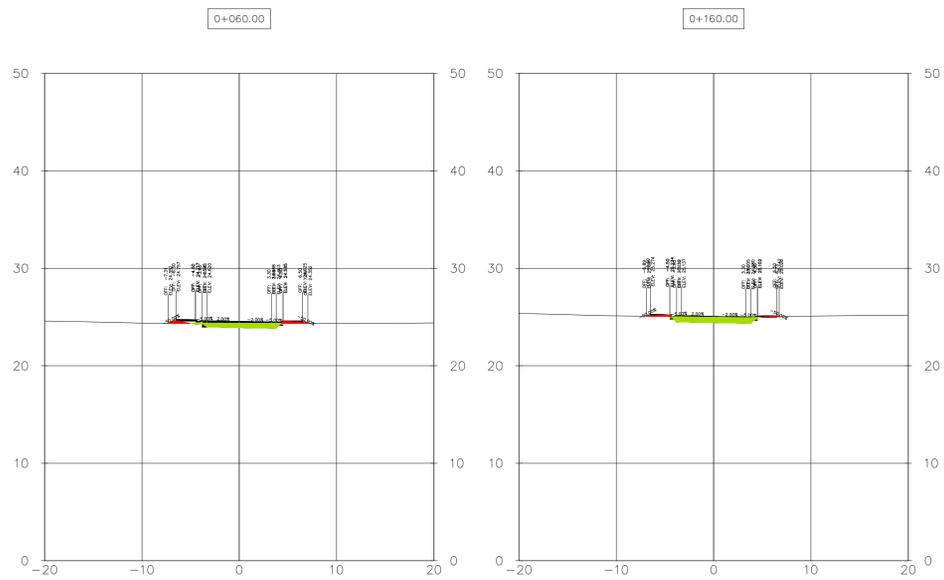


# Anteproyecto Vial

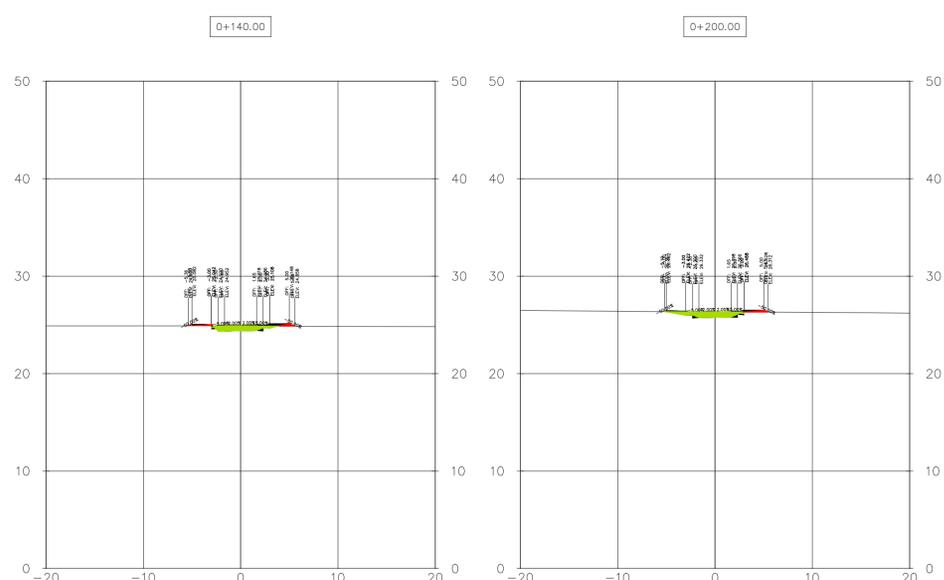
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL			
PLANO Nº 06	PLANIALTIMETRIA CALLE PÚBLICA 1165		PLANIALTIMETRIA
FECHA	2022	ESCALA	S/E



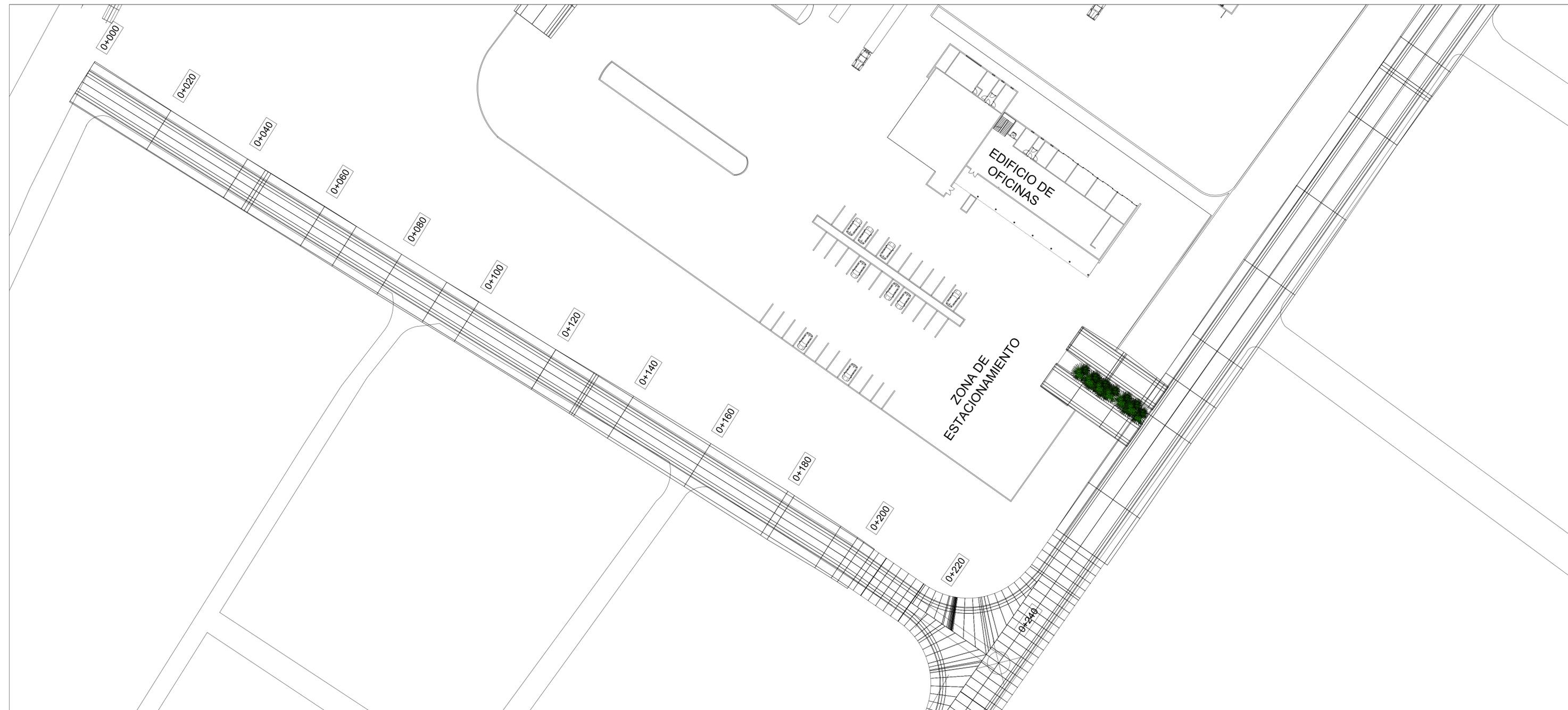
CALLE PÚBLICA 1165



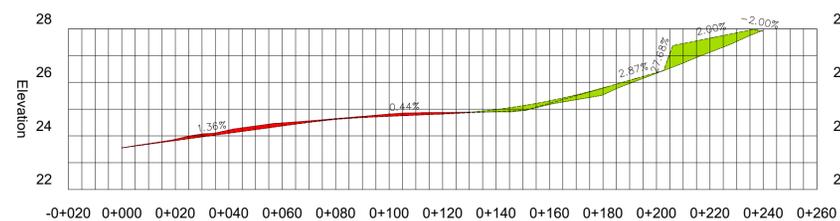
CALLE PÚBLICA 1106



ALUMNAS:		PROFESORES:	
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERÍA CIVIL			
PLANO Nº 07	PLANIMETRIA GENERAL Y SECCIONES TRANSVERSALES		PLANIMETRIA
FECHA	2022	ESCALA	S/E



PERFIL CALLE PUBLICA 1106



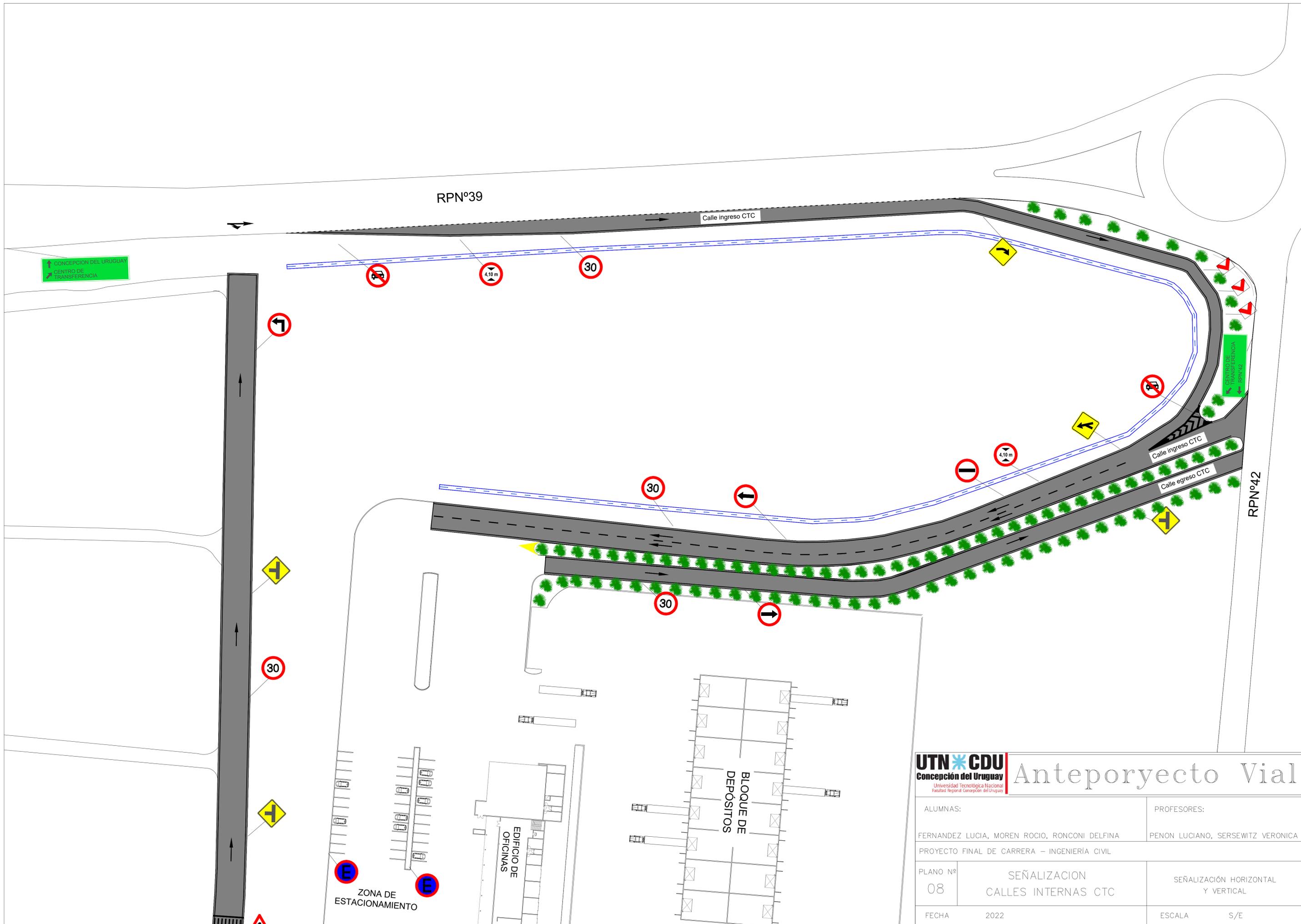
COTA TN	23.55	23.87	24.22	24.48	24.64	24.81	24.87	24.90	25.18	25.53	26.34	27.12	
---------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

COTA RASANTE	23.55	23.83	24.10	24.37	24.62	24.73	24.82	24.99	25.31	25.79	26.37	27.65	
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--



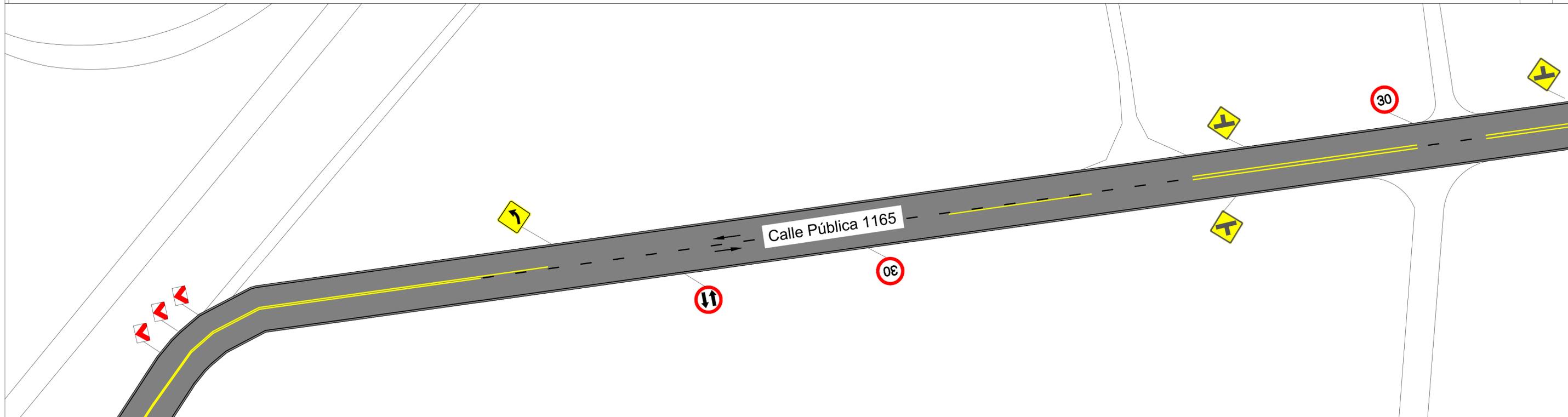
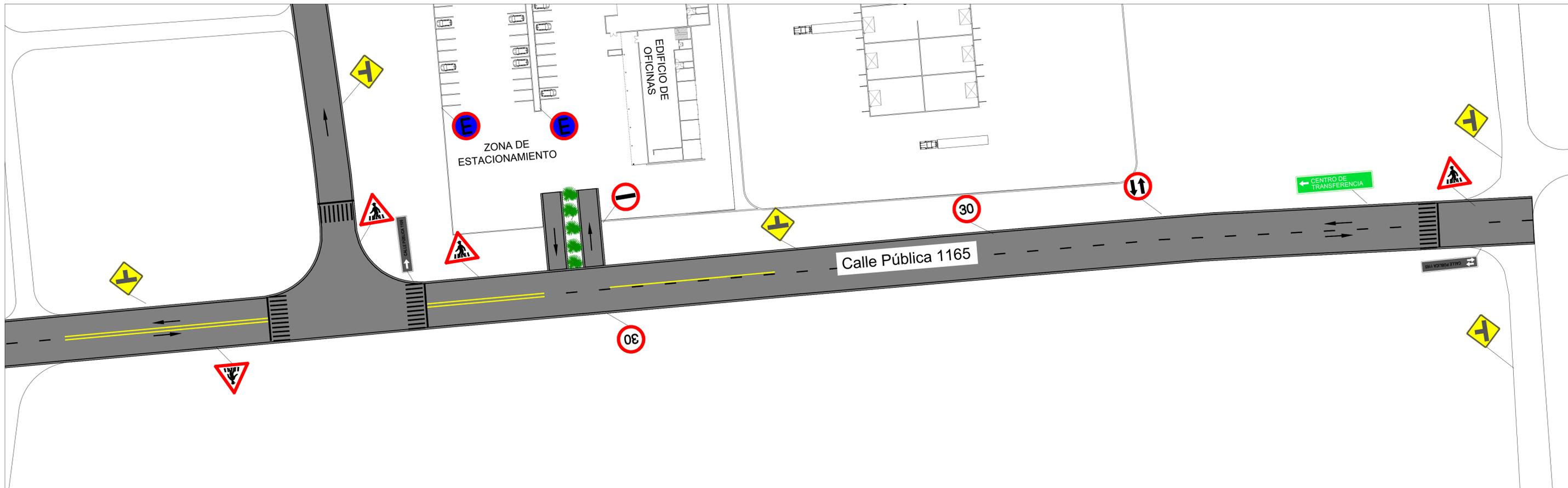
# Anteproyecto Vial

ALUMNAS:	FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES:	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERIA CIVIL					
PLANO Nº	07	PLANIALTIMETRIA CALLE PÚBLICA 1106		PLANIALTIMETRIA	
FECHA	2022		ESCALA	S/E	



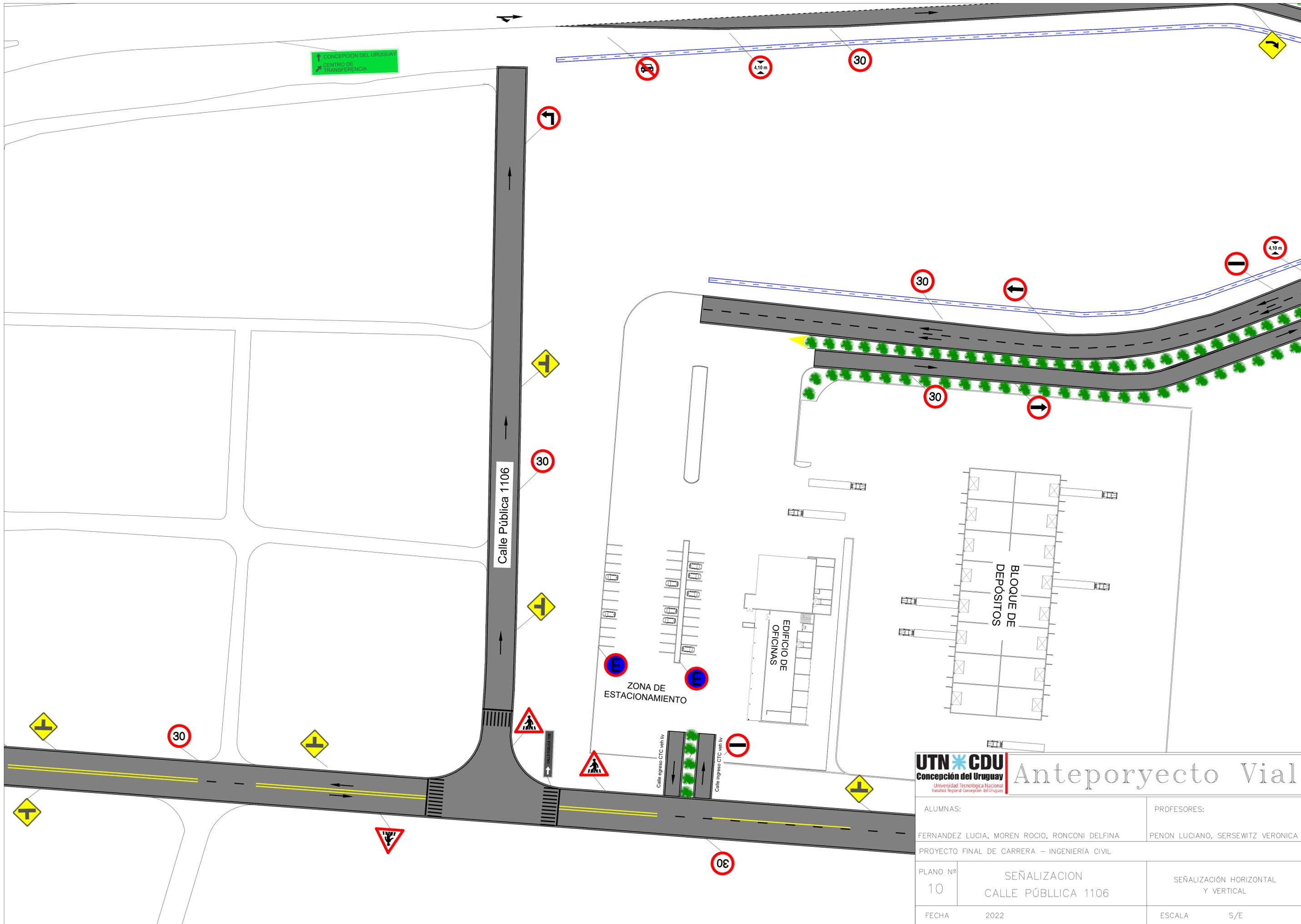
**UTN \* CDU** **Anteproyecto Vial**  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERÍA CIVIL		
PLANO Nº	SEÑALIZACION CALLES INTERNAS CTC	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL
08		
FECHA	2022	ESCALA S/E



**UTN \* CDU** **Anteproyecto Vial**  
 Concepción del Uruguay  
Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERÍA CIVIL		
PLANO Nº 09	SEÑALIZACION CALLE PÚBLICA 1165	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL
FECHA	2022	ESCALA S/E



**UTN CDU** **Anteproyecto Vial**  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA – INGENIERÍA CIVIL		
PLANO Nº 10	SEÑALIZACION CALLE PÚBLICA 1106	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL
FECHA	2022	ESCALA S/E



RPN° 39

CALLE PÚBLICA 1106

RPN° 42

CALLE PÚBLICA 1165

**UTN CDU**  
Concepción del Uruguay  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Concepción del Uruguay

ANTEPROYECTO ARQ.

ALUMNAS:

PROFESORES:

FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA

PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL

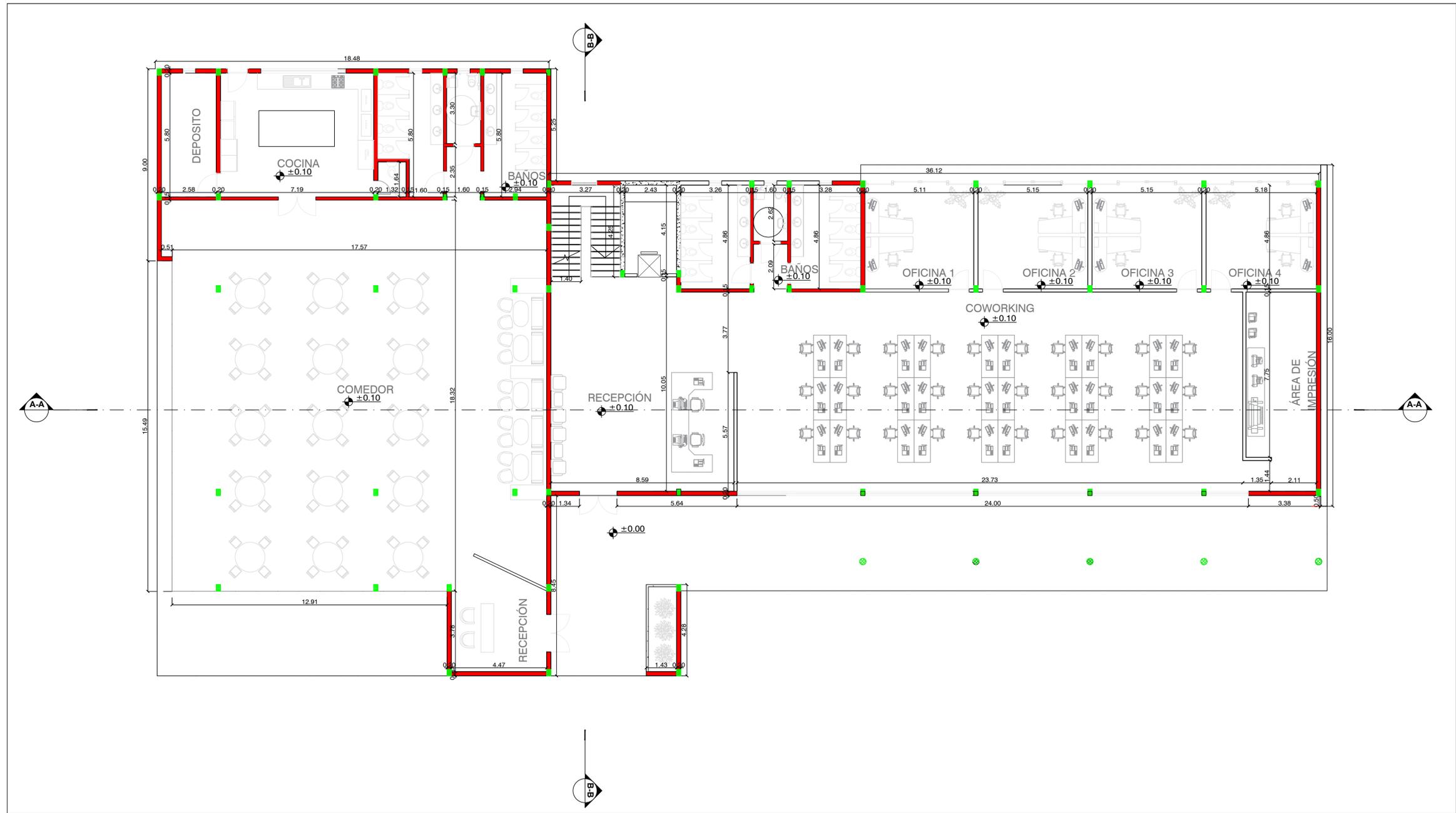
PLANO N°  
**01**

**PLANTA GENERAL  
C.T.C.**

PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA  
DE CARGAS

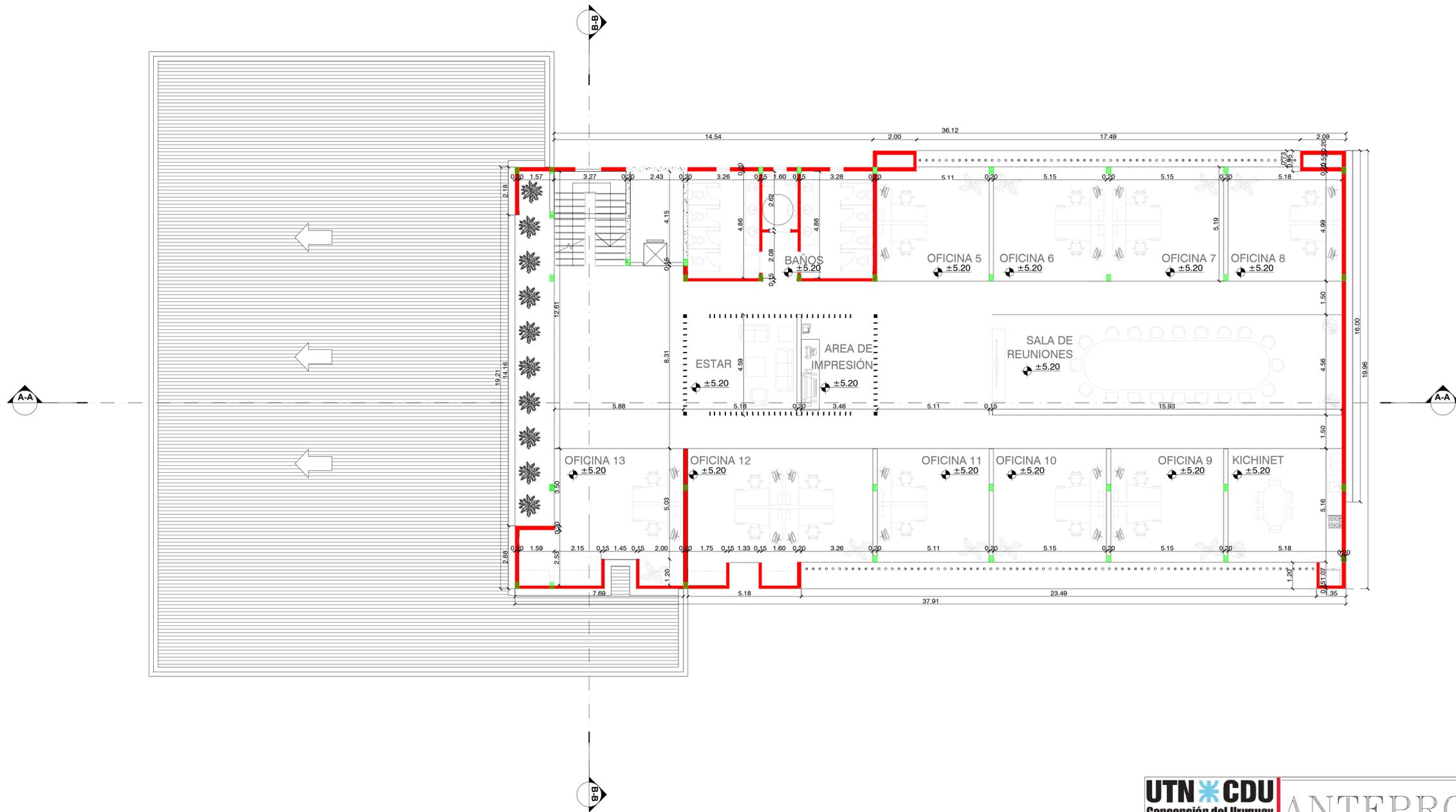
FECHA 2022

ESCALA S/E



**UTN CDU** ANTEPROYECTO ARQ.  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>02</b>	<b>PLANTA BAJA EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA 1/100

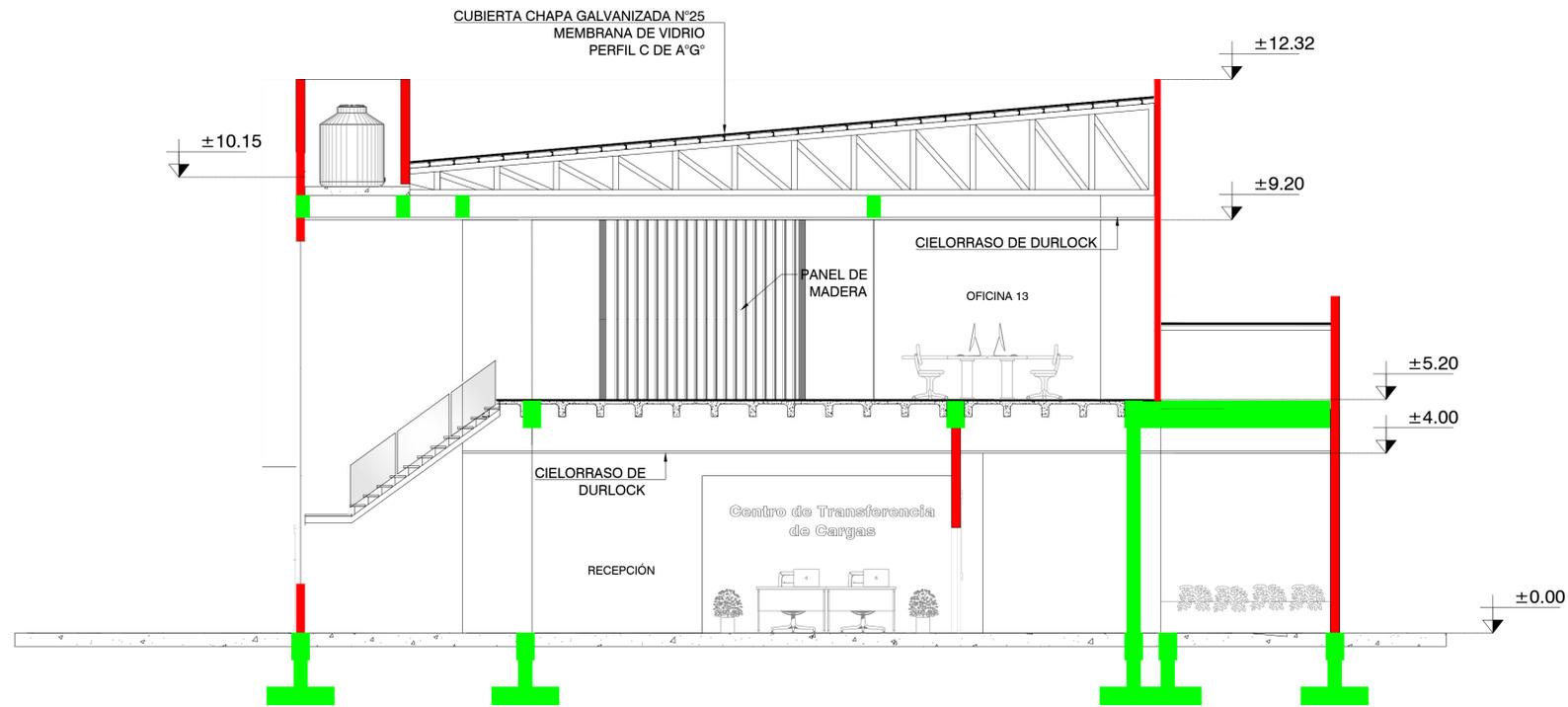


**UTN CDU** ANTEPROYECTO ARQ.  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

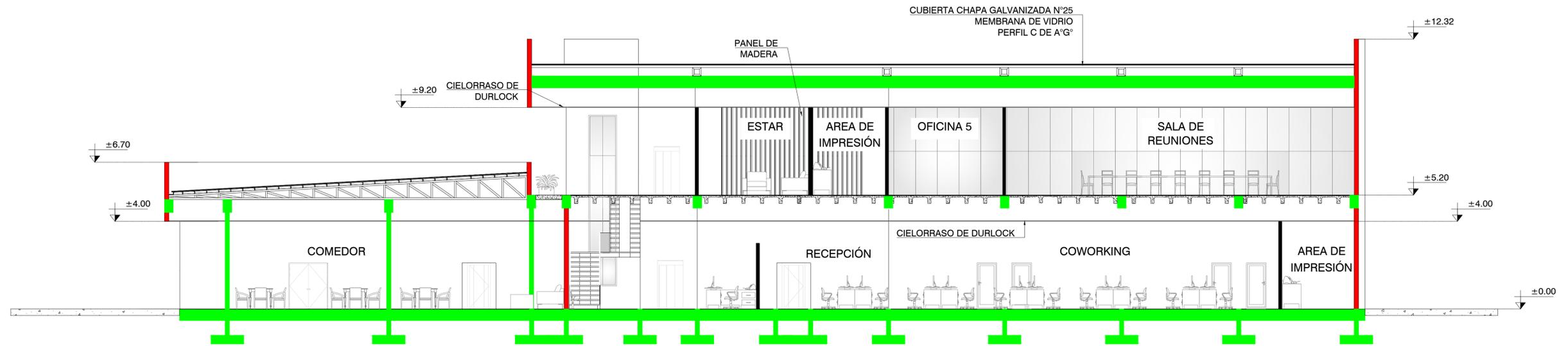
ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>03</b>	<b>PLANTA ALTA EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA 1/100



ALUMNAS:	PROFESORES:	
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>04</b>	<b>PLANTA DE TECHOS EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA 1/100

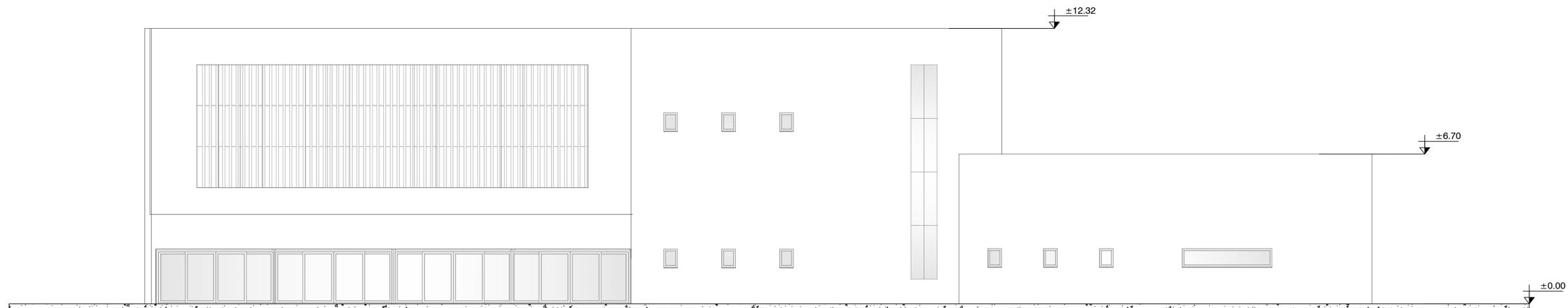


CORTE A-A  
ESC. 1/75

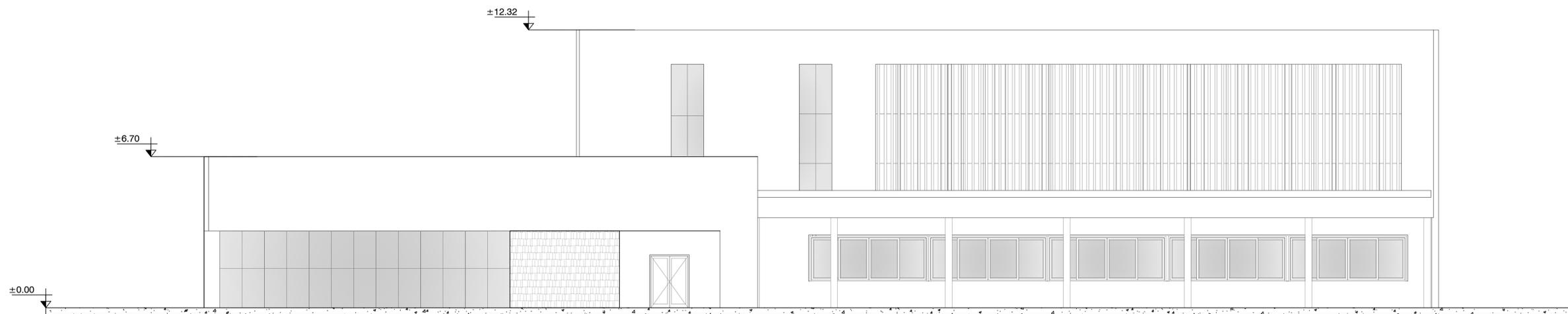


CORTE A-A  
ESC. 1/100

ALUMNAS:	PROFESORES:	
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° 05	CORTES EDIFICIO - C.T.C.	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA INDICADAS

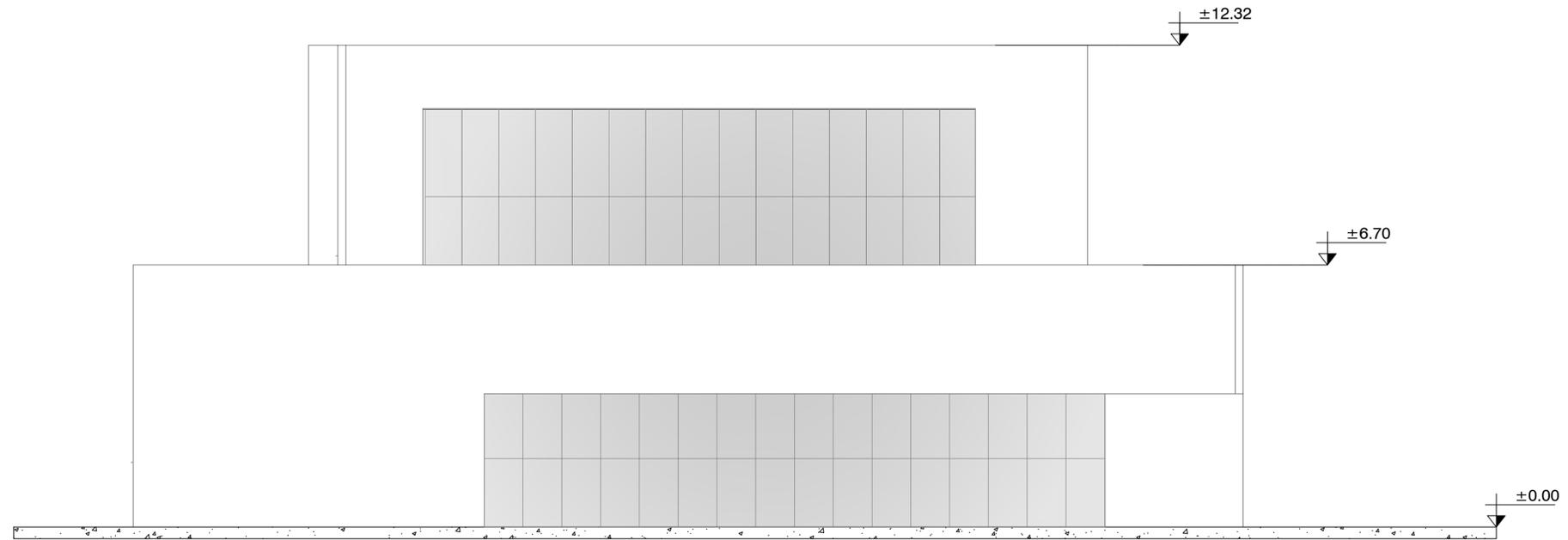


ALZADO NORTE  
ESC. 1/100

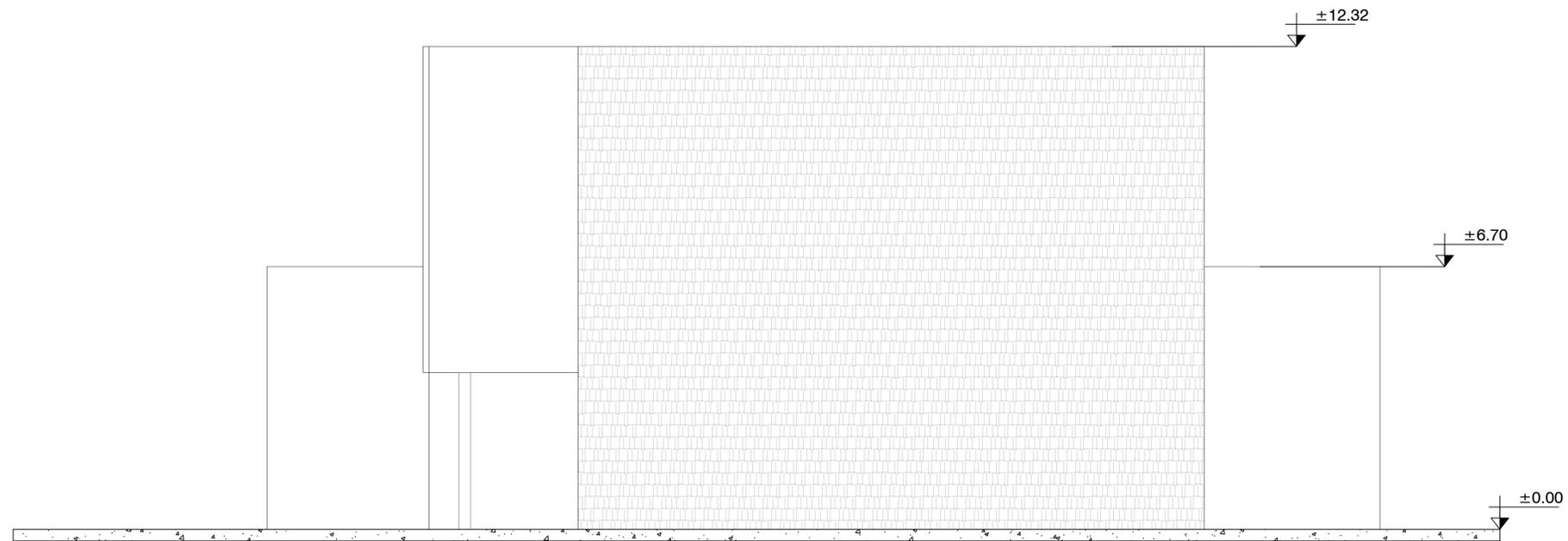


ALZADO SUR  
ESC. 1/100

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>06</b>	VISTAS EDIFICIO - C.T.C.	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022	ESCALA INDICADAS	

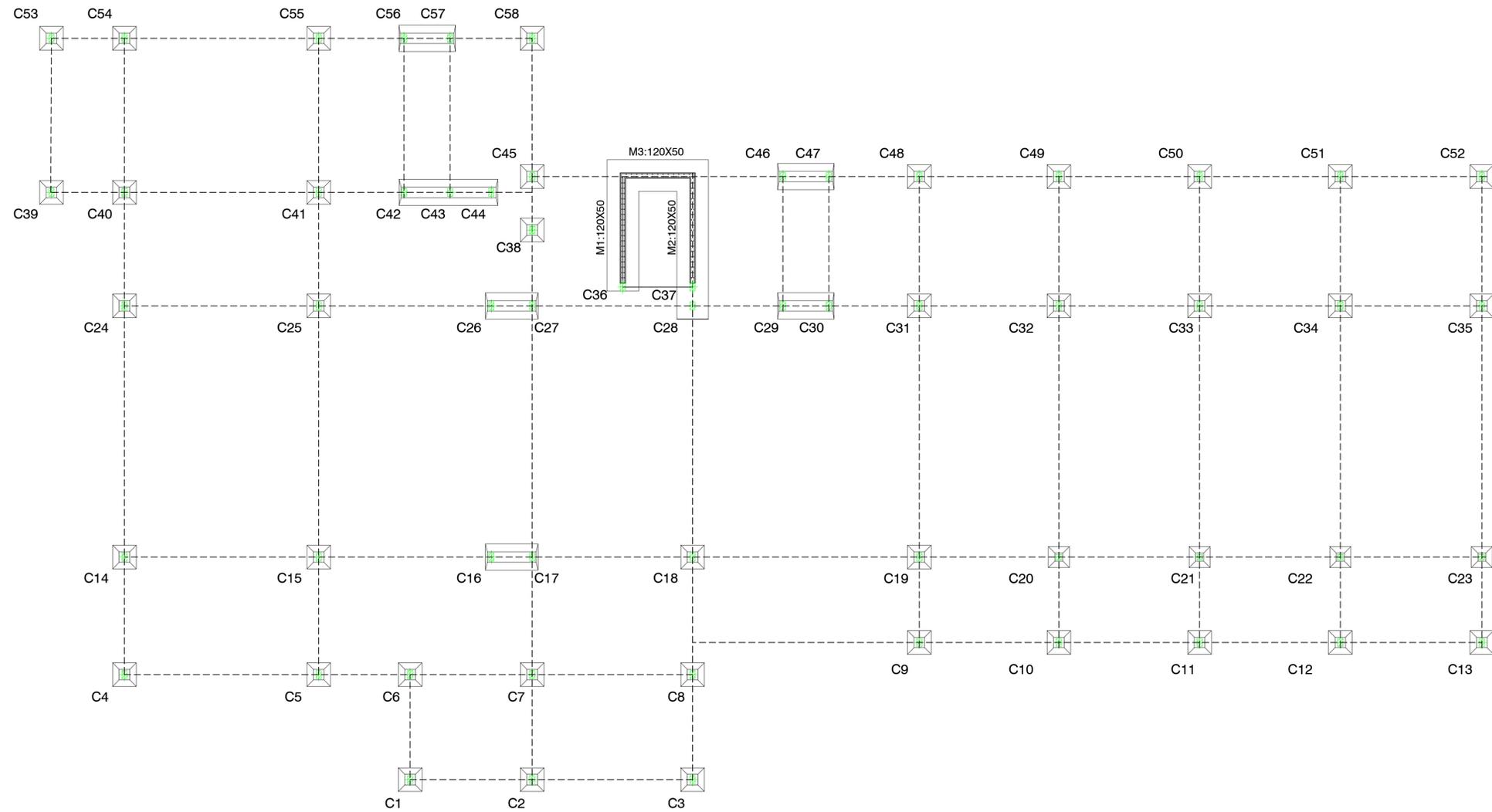
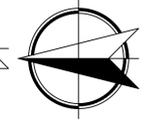


ALZADO OESTE  
ESC. 1/75

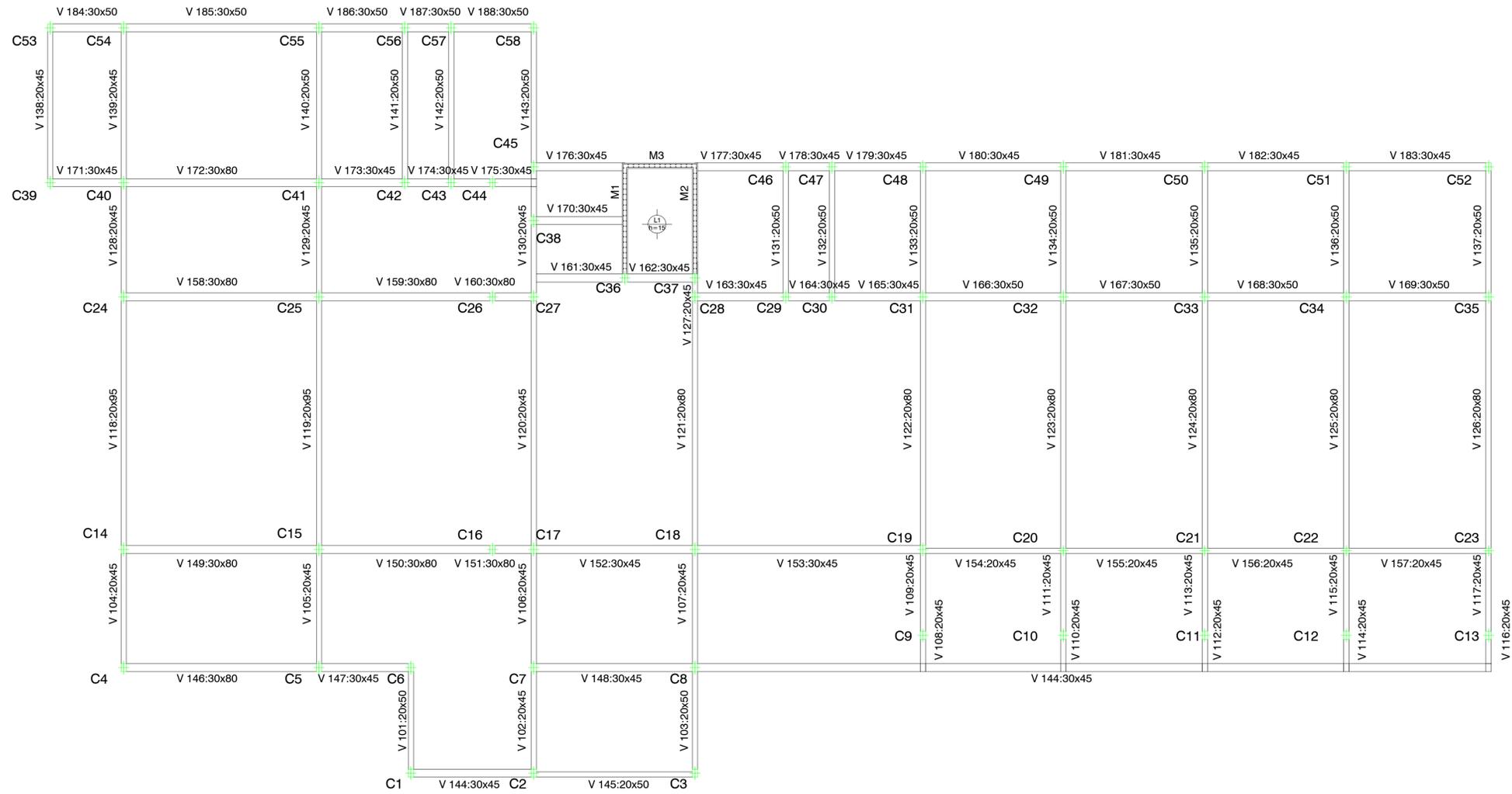


ALZADO ESTE  
ESC. 1/75

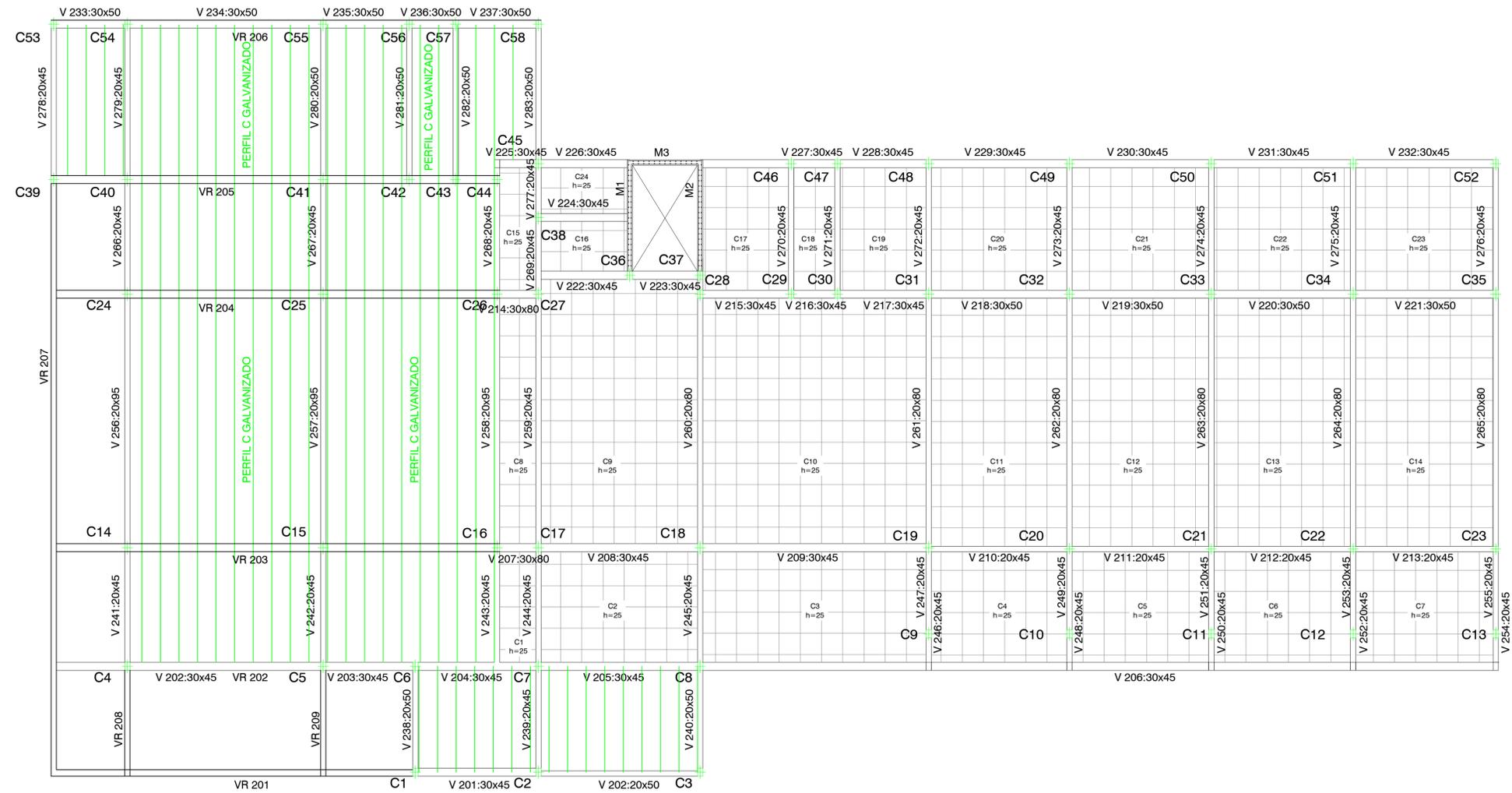
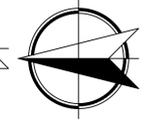
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>07</b>	VISTAS EDIFICIO - C.T.C.	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022	ESCALA INDICADAS	



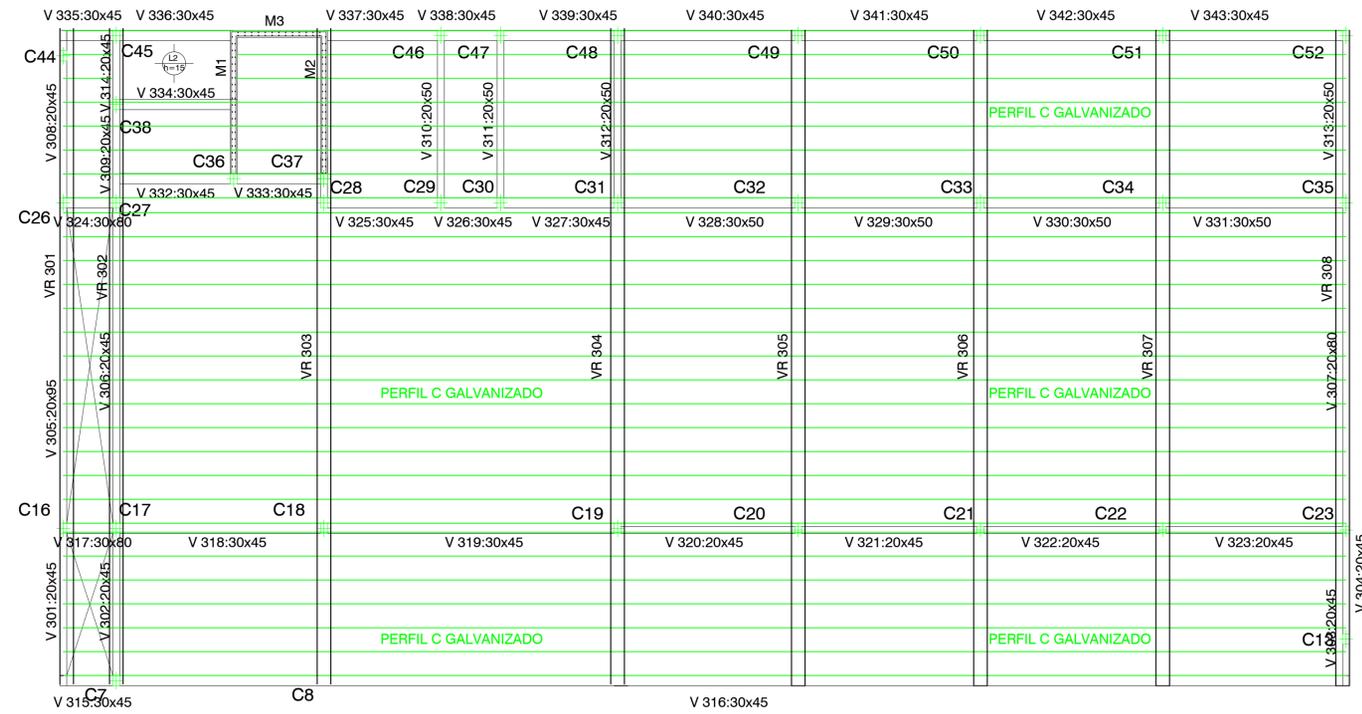
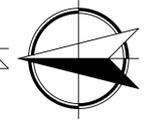
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>08</b>	<b>FUNDACIONES EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022	ESCALA 1/100	



ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N <sup>o</sup> <b>09</b>	<b>ESTRUCTURA PB EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA 1/100



ALUMNOS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N <sup>o</sup> <b>10</b>	<b>ESTRUCTURA PA EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA 1/100



ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>11</b>	<b>ESTRUCTURA DE TECHOS EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022	ESCALA 1/100	

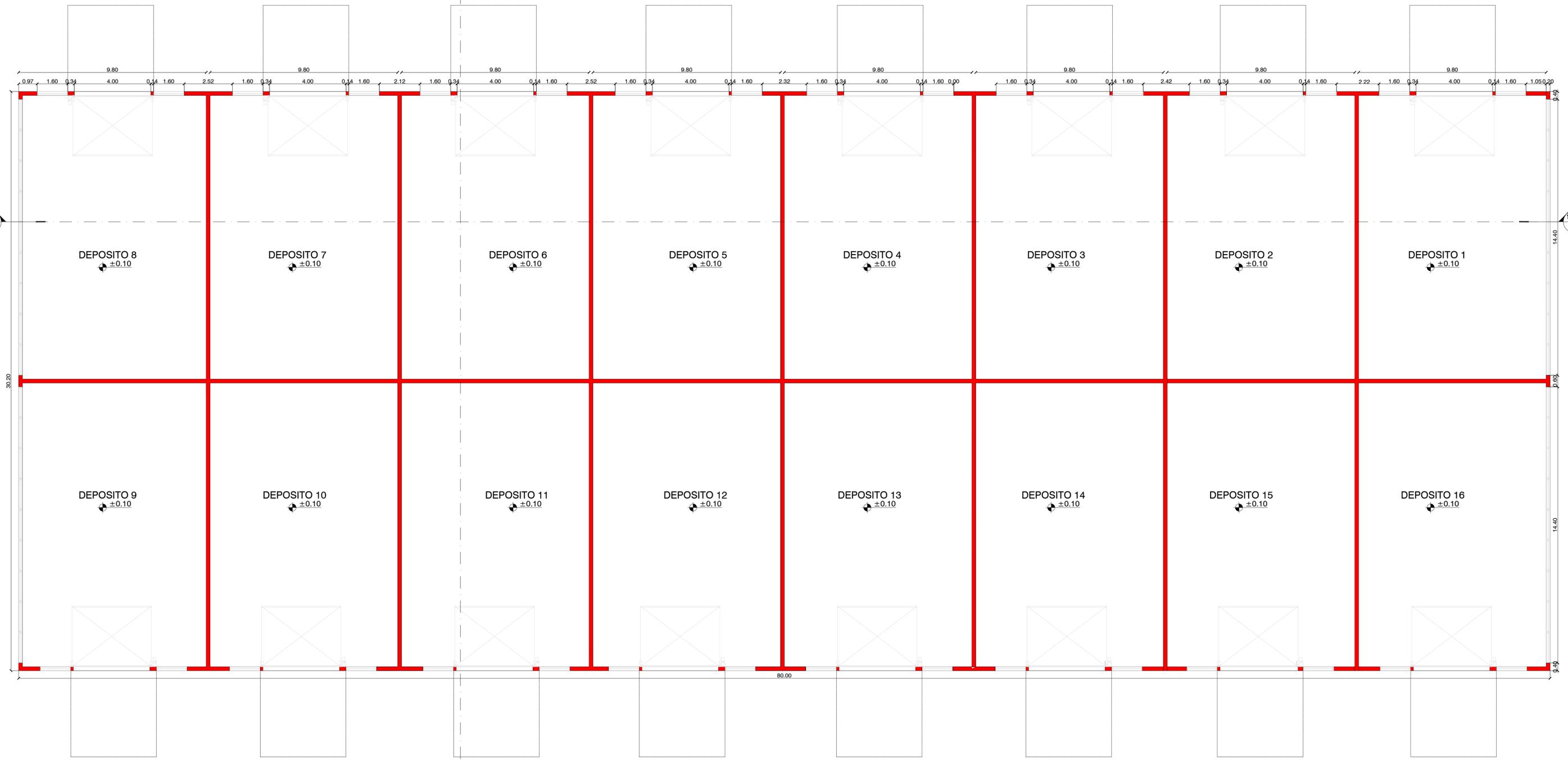


AAA

AAA

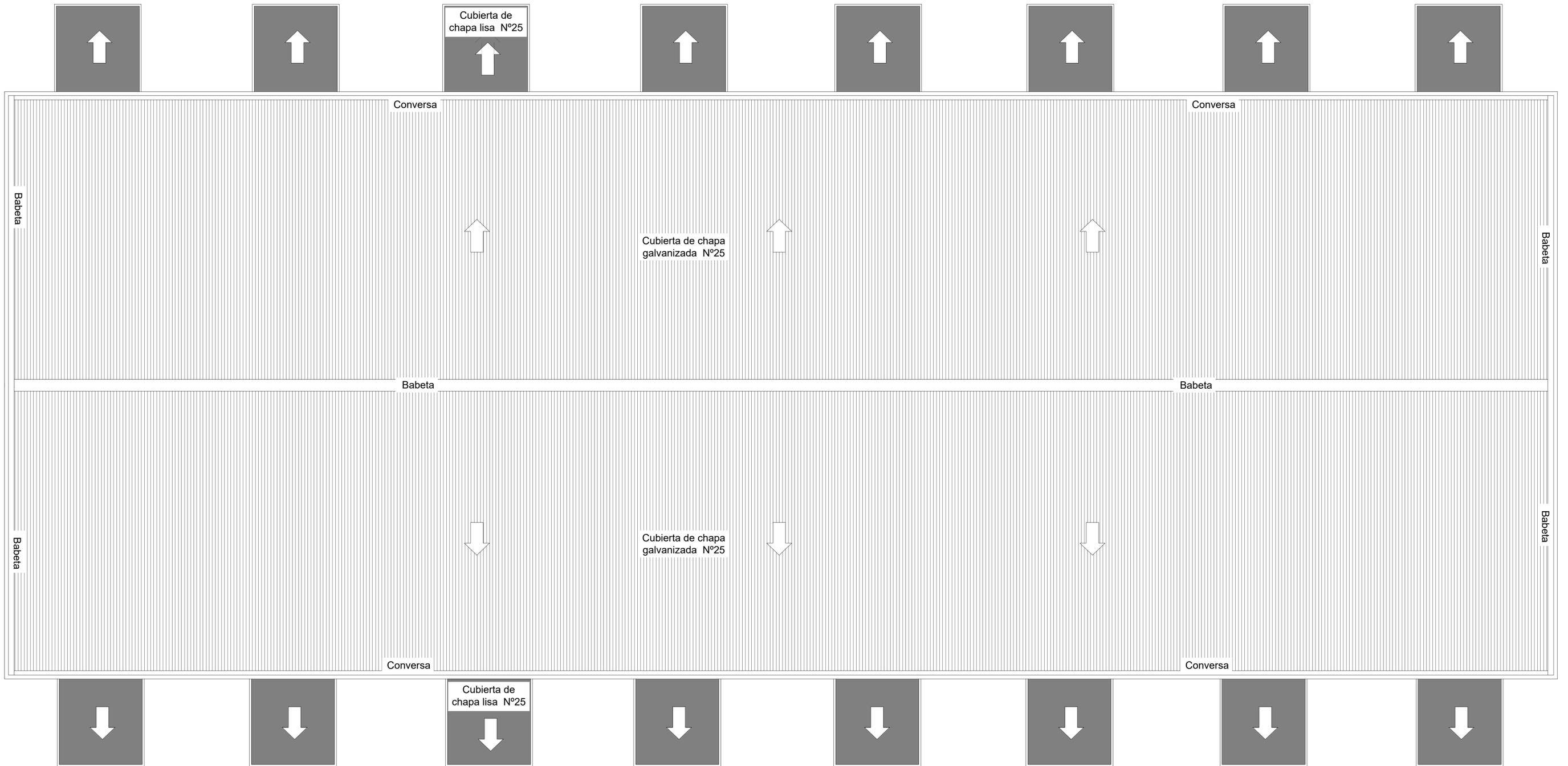
B-B

B-B

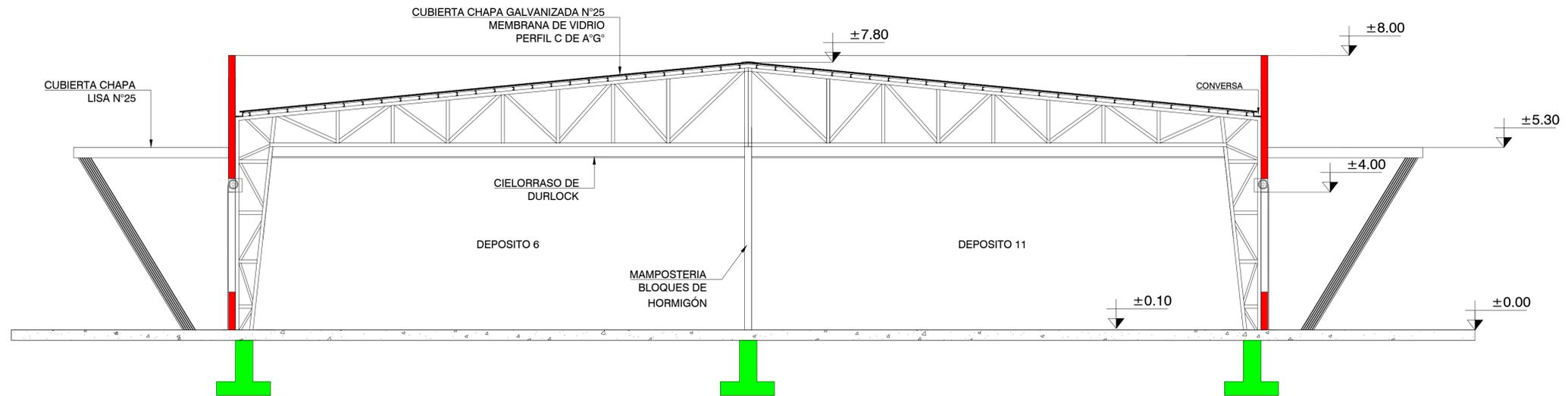


**UTN CDU** **ANTEPROYECTO ARQ.**  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

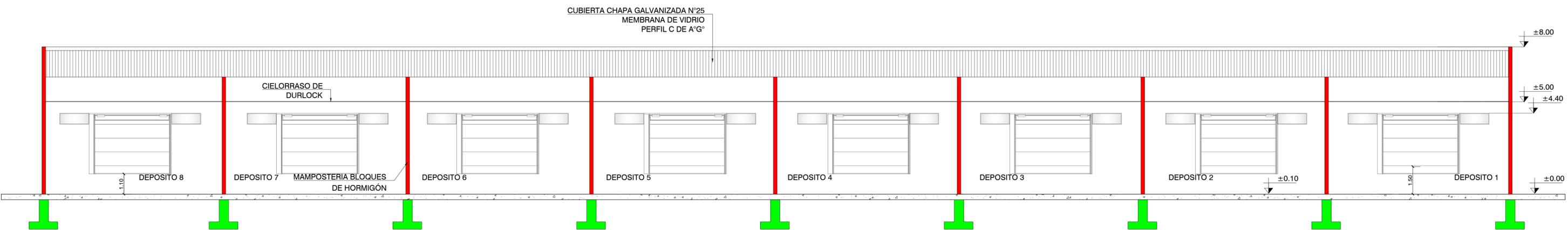
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>12</b>	<b>PLANTA DEPOSITOS</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA 1/100



ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>13</b>	<b>PLANTA DE TECHOS DEPOSITOS</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022	ESCALA 1/100	

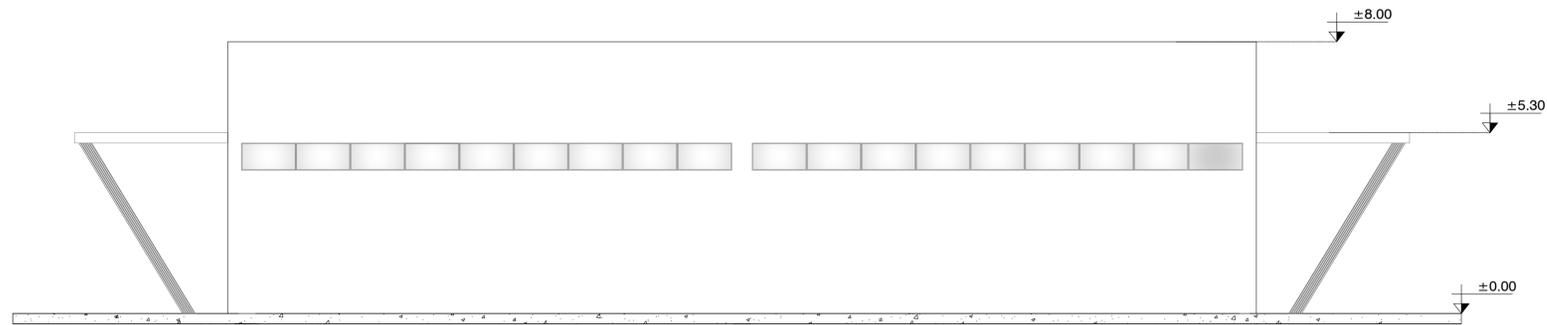


CORTE A-A  
ESC. 1/75



CORTE B-B  
ESC. 1/100

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>14</b>	<b>PLANTA DE TECHOS DEPOSITOS</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA INDICADA

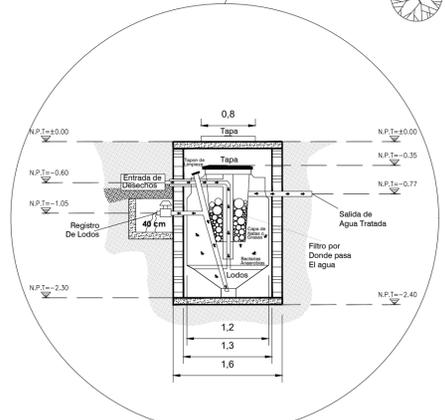
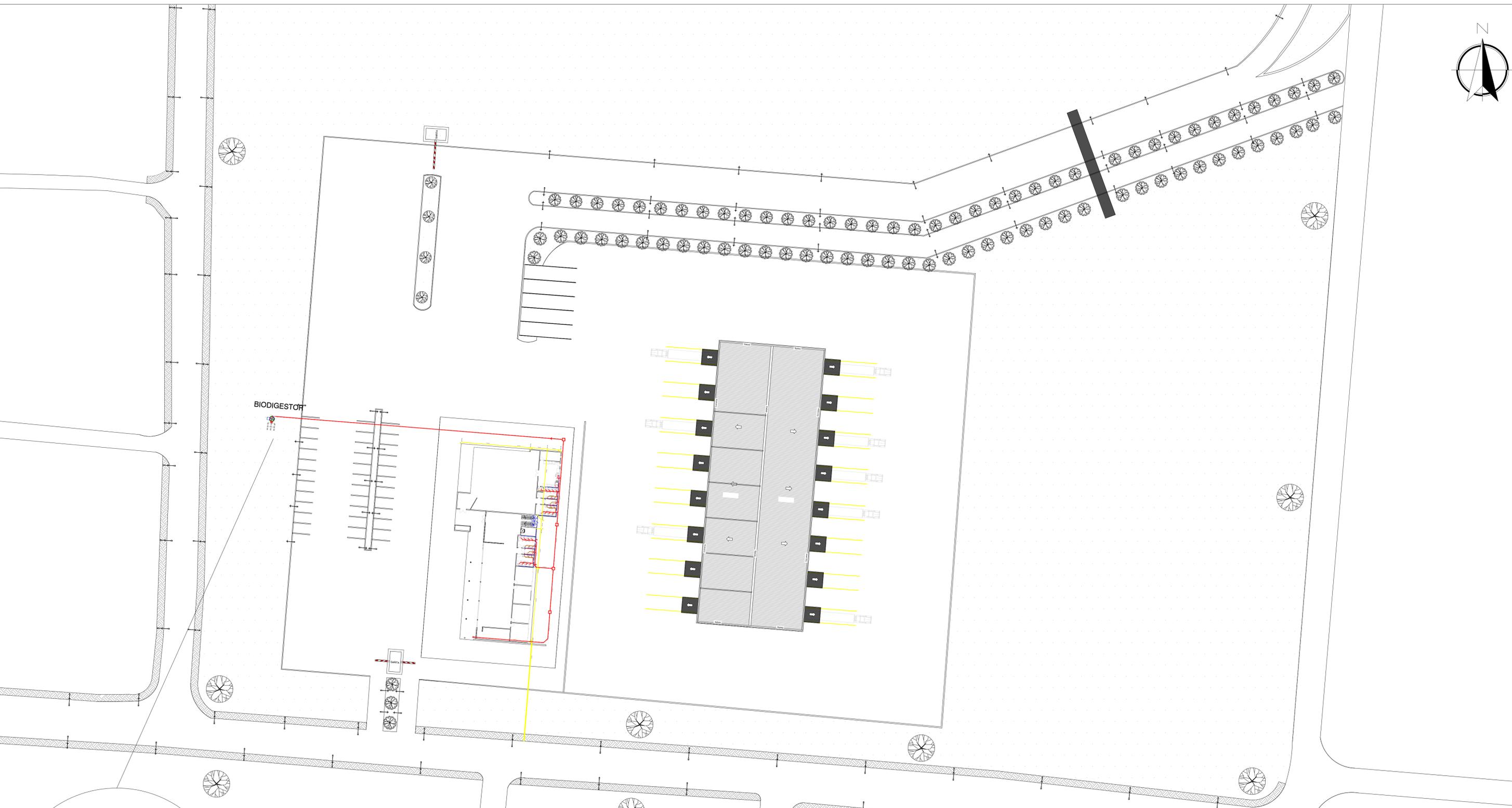


ALZADO NORTE-SUR  
ESC. 1/100



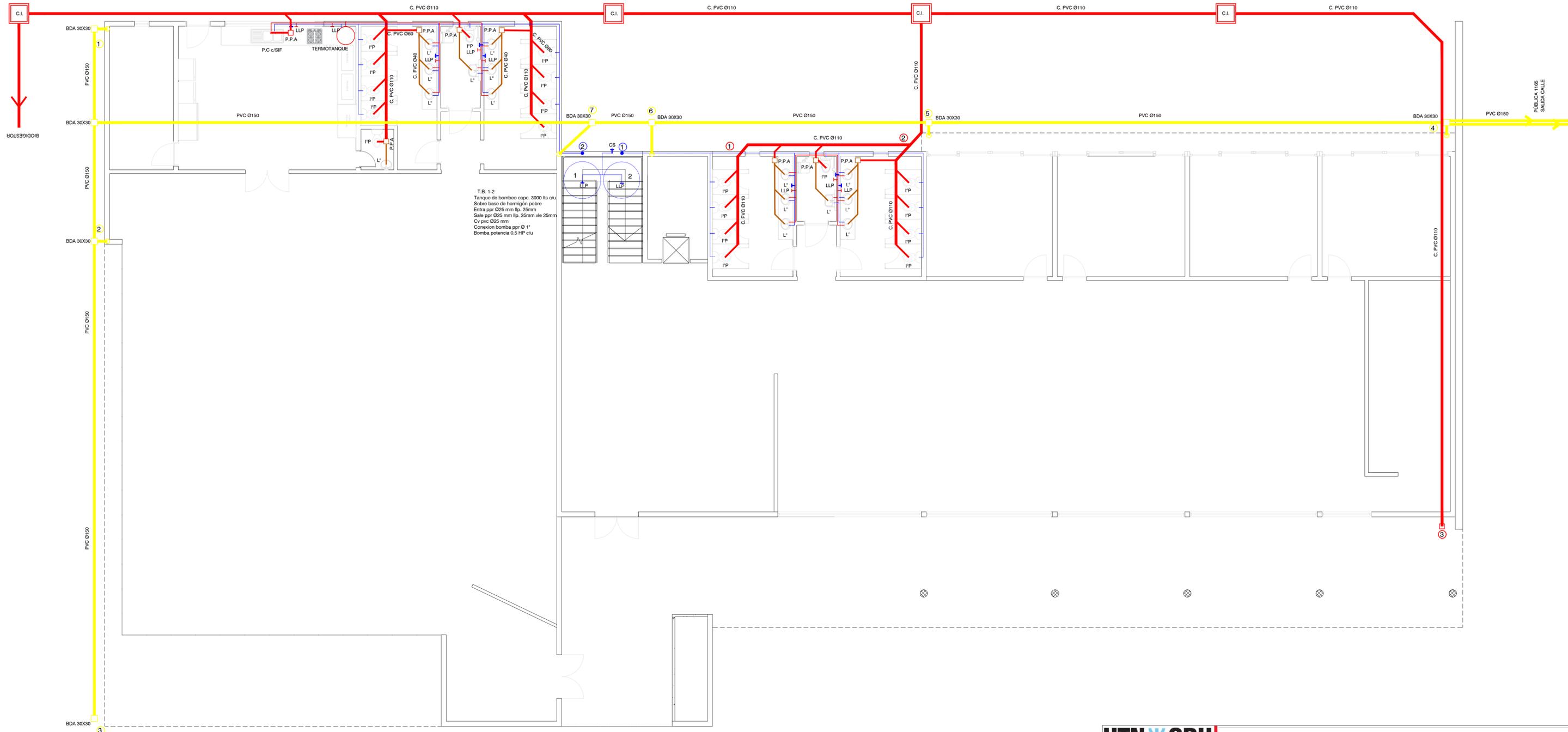
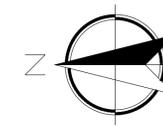
ALZADO ESTE - OESTE  
ESC. 1/100

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N.º <b>15</b>	<b>VISTAS DEPOSITO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA INDICADAS



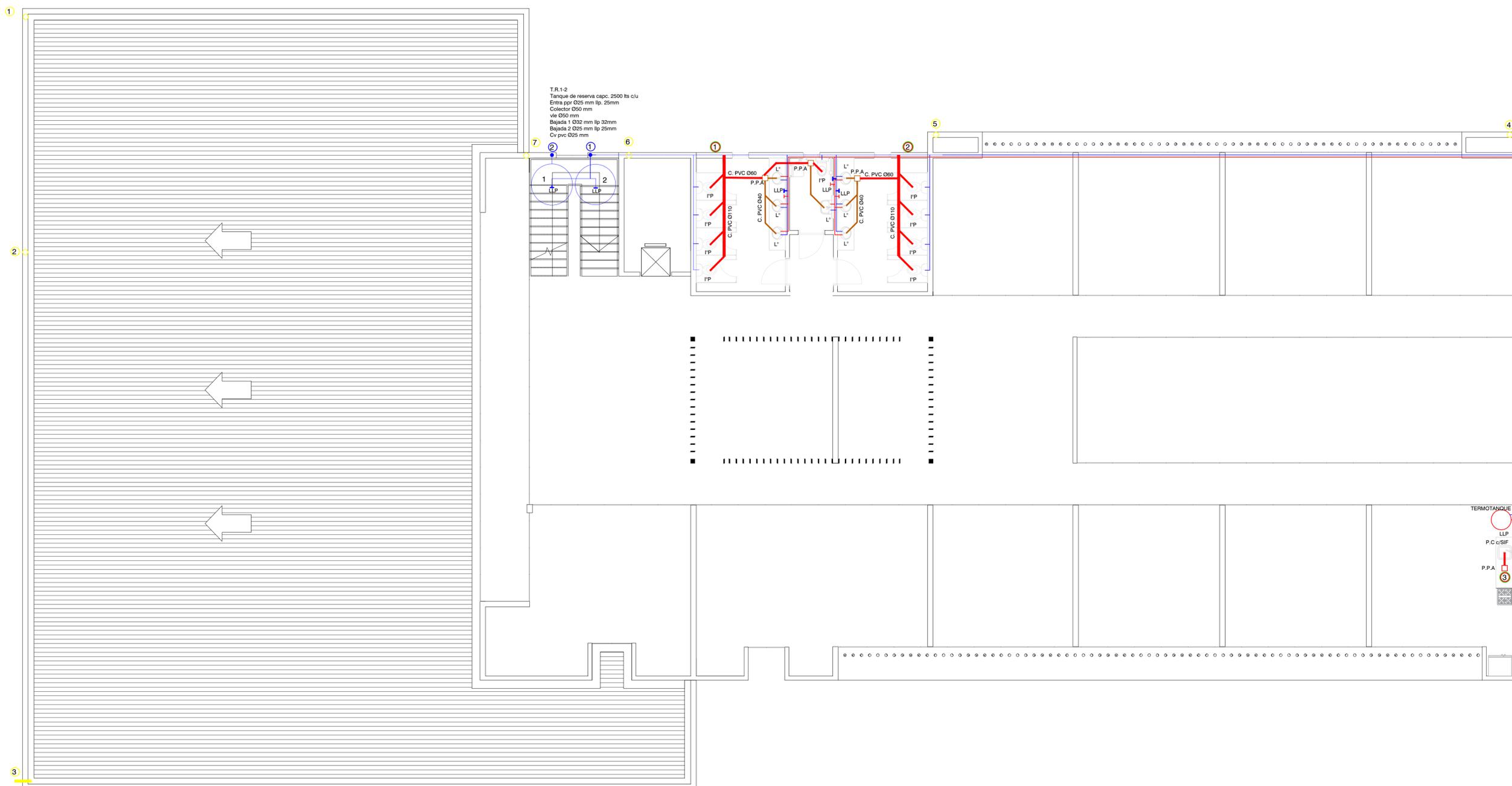
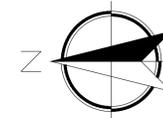
**UTN CDU** **ANTEPROYECTO ARQ.**  
Concepción del Uruguay  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Concepción del Uruguay

ALUMNAS:	FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES:	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL					
PLANO N °	16		INST. SANITARIA	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS	
FECHA		2022	ESCALA		S/E



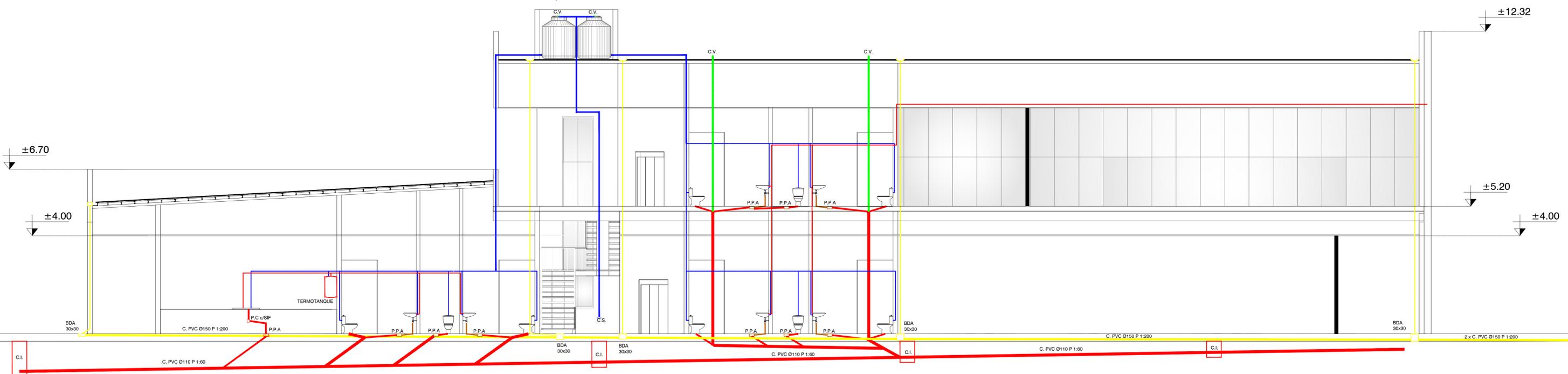
T.B. 1-2  
 Tanque de bombeo capc. 3000 lts c/u  
 Sobre base de hormigón pobre  
 Entra ppr Ø25 mm lp. 25mm  
 Sale ppr Ø25 mm lp. 25mm vie 25mm  
 Cv pvc Ø25 mm  
 Conexión bomba ppr Ø 1"  
 Bomba potencia 0,5 HP c/u

<b>UTN * CDU</b> Concepción del Uruguay <small>Universidad Tecnológica Nacional          Facultad Regional Concepción del Uruguay</small>		<b>ANTEPROYECTO ARQ.</b>	
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N ° <b>17</b>	<b>INST. SANITARIA          PLANTA BAJA EDIFICIO C.T.C.</b>		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022			ESCALA 1/75

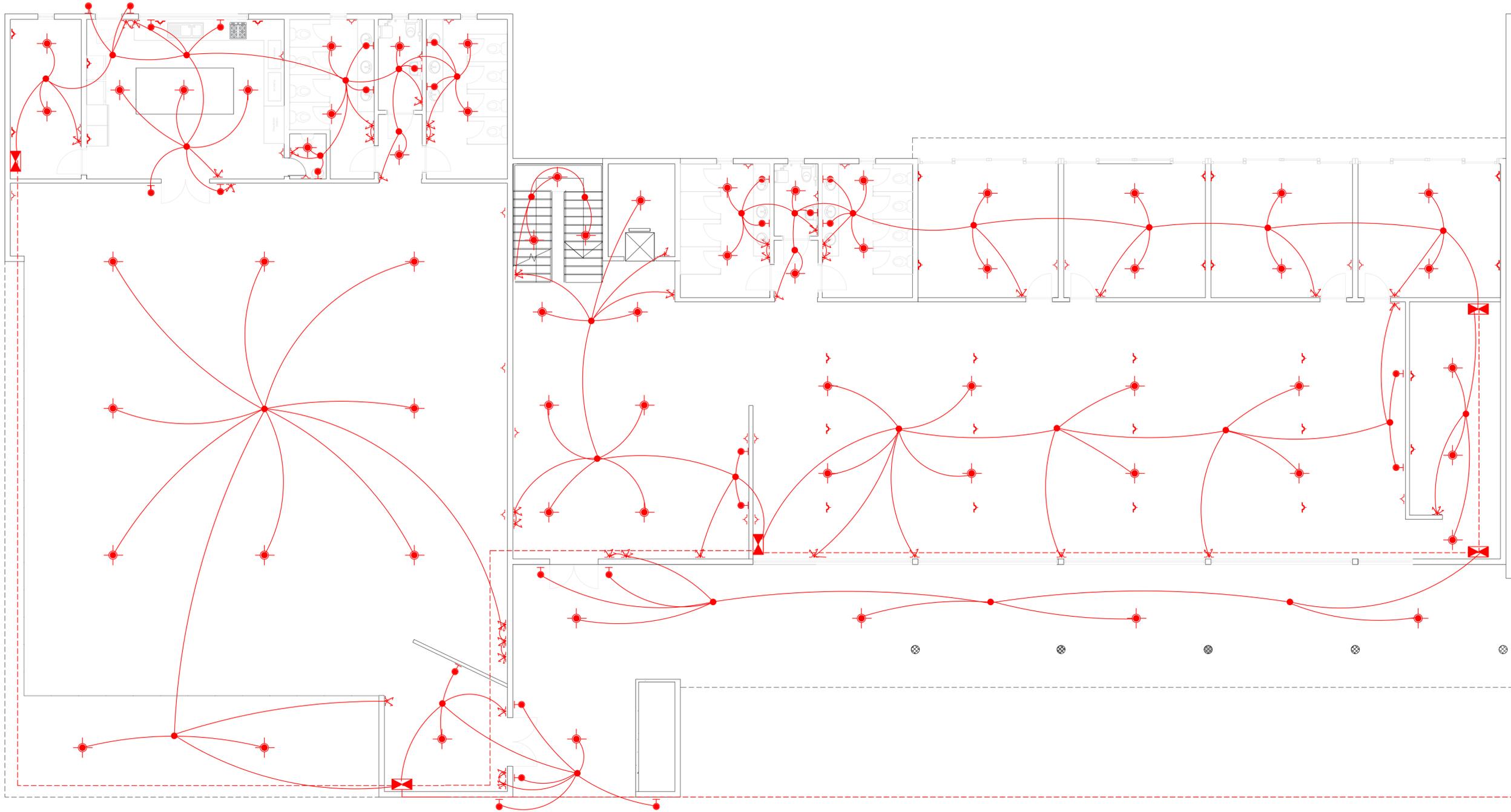


ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N ° <b>18</b>	INST. SANITARIA PLANTA ALTA EDIFICIO C.T.C.		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA	1/75

T.R.1.2  
 Tanque de reserva capc. 2500 lts c/u  
 Entra ppr Ø25 mm lp. 25mm  
 Colector Ø50 mm  
 ve Ø50 mm  
 Bajada 1 Ø32 mm lp 32mm  
 Bajada 2 Ø25 mm lp 25mm  
 Cv pvc Ø25 mm



ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>19</b>	INST. SANITARIA CORTE EDIFICIO C.T.C.	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA 1/75

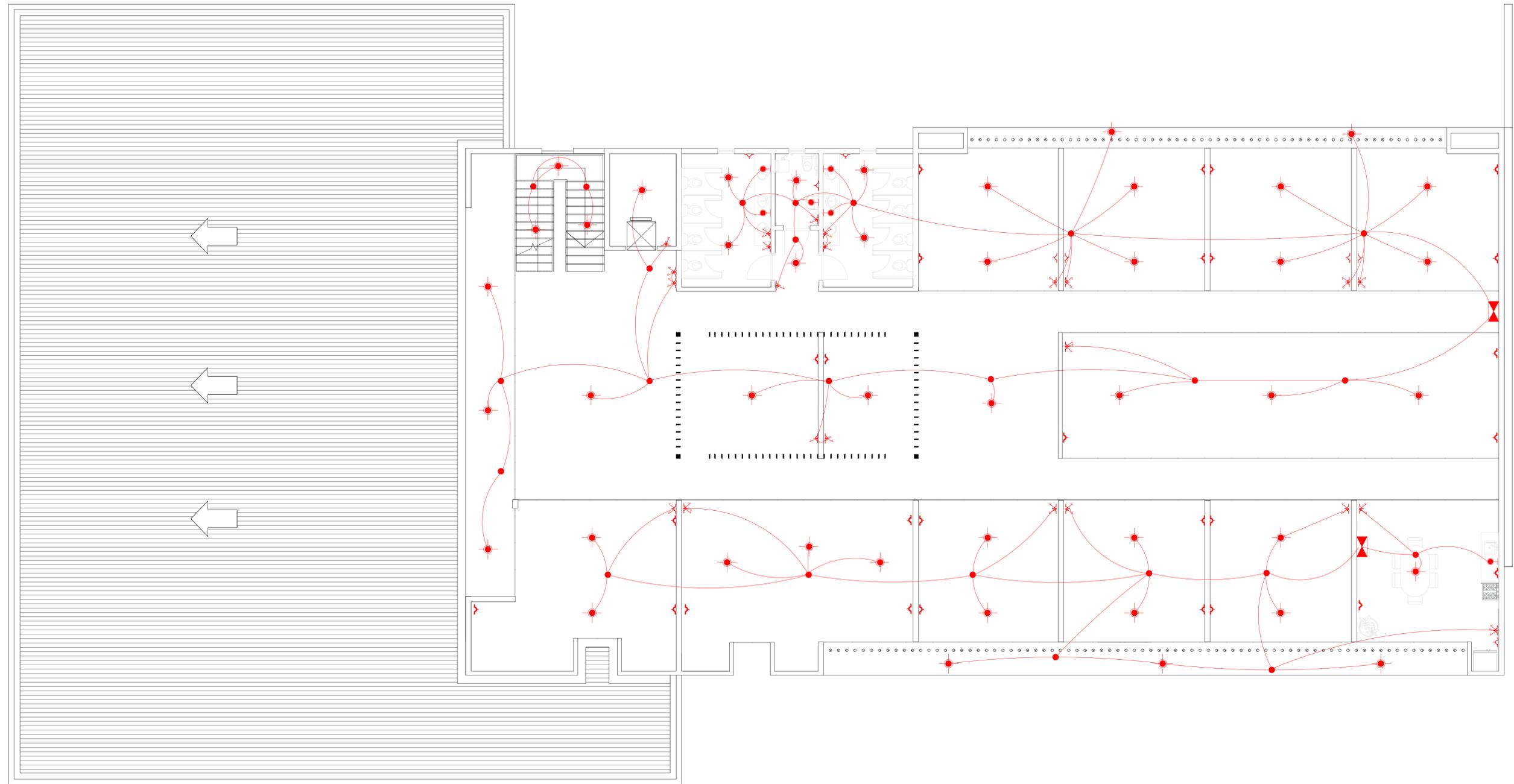


L.M  
Calle Pública 1165

- ◆ LUMINARIA
- BOCA DE ACCESO
- ~ TOMA SIMPLE
- ~ TOMA DOBLE
- ~ TOMA Y LLAVE
- ~ TOMA Y LLAVE COMBINADA
- ▣ TABLERO PRINCIPAL
- ▣ TABLERO SECCIONAL
- ⊞ MEDIDOR
- LINEA POR CIELORRASO
- LINEA SUBTERRANEA

**UTN CDU** ANTEPROYECTO ARQ.  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

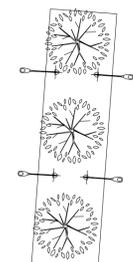
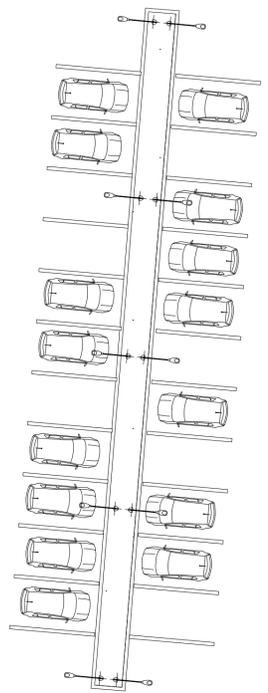
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>20</b>	<b>INST. ELECTRICA PLANTA BAJA EDIFICIO C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022	ESCALA 1/75	



-  LUMINARIA
-  BOCA DE ACCESO
-  TOMA SIMPLE
-  TOMA DOBLE
-  TOMA Y LLAVE
-  TOMA Y LLAVE COMBINADA
-  TABLERO PRINCIPAL
-  TABLERO SECCIONAL
-  MEDIDOR
-  LINEA POR CIELORRASO
-  LINEA SUBTERRANEA

**UTN CDU** ANTEPROYECTO ARQ.  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

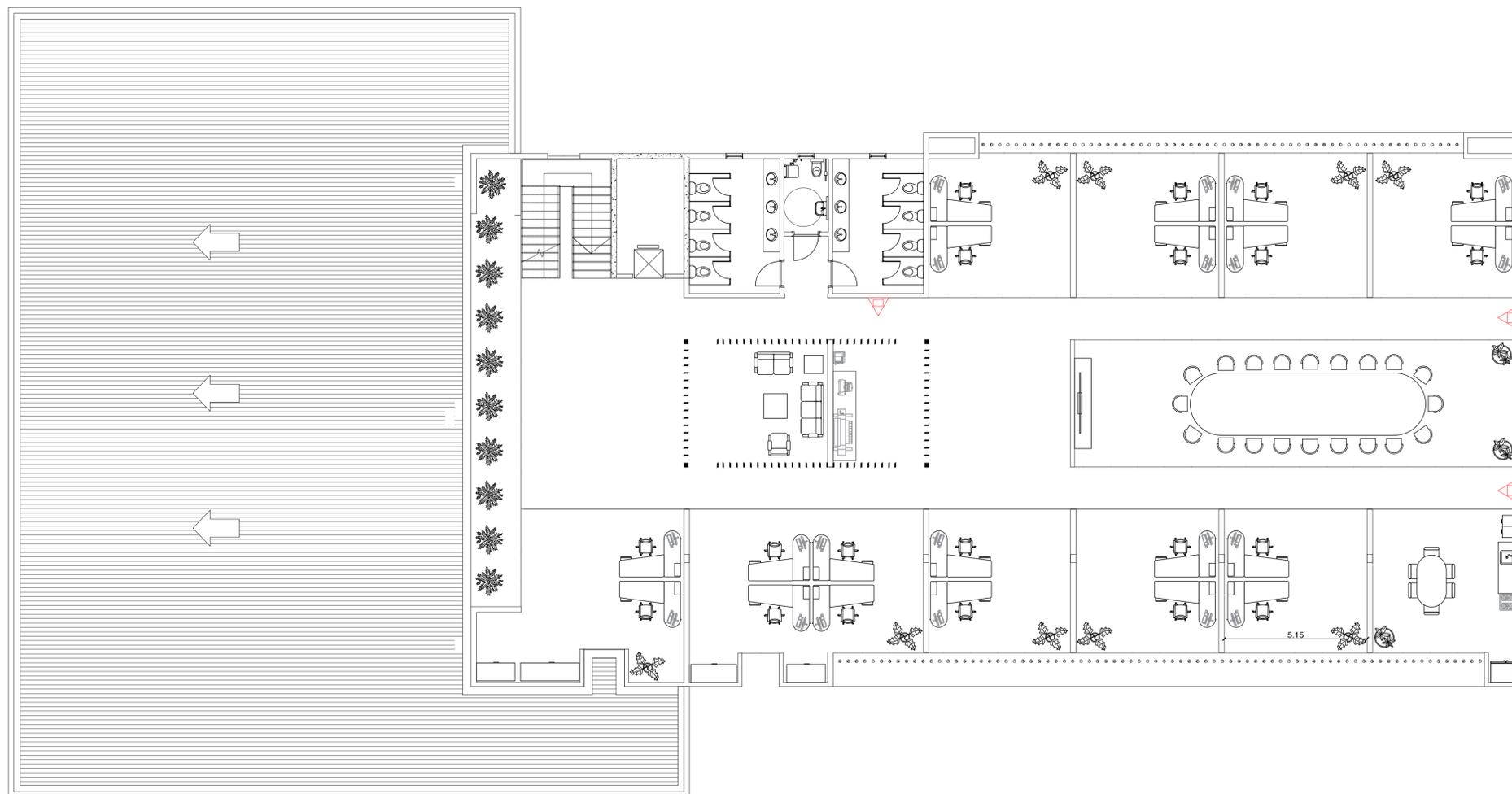
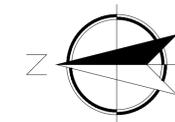
ALUMNAS:		PROFESORES:	
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N ° <b>21</b>	INST. ELECTRICA PLANTA ALTA EDIFICIO C.T.C.		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA	1/75



-  HIDRANTE C°H°G° 65 mm CON MANGUERA, LANZA CHORRO Y LLAVE DE AJUSTE
-  CAMARA DE INSPECCIÓN 60X60
-  MATAFUEGO MANUAL DE POLVO ABC 5Kg
-  MATAFUEGO MANUAL DE POLVO ABC 10Kg

**UTN CDU** **ANTEPROYECTO ARQ.**  
 Concepción del Uruguay  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Facultad Regional Concepción del Uruguay

ALUMNAS:	FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA	PROFESORES:	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N°	22	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIO EDIFICIO - C.T.C.	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA	1/200



-  HIDRANTE C°H°G° 65 mm CON MANGUERA, LANZA CHORRO Y LLAVE DE AJUSTE
-  CAMARA DE INSPECCIÓN 60X60
-  MATAFUEGO MANUAL DE POLVO ABC 5Kg
-  MATAFUEGO MANUAL DE POLVO ABC 10Kg

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>23</b>	<b>INSTALACIÓN CONTRA INCENDIO EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA 1/100



<b>UTN CDU</b> Concepción del Uruguay <small>Universidad Tecnológica Nacional          Facultad Regional Concepción del Uruguay</small>		<b>ANTEPROYECTO ARQ.</b>	
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N° <b>24</b>	<b>RENDERS EDIFICIO          C.T.C.</b>		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA	S/E



ESPACIO COWORKING



RECEPCIÓN- EDIFICIO DE OFICINAS



SALA DE ESTAR PLANTA ALTA



OFICINA DE PLANTA ALTA

<b>UTN * CDU</b> Concepción del Uruguay <small>Universidad Tecnológica Nacional          Facultad Regional Concepción del Uruguay</small>		<b>ANTEPROYECTO ARQ.</b>	
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N ° <b>25</b>	<b>RENDERS INTERIORES          C.T.C.</b>		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022			ESCALA S/E



**UTN CDU** Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Concepción del Uruguay **ANTEPROYECTO ARQ.**

ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>26</b>	<b>RENDERS DEPOSITO EDIFICIO - C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA S/E



EDIFICIO DE OFICINAS



INGRESO SOBRE CALLE PÚBLICA 1165



GALERÍA DE EDIFICIO DE OFICINAS



INGRESO SOBRE CALLE PÚBLICA 1165

ALUMNAS:		PROFESORES:	
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N°	RENDERS ENTORNO		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA
27	C.T.C.		DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA	S/E



CALLE PÚBLICA 1165



INGRESO POR RUTA PROVINCIAL N°39

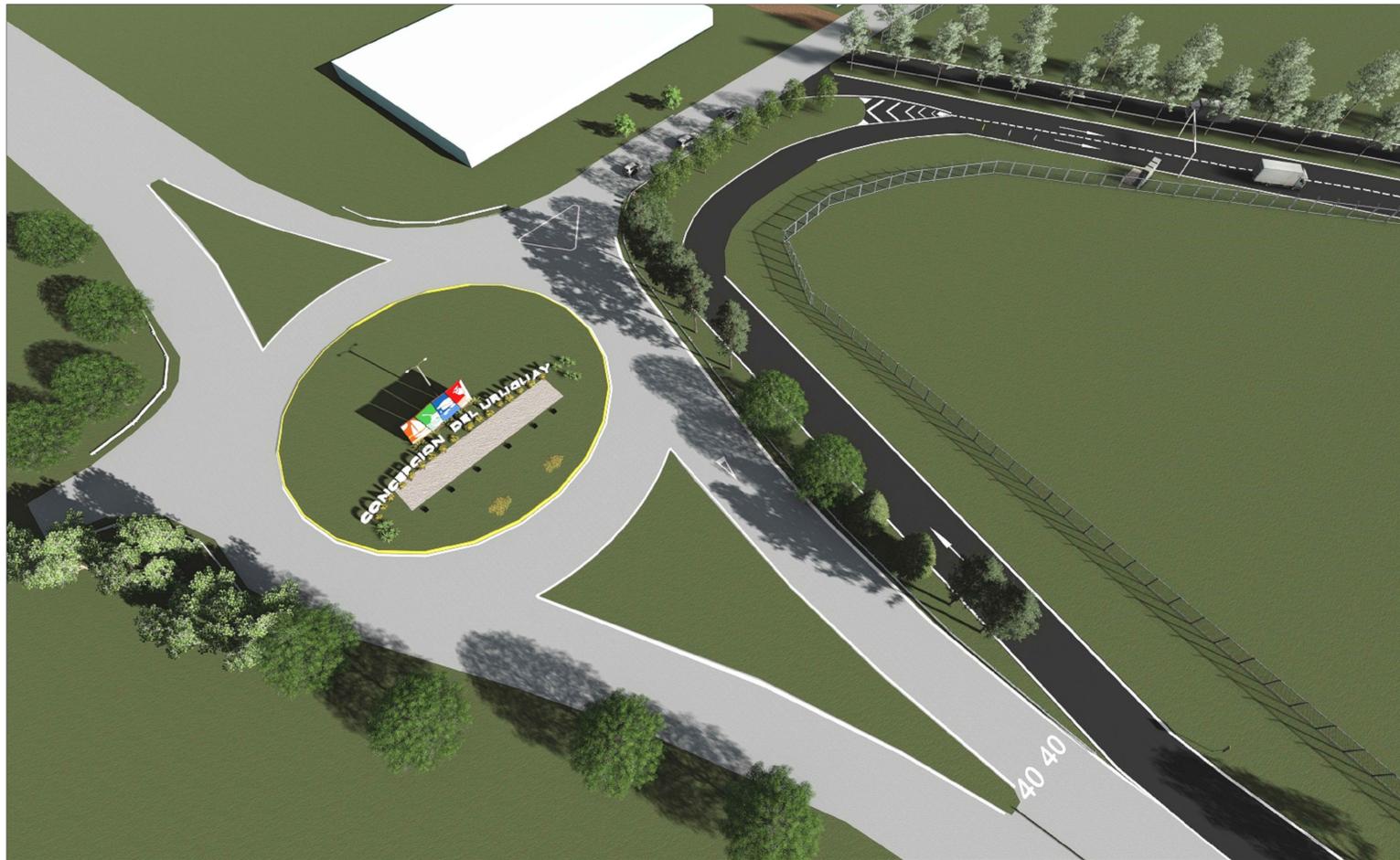


DEPÓSITOS



ACCESO A CENTRO DE TRANSFERENCIA POR RUTA PROVINCIAL N°42

ALUMNAS:		PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>28</b>	<b>RENDERS ENTORNO C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	2022	ESCALA S/E



VISTA AÉREA DE ACCESO AL C.T.C



INGRESO AL C.T.C SOLO CAMIONES

<b>UTN CDU</b> Concepción del Uruguay <small>Universidad Tecnológica Nacional          Facultad Regional Concepción del Uruguay</small>		<b>ANTEPROYECTO ARQ.</b>
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N° <b>29</b>	<b>RENDERS EDIFICIO          C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA S/E



COMEDOR



COMEDOR

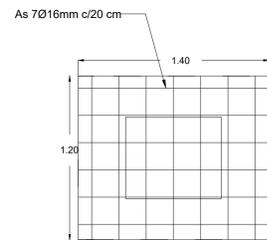
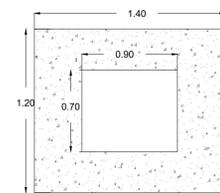
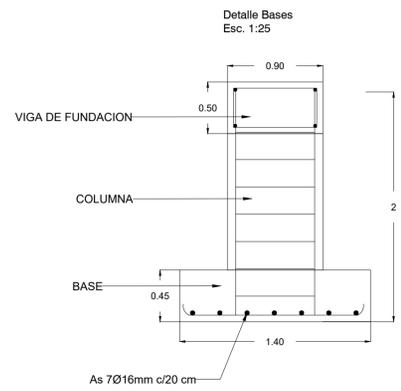


SALA DE REUNIONES

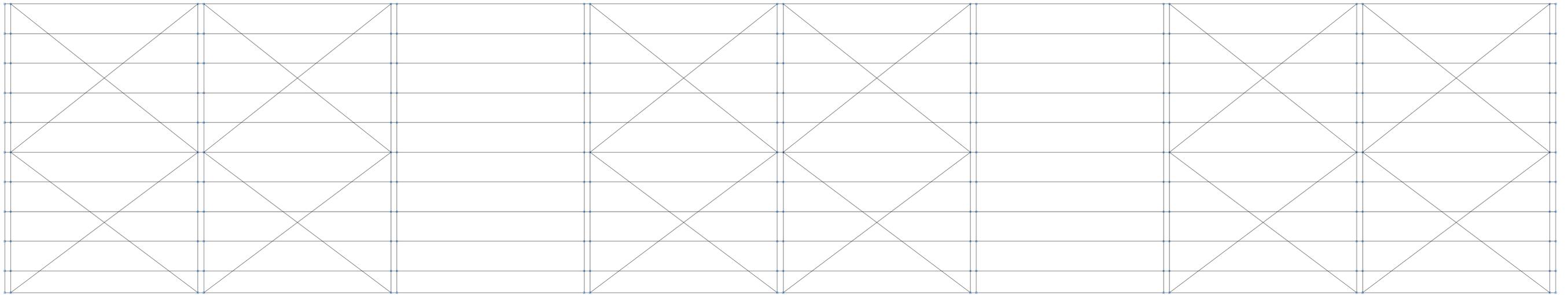


GALERÍA

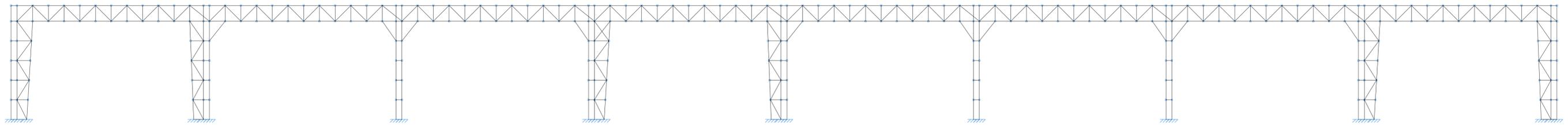
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL		
PLANO N ° <b>30</b>	<b>RENDERS INTERIORES C.T.C.</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022		ESCALA S/E



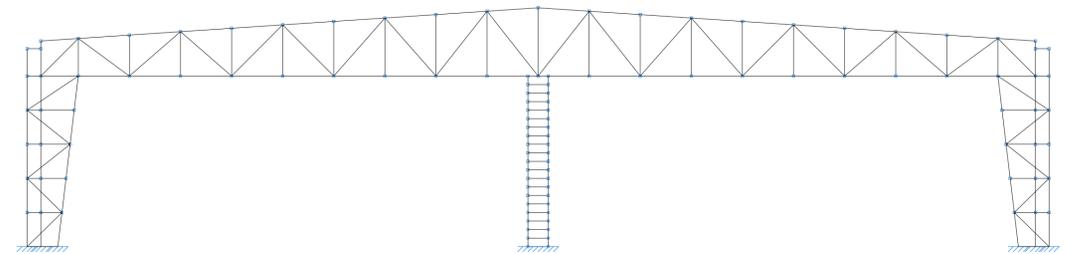
 <b>PROYECTO EJECUTIVO</b>	
ALUMNAS:	PROFESORES:
FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA	PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL	
PLANO N° <b>1</b>	PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA	ESCALA
2022	1/100



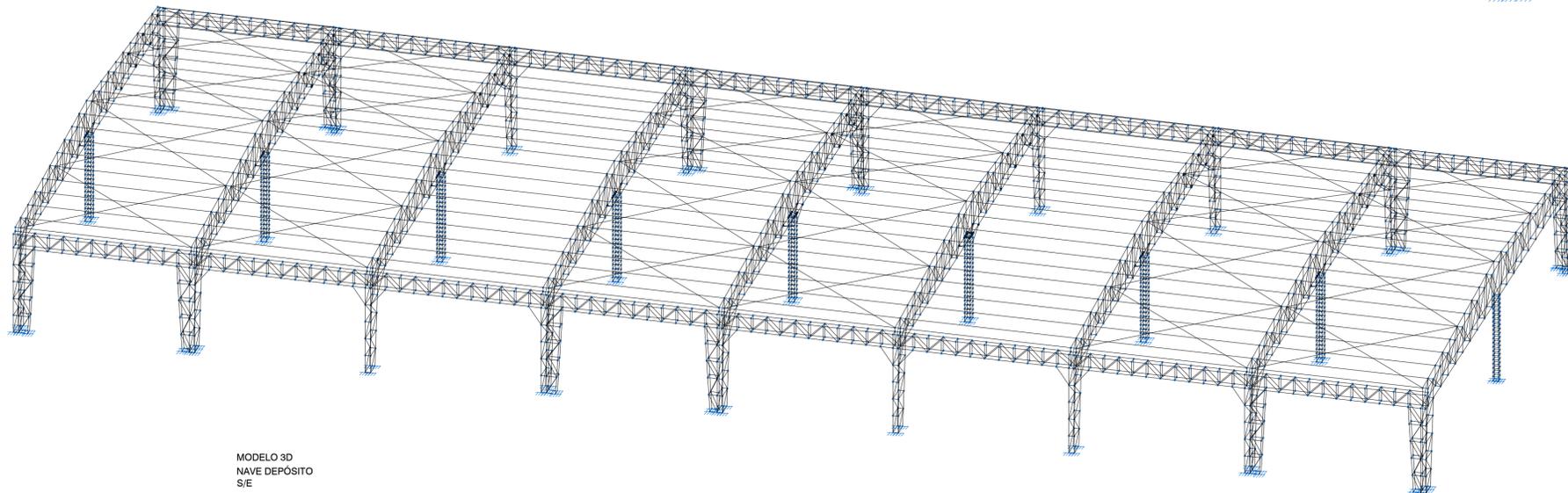
VISTA EN PLANTA CUBIERTA  
ESC- 1:100



VISTA LATERAL  
NAVE DEPÓSITO  
ESC. 1:100



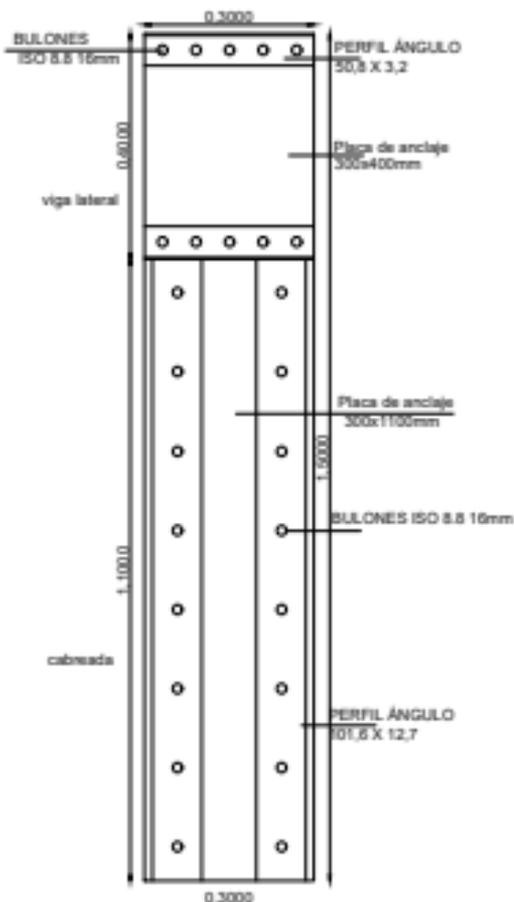
VISTA FRONTAL PÓRTICO  
MÁS SOLICITADO



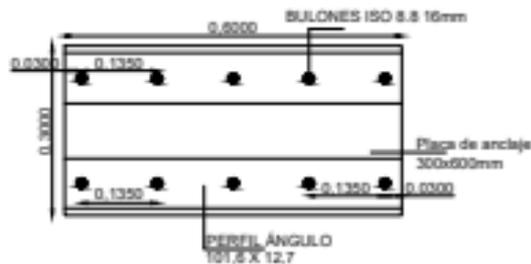
MODELO 3D  
NAVE DEPÓSITO  
S/E

 <b>UTN CDU</b> Concepción del Uruguay <small>Universidad Tecnológica Nacional          Facultad Regional Concepción del Uruguay</small>		<b>PROYECTO EJECUTIVO</b>	
ALUMNAS: FERNANDEZ LUCIA, MOREN ROCIO, RONCONI DELFINA		PROFESORES: PENON LUCIANO, SERSEWITZ VERONICA	
PROYECTO FINAL DE CARRERA - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO N ° <b>2</b>	<b>PLANO DE VISTAS          DEPOSITOS</b>		PLANOS CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS
FECHA 2022			ESCALA 1/100

Unión columna lateral-  
viga y cabreada



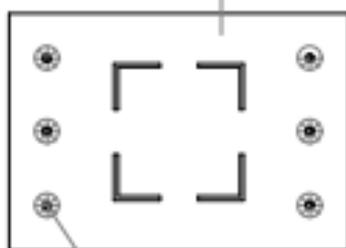
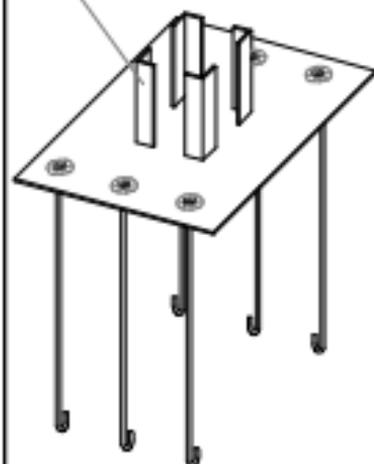
Unión columna intermedia-  
cabreada



 <b>PROYECTO EJECUTIVO</b>	
ALUMNO: INSTITUCIÓN LOCAL, UNIVERSIDAD, INSTITUCIÓN EDUCATIVA	PROFESOR: INSTITUCIÓN LOCAL, UNIVERSIDAD, INSTITUCIÓN EDUCATIVA
INSTITUCIÓN NACIONAL DE CALIDAD:	
PLANO N.º <b>3</b>	PLANO DE CENTRO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS DE CARGAS
FECHA:	HOJA:

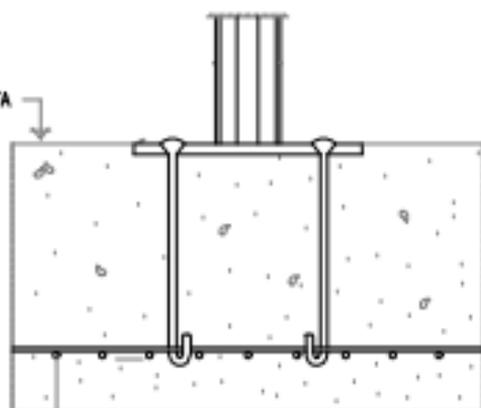
PLACA ESPESOR VARIABLE SEGÓN ESFUERZO REQUERIDO

Columna compuesta de perfiles ángulo



6 bolones soldados a la placa  
Ø 20

NIVEL SUPERIOR DE LA ZAPATA



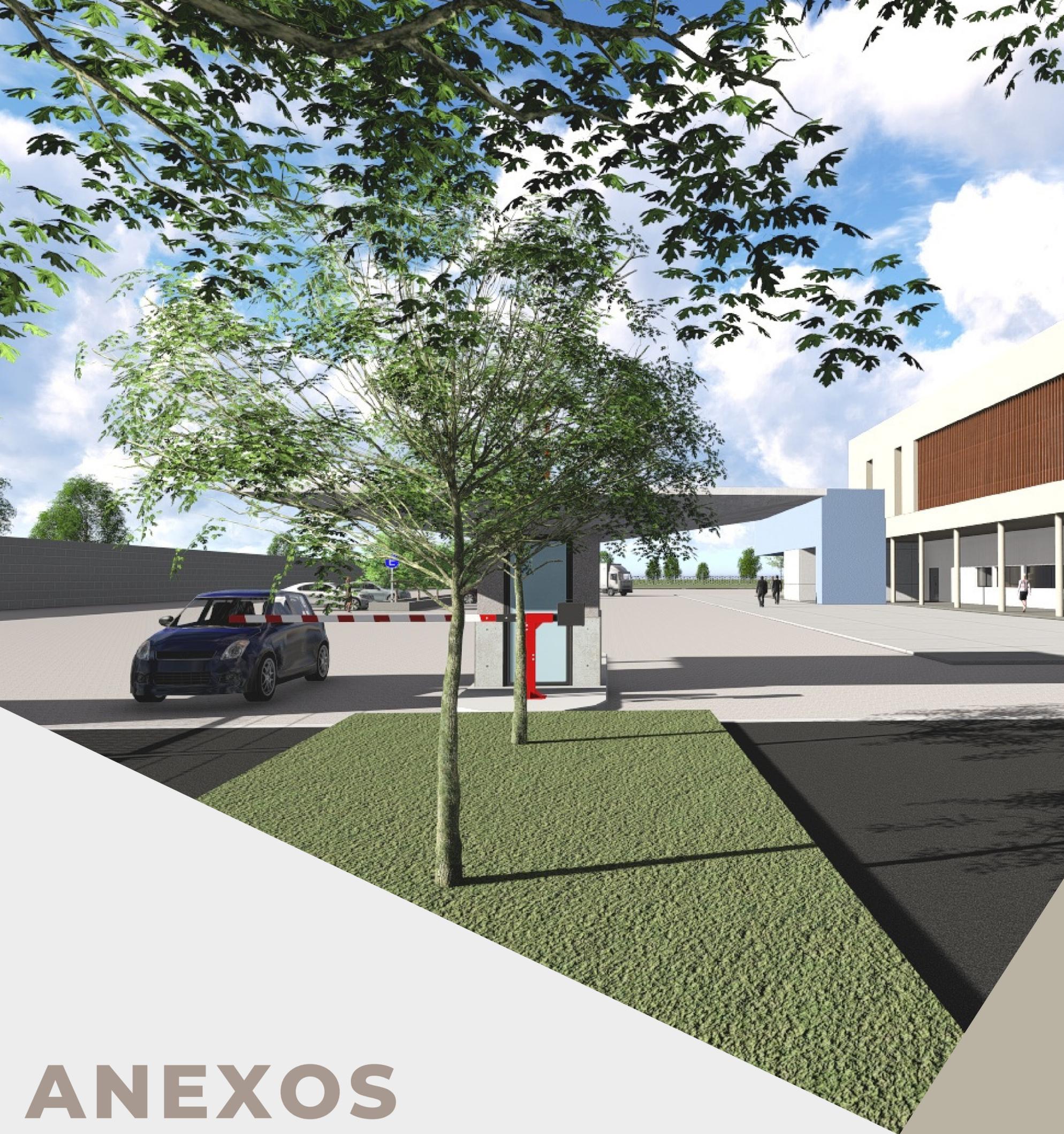
Capa de hormigón para limpieza (8 a 10 cm)

Entramado de zapata Ø16

STB

PROYECTO EJECUTIVO

ALUMNO		PROFESOR	
FERRERES, ANDRÉS RAÚL		FERRERES, ANDRÉS RAÚL	
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN - INGENIERÍA CIVIL			
PLANO Nº	DETALLES UNIONES- BOLAS Y BARRAS REINFORZAMIENTO	PLANO Nº DE TRANSFERENCIA	DE CÁRREGA
4			
PÁGINA	000	CÓDIGO	000



# ANEXOS

FERNANDEZ LUCIA  
MOREN ROCIO  
RONCONI DELFINA

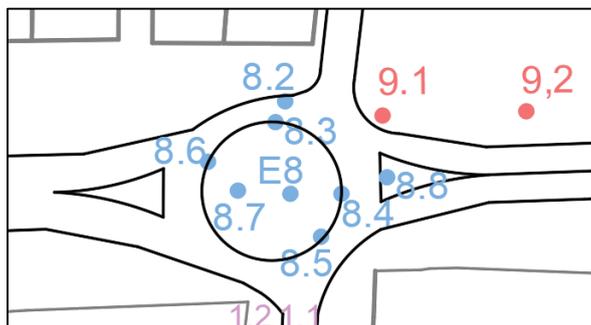
## ANEXOS ANTEPROYECTO HIDRAULICO

### RELEVAMIENTO PARTICULAR

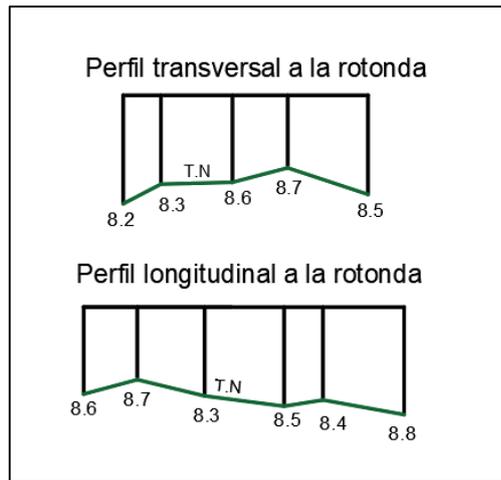
#### Ruta Provincial N° 39

ESTACIÓN	PERFIL LONGITUDINAL		DESNIVEL (m)
	PUNTO	LECTURA (m)	
E9	9.1	0,659	5,085
	9.2	0,725	
	9.3	1,75	
	9.4	1,975	
	9.5	2,15	
	9.6	2,32	
	9.7	2,665	
	9.8	3,178	
	9.9	3,46121	
	9.10	3,688	
	9.11	3,909	
	9.12	4,246	
	9.13	4,486	
	9.14	4,595	
	9.15	4,766	
	9.16	4,862	
	9.17	4,831	
	9.18	4,863	
	9.19	4,888	
	9.20	4,926	
	9.21	5,284	
	9.22	5,254	
	9.23	5,262	
	9.24	5,374	
	9.25	5,744	
PENDIENTE	0,59%		

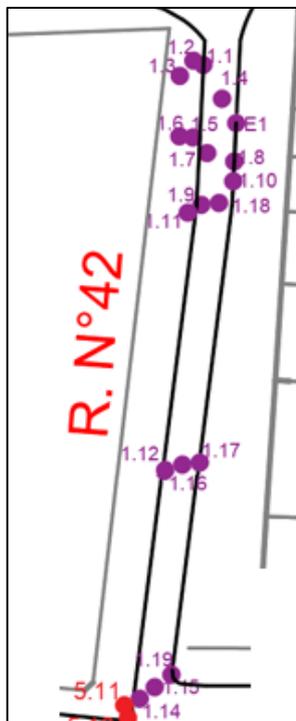
#### Rotonda de bienvenida



PERFIL LONGITUDINAL		
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)
E8	8.1	2,65
	8.2	1,745
	8.3	1,43
	8.4	1,495
	8.5	1,595
	8.6	1,4
	8.7	1,168
	8.8	1,73



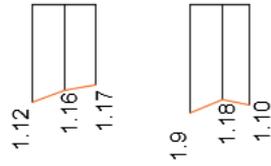
**Ruta Provincial Número 42**



ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)
RUTA 42	1.1	1,405
	1.2	1,81
	1.3	1,55
	1.4	1,47
	1.5	1,87
	1.6	1,75
	1.7	1,64
	1.8	1,527
	1.9	1,66
	1.10	1,55
	1.11	1,6
	1.12	1,51
	1.15	1,4
	1.16	1,01
	1.17	0,7
	1.18	1,31
	1.19	1,425

PERFIL LONGITUDINAL			
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (M)	DESNIVEL
RUTA 42	1.4	1,47	0,07
	1.7	1,64	
	1.18	1,31	
	1.16	1,01	
	1.15	1,4	
PENDIENTE	0,035%		

# Perfiles transversales ruta provincial N° 42



## Calle 1165

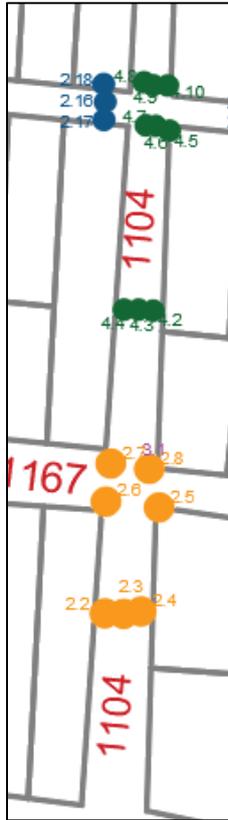


ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)
CALLE PUBLICA 1165	1.1	1,62
	1.2	1,365
	1.3	1,372
	1.4	1,581
	1.5	1,59
	1.6	1,415
	1.7	1,365
	1.8	1,613
	1.9	1,515
	1.10	1,467
	1.11	1,489
	1.12	1,45
	1.13	1,47
	1.14	1,57
	1.15	1,561
	1.16	1,39
	1.17	1,38
	1.18	1,33
	1.19	1,37
	1.20	1,56
	1.21	1,3
	1.22	1,1
	1.23	0,85
	1.24	0,85
	1.25	0,95
	5.2	1,719
	5.3	1,971
	5.4	2,054
	5.5	3,129
	5.6	2,979
	5.7	4,034
	5.8	4,349
	5.9	5,089
	5.10	5,729
	5.11	7,099
	5.12	2,94
	5.13	2,6817
	5.14	2,2813
	5.15	1,884
	5.16	2,2813
	5.17	1,959
	5.18	1,991
	5.19	1,329
	5.20	1,379
	5.21	1,269
	5.22	2,707
	5.23	2,909
	5.24	2,809
5.25	2,872	

	5.26	2,144
	5.27	1,989
	5.28	2,147
	5.29	3,129
	5.30	1,569
	5.31	1,444
	5.32	2,259
	5.33	2,229
	5.34	2,479
	5.35	2,229
	5.36	2,121
	5.37	1,939
	5.38	1,879
	5.39	2,779
	5.40	1,859

PERFIL LONGITUDINAL			
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)	DESNIVEL (m)
publica 1165	1.23	0,85	6,249
	1.21	1,3	
	1,19	1,37	
	1,16	1,39	
	1,13	1,47	
	1.10	1,467	
	1.8	1,613	
	1.6	1	
	1.3	1,372	
	1.1	1,62	
	5.2	1,719	
	5.3	1,971	
	5.4	2,054	
	5.5	3,129	
	5.6	2,979	
	5.7	4,034	
	5.8	4,349	
5.9	5,089		
5.10	5,729		
5.11	7,099		
<b>PENDIENTE</b>	<b>1,07%</b>		

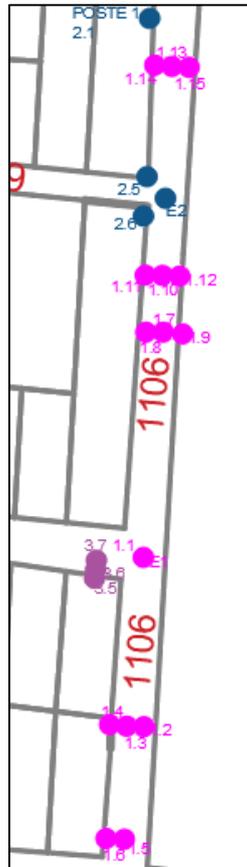
Calle 1104



ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)
publica 1104	2.1	0,987
	2.2	2,382
	2.3	2,46
	2.4	2,49
	2.5	2,845
	2.6	2,825
	2.7	3,92
	2.8	3,25
	2.9	3,26
	4.2	4,14
4.3	4,1	
4.4	4,145	
4.5	4,122	
4.6	5,428	
4.7	5,49	
4.8	5,65	
4.9	5,585	
4.10	5,28	

PERFIL LONGITUDINAL			
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)	DESNIVEL (m)
publica 1104	2.1	0,987	4,293
	2.3	2,4	
	2.6	2,825	
	4.3	4,1	
	4.6	5,42	
	4.10	5,28	
PENDIENTE	3,73%		

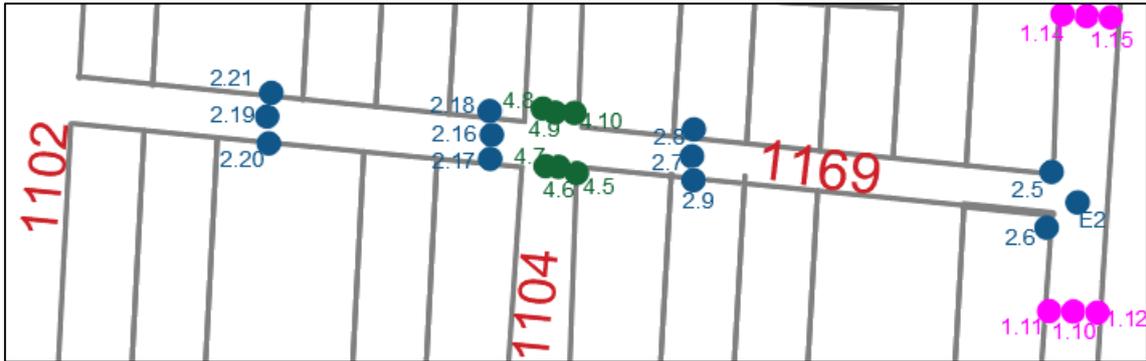
Calle 1106



ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA
CALLE PUBLICA 1106	1.1	1,231
	1.2	0,309
	1.3	0,505
	1.4	0,36
	1.5	0,085
	1.6	0,21
	1.7	1,965
	1.8	2,04
	1.9	1,99
	1.10	2,75
	1.11	2,8
	1.12	2,77
	1.13	3,585
	1.14	3,485
	1.15	3,58

PERFIL LONGITUDINAL			
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)	DESNIVEL (m)
publica 1106	1.13	3,585	3,375
	1.10	2,75	
	1.7	1,965	
	1.3	0,505	
	1.6	0,21	
PENDIENTE	2,16%		

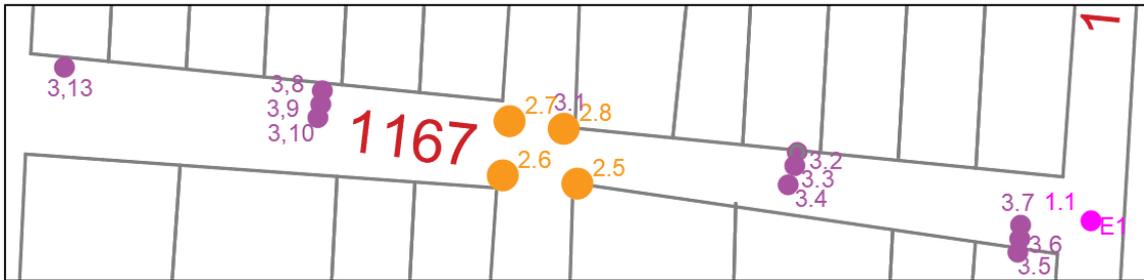
Calle 1169



ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA
Calle publica 1167	2.5	1,25
	2.6	1,159
	2.7	1,29
	2.8	1,429
	2.9	1,231
	2.16	1,83
	2.17	1,84
	2.18	1,97
	2.19	1,888
	2.20	1,87
	2.21	1,95

PERFIL LONGITUDINAL			
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)	DESNIVEL (m)
publica 1169	2.19	1,88	0,63
	2.16	1,83	
	2.7	1,29	
	2.5	1,25	
PENDIENTE	0,63%		

**Calle 1167**



ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA
Calle publica 1167	3.1	1,547
	3.2	1,75
	3.3	1,69
	3.4	1,722
	3.5	1,93
	3.6	1,93
	3.7	1,725
	3.8	1,7
	3.9	1,68
	3.10	1,64
	3.13	1,76

PERFIL LONGITUDINAL			
ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA (m)	DESNIVEL (m)
publica1167	3.6	1,93	0,17
	3.3	1,69	
	3.1	1,547	
	3.9	1,68	
	3.13	1,76	
PENDIENTE	0,14%		

## DATOS DE LAS CUENCAS DE APORTE

TABLA DE CUENCAS HIDROGRAFICAS			
ID	TIPO	DRENAJE EN	AREA (M2)
1	punto limite		475,65
2	punto limite		214,23
3	punto limite		13951,22
4	punto limite		8574,35
5	punto limite		1221,4
6	punto limite		49788,45
7	segmento limite		781,11
8	segmento limite		270,83
9	segmento limite		3056,13
10	segmento limite		30738,52
11	segmento limite		14211,31
12	segmento limite		554,01
13	segmento limite		720,46
14	segmento limite		1053,54
15	segmento limite		10941,39
16	segmento limite		908,06
17	segmento limite		8082,16
18	segmento limite		7988,7
19	depresión	24	61229,53
20	depresión	19	55356,95
21	depresión	3	13396,32
22	depresión		54737,24
23	depresión	19	387575,6
24	depresión	25	331601,9
25	depresión	24	148846,06
26	depresión	6, 25	5358,65
27	depresión	28	7454,87
28	depresión	10	23641,9
29	depresión		74578,04
30	depresión	48	97765,9
31	depresión	24	20523,91
32	depresión	6	78819,82
33	depresión	25	125550,07
34	depresión	32	19546,92
35	superficie plana	1, 7, 29	712,74
36	superficie plana	22, 23	731,01
37	superficie plana	23,29	2260,07
38	superficie plana	21,23	179,01
39	superficie plana	19,23	81,46
40	superficie plana	20,24	866,94
41	superficie plana	4,20,24	607,99
42	superficie plana	10,25,26,28,46,55	2037,11
43	superficie plana	25,44	1244,24
44	superficie plana	24,25	954,03
45	superficie plana	24,27	886,12
46	superficie plana	25,26	3281,8
47	superficie plana	25,26	863,6
48	superficie plana	30,31	709,23
49	superficie plana	24,3	186,92
50	superficie plana	24,3	61,12
51	superficie plana	6,25,47	25,76
52	superficie plana	25,32	4665,5
53	superficie plana	25,33	583,91
54	multidrenaje	22,23	4,88
55	multidrenaje	25,46	854,65
56	muesca-multidrenaje	19,24	588,63

# ANEXOS ANTEPROYECTO VIAL

*Copia*

Página 1 de 5

Lunes 31 de agosto de 2020.  
Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Sr. Presidente del Honorable Concejo Deliberante.  
Dr. Ricardo Vales.  
S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D.

MESA DE ENTRADA
HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE
Nota N° <i>v. 186</i>
Libro <i>70</i>
Fecha <i>31 de agosto 2020</i>

*os bojes*

*Griselda Leticia Bonin*  
SECRETARIA PRIVADA  
HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE  
MUNICIPALIDAD C. DEL URUGUAY

Por la presente, nos dirigimos a Usted, los vecinos del barrio "Colonia Perfección Sur" a fin de solicitarle el arreglo con ripio y/o riego asfáltico y limitadores de velocidad de la Ruta Provincial N°42 y de la Calle Pública 1165 (Alberdi), lindera al Parque Industrial de nuestra Ciudad.

Dichas calles son altamente transitadas, a velocidades mayores de las permitidas, generando una polvareda constante, poniendo en riesgo la salud respiratoria de los vecinos que vivimos en la zona. Por lo cual creemos necesario, que se realice un arreglo de las mismas que implique la solución definitiva a esta problemática.

Se anexa la lista de firmas de los vecinos involucrados, que participan del pedido.

Sin otro particular, le agradecemos y aguardamos una respuesta favorable.

Saludamos atte.

Vecinos del barrio "Colonia Perfección Sur".

Lunes 19 de octubre de 2020.  
Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Jefe Zonal, Dto Uruguay.  
Sr. Rodrigo Romero.  
S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D.

Por la presente, nos dirigimos a Usted, los vecinos del barrio "Colonia Perfección Sur" a fin de solicitarle el RIEGO y limitadores de velocidad en la Ruta Provincial N°42 de nuestra Ciudad.

Dicha ruta es altamente transitada, a velocidades mayores de las permitidas, generando una polvareda constante, poniendo en riesgo la salud respiratoria de los vecinos que vivimos en la zona. Por lo cual creemos necesario, que se realice un arreglo de la misma que implique la solución definitiva a esta problemática.

Sin otro particular, le agradecemos y aguardamos una respuesta favorable.

Saludamos atte.

Vecinos del barrio "Colonia Perfección Sur".

ZONAL IN.D.P.V.C. DEL URUGUAY			
ENTRADA	N°	SALIDA	N°
29/10/2020	153		

*[Signature]*  
Schwarzempoch Julié  
DNI: 31.027.499

*[Signature]*  
Castillo Godoy Luciana.  
DNI 25025800

*[Signature]*  
Enter Seldt  
10.823.695

*[Signature]*  
Guillermo Reynoso  
DNI 29.794.595

*[Signature]*  
Gen RR. Davison  
34.748.148

*[Signature]*  
66006356  
SCHANZEMPCH  
ELIANA  
38.771.130

*[Signature]*  
JORGED  
SCHANZEMPCH  
DNI.12885987

*[Signature]*  
NICHOLSON, GISELA  
DNI 30166508

*[Signature]*  
Sofia BERGM  
31338177

*[Signature]*  
PARRA  
PATRICIO LAMBERT  
31130441

*[Signature]*  
27425826

*[Signature]*  
SCHANZEMPCH  
37.197.540

*[Signature]*  
VELAZCO MARINO  
DNI: 27425160

*[Signature]*  
Rosalbi Justo y.  
29.157.907.

*[Signature]*  
20813704

*[Signature]*  
MARISA A  
208132

*[Signature]*  
SCHANZEMPCH  
37197540

## **ANEXOS ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO**

**VISTO**

La necesidad de brindar un servicio de Terminal de Camiones y Playa de Transferencia de Carga en la ciudad de Salta; y

**CONSIDERANDO**

QUE, la necesidad de resguardar la seguridad de las personas, el ordenamiento en el tránsito, el mantenimiento de la estructura vial, como así también la calidad del Medio Ambiente exige la determinación como Servicio Público de una Terminal de Camiones y Playa de Transferencia de carga en la ciudad de Salta;

QUE, la Ley N° 6435, Carta Municipal, establece que todos aquellos servicios que tiendan a satisfacer necesidades primordiales en el orden local, deberán considerarse de competencia municipal;

QUE, existiendo la necesidad de asegurar y garantizar su funcionamiento en forma continua, justa, igualitaria y eficiente, este servicio debe ser declarado, Servicio Público, siendo deber del Estado proveer al control de la calidad y eficiencia del mismo, reconociendo al mismo tiempo el derecho de los usuarios a un nivel de prestación adecuado y al mejoramiento de las condiciones de vida de los vecinos;

QUE, es deber del Estado Municipal asegurar, regular y controlar los Servicios Públicos;

**Por ello,**

**EL CONCEJO DELIBERANTE DE LA CIUDAD DE SALTA,**

**EN REUNIÓN, HA ACORDADO, Y**

**ORDENA:**

**ARTÍCULO 1°.- DECLARASE** Servicio Público la Terminal de Camiones y Playa de Transferencia de Cargas en la ciudad de Salta, en el marco de la Ley N° 6435 Capítulo XI.

**ARTÍCULO 2°.- ESTABLECER** como obligatorio el uso de la Terminal de Camiones y Playa de Transferencia de Cargas de la ciudad de Salta para aquellas empresas y/o personas físicas o jurídicas que exploten el servicio de transporte de carga en vehículos, ya sea en forma regular o especial bajo cualquier denominación o modalidad actual o futura y que tengan como punto de partida o de llegada la ciudad de Salta que superen las ocho toneladas (8 Tn) de peso incluida la carga.

**ARTÍCULO 3°.- PROHIBIR** el ingreso y circulación en la ciudad de Salta de todo tipo de vehículo de transporte de carga que supere las ocho toneladas (8 Tn) de peso incluida la carga que no cuenten con autorización expresa de la Autoridad de Aplicación.

**ARTÍCULO 4°.- EN** el caso de vehículos cuyo peso sea superior a ocho toneladas (8 Tn), incluida la carga y cuya carga sea indivisible o que por razones de seguridad no puedan

subdividirse, deberán solicitar a la Autoridad de Aplicación autorización expresa donde conste hoja de ruta y horario permitido para circular por la ciudad de Salta.

**ARTÍCULO 5°.- EL** incumplimiento a lo previsto en el artículo 3° de la presente será pasible de las siguientes sanciones:

Retiro de circulación del vehículo y traslado al depósito Municipal;  
Retención del vehículo por un lapso de cinco (5) a treinta (30) días redimibles, a pedido del propietario o legítimo tenedor con el pago íntegro de una multa de cincuenta (50) UT por tonelada de peso. La unidad retenida solo podrá ser restituida a su propietario o a quien le asistiere legítimo derecho de uso con acreditación de propiedad mediante instrumento que la Autoridad de Aplicación estime idóneo y una vez cumplido el plazo de retención o el pago íntegro de la sanción pecuniaria dispuesta.

**ARTÍCULO 6°.- LOS** vehículos de transporte de carga, con un peso superior a ocho (8) toneladas incluida la carga, que utilicen la Terminal de Camiones y Playa de Transferencia abonarán por el uso de dichas instalaciones una tarifa de \$ 0,018 por Kg. Transferido.

Esta tarifa deberá abonarse por cada vehículo que salga o ingrese a la Terminal de Camiones y Playa de Transferencia siendo responsable del pago de la misma el usuario del servicio.

El pago de esta tarifa otorga el derecho a uso de la Playa de Transferencia de Carga durante 24 Horas.

**ARTÍCULO 7°.- EL** Departamento Ejecutivo podrá concesionar la prestación de este Servicio Público, en cuyo caso el concesionario percibirá la tarifa establecida en el artículo anterior, debiendo abonar al Municipio el monto que en concepto de canon por Pliego se determine.

**ARTÍCULO 8°.- COMUNÍQUESE**, publíquese y dése al Registro Municipal.-

\_\_\_\_\_ DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONCEJO DELIBERANTE DE LA  
CIUDAD DE SALTA, A LOS VEINTITRÉS DÍAS DEL MES DE NOVIEMBRE DEL AÑO  
DOS MIL CINCO – SANCIÓN N° 7756.-



Foto: Gentileza

En el Salón de Acuerdos de la Municipalidad de Goya, el intendente Francisco Ignacio Osella, junto al viceintendente Daniel Ávalos, participó de una reunión donde se examinó la situación del proyecto de playa de Carga y Descarga y su implementación. En la ocasión se abordó el tema de la habilitación del proyecto de la playa de transferencia de cargas aprobado oportunamente por el Concejo Deliberante.

La futura playa de transferencia de cargas se ubicaría en la avenida Neustadt, frente al parque industrial (zona ZAEE). Contaría con 16 galpones de 10 por 40 metros previstos, “los que serían todos iguales, con un espacio delante de los mismos de 20 metros para la descarga de mercadería, y otro espacio de 10 metros en la posterior para la carga de los camiones de menor tamaño para su distribución en la ciudad”, anticiparon tras el encuentro.

Dentro de los objetivos de la administración municipal “está el propósito para que la ciudad de Goya disponga de una playa de transferencia.

Esta infraestructura destinada a transferencia de cargas busca evitar que ingresen camiones de gran porte a la ciudad”, detallaron.

## Actualidad > Noticias > Construyen un centro de carga para liberar el sur de camiones

# Construyen un centro de carga para liberar el sur de camiones

Comentarios: 0

Estará en Villa Soldati y tendrá capacidad para 7.000 vehículos de gran porte, que suelen circular por las calles internas. La primera etapa de las obras comenzará en las próximas semanas y se extenderá hasta el 2015.

En las próximas semanas comenzará la construcción del Centro de Transferencia de Cargas (CTC) en Villa Soldati, un predio que servirá para concentrar el trabajo de más de 7.000 camiones y evitar que circulen por las calles de los barrios.



Tal como informó Clarín, el Centro, de 37 hectáreas, será construido en el terreno que queda entre la avenida Roca, la autopista Cámpora, la avenida 27 de Febrero y la calle Pergamino, enfrente del Parque Roca. Es un predio que fue cedido por el Gobierno porteño a la Federación de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (Fadecac), aunque las obras estarán a cargo de un consorcio de empresas. Sólo resta la audiencia pública, que se hará el 9 de septiembre, último paso formal para arrancar con la construcción. Se estima que la primera etapa será inaugurada en octubre del año que viene y entonces comenzará la segunda parte, aún sin fecha de finalización prevista.

**La idea es mudar allí más de 350 depósitos que hoy funcionan en Barracas, La Boca, Parque Patricios, Pompeya y Soldati. Hoy, los camiones circulan por las calles barriales, donde estacionan, hacen la carga y descarga de las mercaderías y generan mucho ruido y contaminación, además de que destrozan el pavimento.**

En el CTC habrá ocho dársenas, donde los camiones de gran porte distribuirán la mercadería en camiones más chicos, que luego circularán por la zona.

Para que los camioneros y empleados puedan trabajar con más comodidades, dentro del predio se planea la construcción de una estación de servicio, dos sucursales bancarias, comedores, un supermercado, oficinas, talleres mecánicos y hasta un hotel para los choferes.

Fuente: La Razón, 14/08

07 SEPTIEMBRE 2021

## Luego del 10 de Septiembre las empresas podran instalarse en la playa de depósito y transferencia de cargas



La Ingeniera Belén Goetze, Gerente de la Agencia de Desarrollo Productivo Río Santa Lucía, recuerda que sigue en vigencia el importante beneficio para interesados en instalarse en la playa de depósito y transferencia de cargas, hasta el día 10 de septiembre inclusive.

“Hasta esa fecha vamos a estar aceptando las solicitudes y notas de intención de los interesados, empresas, comercios en ocupar un lugar en la playa de transferencia de cargas y no queremos que nadie quede fuera de este relevamiento” dijo la funcionaria.

La Playa de Depósito y Transferencia de Carga tiene por objetivo la disminución del ingreso de camiones de gran porte a la ciudad, mejorando la seguridad vial y colaborando con los comercios que lo necesiten para tal fin, dado que la circulación de vehículos de gran porte y/o con cargas pesadas generan peligrosidad para los transeúntes, ciclistas, motociclistas y automovilistas que transitan por la zona urbana de la ciudad.

“Realmente ya están todas las condiciones dadas para que las empresas luego del 10 de septiembre puedan ir a instalarse a este predio que está armado para esto, fue muy estudiado por el área de Planificación del municipio para resolver esta problemática que tenemos”.

Para acceder al beneficio deben presentar una nota de interés en las oficinas de AGENPRO sito en calle Corrientes 682, por la mañana, para adquirir un lote en dicho lugar.

Son 16 lotes de 720 m2 que serán vendidos por la modalidad de Leasing inmobiliario, que constarán de 10 cuotas más la opción a compra. Quienes realicen la presentación hasta el día 10 de Septiembre de 2021 tendrán una bonificación del 60% sobre el total.

“El lote es muy accesible, la forma de pago tiene el mismo valor que tiene la zona SAE pero tiene la bonificación por la opción de compra” aclaró.

**Hacemos reiterativo el comunicado para que pueda llegar a todos los comercios y empresas que tengan esta necesidad. Por cualquier consulta pueden dirigirse a la AGENPRO sito en corrientes 682 o al mail [gerencia@agenpro.org.ar](mailto:gerencia@agenpro.org.ar)**

**Por último, la gerente dijo sentirse feliz por como las empresas privadas continúan apostando al desarrollo productivo, “le ponen mucho empeño, quieren mejorar, trabajamos mucho con la parte de Industria del municipio, el Club del Emprendedor, tratamos de integrar todas las universidades y tecnicaturas para ir formando profesionales, así que muy contenta con lo que se viene” finalizó.**

# Entre Ríos: construirán una playa de transferencias de cargas en Paraná

La Municipalidad de Paraná (Entre Ríos), se prepara para comenzar con la construcción de una playa de transferencia de cargas que reducirá el tránsito pesado por las calles de la ciudad.

En contacto con IMPULSO, la titular de la cartera de planificación e infraestructura de la Municipalidad de Paraná, Rosario Romero, adelantó la decisión de la intendencia de llamar a licitación para la construcción de una estación de transferencias de cargas debido a que la ciudad no cuenta con un anillo circunvalar que desvíe el tránsito pesado hacia la periferia.

De este modo, la base logística para el transporte de cargas estará emplazada en un predio de más de 8 hectáreas ubicado en Estación Parera, un área estratégica para este tipo de proyectos.

En tanto, vale remarcar que los objetivos que persigue la iniciativa son desarrollar un área logística para racionalizar los costos, reducir el tránsito pesado en la ciudad, y sostener medidas urbanas de corto, mediano y largo plazo, comunicando al transporte de cargas que atraviese la zona de Paraná con el área logística de trasferencias.

Fuente:

Impulso negocios.com

# Inscribir playas, terminales de carga, depósito de contenedores de productos vegetales y animales

Obtené el número de inscripción de registro de playas, terminales de carga o depósito de contenedores o terminales de cargas a granel.

Obtené el número de inscripción de registro de playas, terminales de carga o depósito de contenedores o terminales de cargas a granel para operar con mercancías de incumbencia del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, destinadas a operatorias de comercio exterior (exportación, importación y tráfico internacional).

## ¿Qué necesito?

- Plano en escala 1:2000 de la totalidad del predio por duplicado, identificando:
  - el sector para operar en carga y descarga con productos cuya fiscalización compete al Senasa,
  - portones y vías de accesos, caminos interiores,
  - oficina de administración de la inspección sanitaria,
  - sectores de depósito de contenedores, estructuras de relevancia,
  - sector destinado a tratamiento fitosanitario,
  - ubicación de la oficina para uso exclusivo para inspección veterinaria y vegetal del Senasa, con baño incluido, sector de muestreo,
  - estacionamiento para vehículos del Senasa, circuito de la mercadería, etc.
  - flujograma de circulación de camiones refrigerados, porta contenedores y todo transporte destinado a consolidación y desconsolidación, transferencia de contenedores, contenedores reefers, contenedores vacíos.
- Plano en escala 1:100 del sector del establecimiento a habilitar, por duplicado.
- Memoria descriptiva constructiva de instalaciones y equipamiento.
- Memoria descriptiva de la operatividad.
- Memoria descriptiva del desplazamiento de los operarios.
- Cumplir con lo establecido en la Resolución SENASA N° 215/2014.

**Nota:**

Toda la documentación mencionada tiene que contar con la firma del solicitante o de su representante legal.

## ¿Cómo hago?

1. Presentá la documentación en los Centros Regionales y Oficinas locales autorizados.

**Área técnica y normativa**, Coordinación General de Fronteras, Barreras, Tráfico Federal y Registros

Carlos Calvo 66, P.B., C1102AAB, CABA.

Teléfono: (54-11) 5222-5963/5964/5965

Correo electrónico: [fronteras@senasa.gob.ar](mailto:fronteras@senasa.gob.ar)





# DEPARTAMENTO CATASTRO

San Martín y Moreno Segundo Piso  
(3260) Concepción del Uruguay - E.R.  
catastro@cdeluruguay.gob.ar  
(03442) 425517



Base de Datos Municipal.

Concepción del Uruguay, jueves 18 de noviembre de 2021.

### Titular / Poseedor del Inmueble

MACHINEA, VICTOR

### Sup. Terreno

77062

### Domicilio Parcelario

SC: 0

### Sup. Mejoras

--

Sección	Distrito	Cuartel	Manzana	Parcela
--	I1	000	--	--
Partida Prov.	Ins. Municipal	Matrícula / Año	Pl. Mensura	Cod. Planta
060067	--	100452 / 1971	42183	--



PLANCHETA CATASTRAL | SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

nombre  
descripción para tu mapa.

Leyenda  
bar





H. Cámara de Diputados  
Entre Ríos

LEY N° 10116

LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS SANCIONA CON  
FUERZA DE

LEY:

**ARTICULO 1°.-** Declárase de utilidad pública y sujeto a expropiación, el inmueble de propiedad del Señor Víctor Machinea, consistente en una fracción de terreno ubicada en el Departamento Uruguay - Ejido de Concepción del Uruguay - Manzana N° 16 - (loteo Machinea) - Ruta Provincial N° 39 esquina Ex Ruta Nacional N° 14, Matrícula N° 100.452, Partida Provincial N° 135.131, Plano N° 42.183, Superficie 72.919,54 m<sup>2</sup>, lindando:  
**Norte:** recta amojonada (1-2) NE 80° 00' de 114,60 m; (2-3) NE 81° 20' de 81,20 m; (3-4) NE 59° 32' de 10,80 m; (4-5) NE 81° 20' de 23,00 m; (5-6) SE 76° 52' de 10,80 m; (6-7) NE 81° 20' de 82,68 m; lindando con Ruta Provincial N° 39.  
**Este:** recta amojonada (7-8) SE 0° 37' de 254,80 m; lindando con Ex Ruta Nacional N° 14.  
**Sur:** recta amojonada (8-9) SO 89° 05' de 306,50 m; lindando con calle Pública y,  
**Oeste:** recta amojonada (9-1) NO 3° 40' de 209,30 m; lindando con calle Pública.-

**ARTICULO 2°.-** El inmueble afectado será destinado a zona y/o playa de transferencia de camiones de alto porte, dentro del marco de reordenamiento de tránsito encarado por el Departamento Ejecutivo Municipal de Concepción del Uruguay.-

**ARTICULO 3°.-** Facúltese al Poder Ejecutivo Provincial a realizar las adecuaciones presupuestarias para atender el gasto que demande la aplicación de lo dispuesto en esta norma, una vez producida la correspondiente tasación por parte del Consejo de Tasaciones de la Provincia. Asimismo disponga que en el término de sesenta (60) días de promulgada la presente, la Escribanía Mayor de Gobierno intervenga en la formalización de la transferencia definitiva del inmueble detallado en el Artículo 1° de la presente.-

**ARTICULO 4°.-** Comuníquese, etcétera.-

Sala de Sesiones. Paraná, 28 de marzo de 2012.-

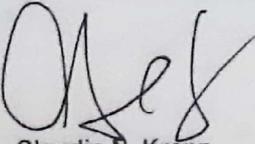
**JOSÉ EDUARDO LAURITTO**  
Presidente H. Cámara Senadores

**JOSÉ ANGEL ALLENDE**  
Presidente H. Cámara Diputados

**MARÍA MERCEDES BASSO**  
Secretaria H. Cámara Senadores

**NICOLAS PIERINI**  
Secretario H. Cámara Diputados



  
**Claudia N. Krenz**  
Prosecretaria  
H. Cámara de Diputados - E. Ríos



Cámara de Diputados  
Entre Ríos

**LEY N° 10490**

**LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS SANCIONA CON FUERZA DE**

**LEY:**

**ARTÍCULO 1°.-** Ratificase la vigencia de la declaración de utilidad pública y sujeto a expropiación dispuesta por la ley N° 10.116, en relación al inmueble individualizado en el artículo 1° de la citada ley.

**ARTÍCULO 2°.-** El inmueble a expropiar mantiene el destino previsto en la Ley N° 10.116, zona y/o playa de transferencia de camiones de alto porte.

**ARTÍCULO 3°.-** Facúltase al Poder Ejecutivo Provincial a efectuar las adecuaciones presupuestarias necesarias para atender el gasto que demande lo dispuesto en el Artículo 1°.

**ARTÍCULO 4°.-** Comuníquese, etcétera.

**Sala de Sesiones. Paraná, 23 de mayo de 2017.-**

**ALDO BALLESTENA**  
Presidente Cámara Senadores

**SERGIO URRIBARRI**  
Presidente Cámara Diputados

**NATALIO JUAN GERDAU**  
Secretario Cámara Senadores

**NICOLAS PIERINI**  
Secretario Cámara Diputados



**SERGIO D. CORNEJO**  
Prosecretario  
H. Cámara Diputados de E. Ríos



H. Cámara de Diputados  
ENTRE RÍOS

ley 10769

**LA LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS SANCIONA CON  
FUERZA DE**

**LEY:**

**ARTÍCULO 1°.-** Ratifícase la vigencia de la declaración de utilidad pública y sujeción a expropiación dispuesta por las ley N° 10.116 y 10.490, en relación al inmueble individualizado en el Artículo 1° de la ley N° 10.116.-

**ARTÍCULO 2°.-** El inmueble a expropiar mantiene el destino previsto en la Ley N° 10.116 y 10.490, zona y/o playa de transferencia de camiones de alto porte.-

**ARTÍCULO 3°.-** Facúltase al Poder Ejecutivo Provincial a efectuar las adecuaciones presupuestarias necesarias para atender el gasto que demande lo dispuesto en el Artículo 1° de la ley N° 10.116.-

**ARTÍCULO 4°.-** Comuníquese, etcétera.-

**Sala de Sesiones. Paraná, 3 de diciembre de 2019.-**

**ADAN HUMBERTO BAHL**  
Presidente Cámara Senadores

**SERGIO URRIBARRI**  
Presidente Cámara Diputados

**NATALIO JUAN GERDAU**  
Secretario Cámara Senadores

**NICOLAS PIERINI**  
Secretario Cámara Diputados

## **ANEXOS PROYECTO EJECUTIVO**



## 1. DATOS DE OBRA

### 1.1. Normas consideradas

Acero conformado: AISI S100-2016 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-16 (LRFD)

Categoría de uso: General

### 1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero conformado	AISI/NASPEC-2016 (LRFD) ASCE 7
E.L.U. de rotura. Acero laminado	AISC 360-16 (LRFD) ASCE 7
Desplazamientos	Acciones características

Producido por una versión educativa de CYPE

### 2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

$$- \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero conformado: AISI S100-2016 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		



2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.800



2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-05)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.600

E.L.U. de rotura. Acero laminado: ANSI / AISI SC 360-16 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		

2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		



2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500

2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000



2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000

## 2.2. Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

D D

Q Sobrecarga de uso

V H1 Cubiertas aisladas

V H2 Cubiertas aisladas

- E.L.U. de rotura. Acero conformado



Comb.	PP	D	Q	V H1	V H2
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		1.600	
5	1.200	1.200	0.500	1.600	
6	1.200	1.200			1.600
7	1.200	1.200	0.500		1.600
8	0.900	0.900			
9	0.900	0.900		1.600	
10	0.900	0.900			1.600

- E.L.U. de rotura. Acero laminado

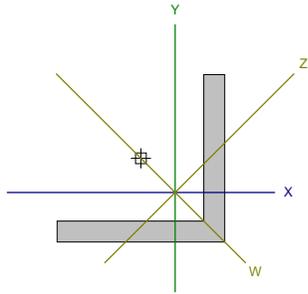
Comb.	PP	D	Q	V H1	V H2
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		1.000	
5	1.200	1.200	0.500	1.000	
6	1.200	1.200			1.000
7	1.200	1.200	0.500		1.000
8	0.900	0.900			
9	0.900	0.900		1.000	
10	0.900	0.900			1.000

- Desplazamientos

Comb.	PP	D	Q	V H1	V H2
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000	1.000	1.000	
5	1.000	1.000			1.000
6	1.000	1.000	1.000		1.000

Barra N1449/N1450

Perfil: 101.6x101.6x12.7 Material: Acero (F-24)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N1449	N1450	1.503	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo				Pandeo lateral			
			Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
β			1.00		1.00		1.00		1.00	
L <sub>k</sub>			1.503		1.503		1.500		1.503	
C <sub>b</sub>			-				1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1449/N1450	x: 1.503 m η = 5.2	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 8.6	x: 1.503 m η = 1.6	x: 1.503 m η = 1.5	η = 0.1	x: 1.503 m η = 0.1	x: 0.376 m η = 10.6	CUMPLE h = 10.6
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

Debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.052 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub>, se produce en el nudo N1450, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD      P<sub>r</sub> : 27.52 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción      P<sub>c</sub> : 528.12 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como:      j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad P_n : 586.80 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.      A : 24.45 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado      F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

Producción de una versión educativa de ZYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{76.1} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{76.1}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1503} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1449, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{34.02} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{393.44} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E4-C:

$$P_n : \underline{437.15} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para secciones con simetría simple, asimétricas y algunas doblemente simétricas, con sección compacta o no compacta (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E4-C).

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{178.79} \text{ MPa}$$

1) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

$$F_{cr} : \underline{178.79} \text{ MPa}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

c) en barras asimétricas  $F_e$  es la menor de las raíces de:

$$(F_e - F_{ew})(F_e - F_{ez})(F_e - F_{et}) - F_e^2 (F_e - F_{ez}) \left( \frac{W_o}{r_o} \right)^2 - F_e^2 (F_e - F_{ew}) \left( \frac{Z_o}{r_o} \right)^2 = 0$$

$$F_e : \underline{341.21} \text{ MPa}$$

Donde:

$$F_{ew} = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_{cw}}{r_w} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{1308.82} \text{ MPa}$$

Donde:

$L_{cw}$ : Longitud efectiva para pandeo respecto del eje W

$$L_{cw} = K_w L$$

$L_{cz}$ : Longitud efectiva para pandeo respecto del eje Z

$$L_{cz} = K_z L$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_w$ : Factor de longitud efectiva de pandeo respecto al eje principal de mayor inercia

$$K_w : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1503} \text{ mm}$$

$$r_w = \sqrt{\frac{I_w}{A}}$$

$$r_w : \underline{3.87} \text{ cm}$$

Donde:

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{366.38} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$$F_{ez} = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_{cz}}{r_z} \right)^2}$$

$$F_{ez} : \underline{341.21} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_z$ : Factor de longitud efectiva de pandeo respecto al eje principal de menor inercia

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1503} \text{ mm}$$

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$$F_{et} = \left[ \frac{\pi^2 E C_w}{(L_{cz})^2} + GJ \right] \frac{1}{A r_o^2}$$

$$F_{et} : \underline{1424.10} \text{ MPa}$$

Donde:

$L_{cz}$ : Longitud efectiva para pandeo respecto del eje longitudinal

$$L_{cz} = K_2 L$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$C_w$ : Constante de alabeo de la sección

$$C_w : \underline{98.34} \text{ cm}^6$$

$K_1$ : Factor de longitud efectiva de pandeo respecto al eje principal longitudinal

$$K_1 : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1503} \text{ mm}$$

G: Módulo de elasticidad transversal del acero

$$G : \underline{80000.00} \text{ MPa}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{13.01} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$W_o$ : Separación entre el centro de esfuerzos cortantes y el baricentro en la dirección del eje principal de mayor inercia

$$W_o : \underline{33.53} \text{ mm}$$

$Z_o$ : Separación entre el centro de esfuerzos cortantes y el baricentro en la dirección del eje principal de menor inercia

$$Z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$r_o^2$ : Radio de giro polar respecto al centro de esfuerzos cortantes

$$r_o^2 : \underline{30.13} \text{ cm}^2$$

$$r_o^2 = w_o^2 + z_o^2 + \frac{I_w + I_z}{A}$$

Donde:

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{366.38} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

La resistencia debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1450, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{7.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 2, División b

$$M_n : \underline{8.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

## 1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

b) Si  $M_y/M_{cr} \leq 1.00$

$$M_n = \left( 1.92 - 1.17 \sqrt{\frac{M_y}{M_{cr}}} \right) M_y \leq 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{8.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = 0.8F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

i) Para flexión respecto a uno de los ejes geométricos de un angular de lados iguales sin arriostramientos a pandeo lateral

b) Con la tracción máxima en el extremo libre

$$M_e = \frac{0.58Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1 + 0.88 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

$$M_{cr} : \underline{208.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

b: La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala

t : 12.70 mm

C<sub>b</sub>: Factor de modificación del pandeo lateral-torsional tomado, de forma conservadora, como:

C<sub>b</sub> : 1.00

L: Separación entre arriostramientos laterales de la barra, tomada como:

L : 1503 mm

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

η<sub>M</sub> : 0.015 ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M<sub>r</sub>, se produce en el nudo 12450, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

M<sub>r</sub>: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

M<sub>r</sub> : 0.11 kN·m

M<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a flexión

M<sub>c</sub> : 7.28 kN·m

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j<sub>b</sub>: Factor de resistencia a flexión

j<sub>b</sub> : 0.90

M<sub>n</sub>: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 2, División b

M<sub>n</sub> : 8.09 kN·m

Donde:

M<sub>r</sub>: Resistencia a flexión requerida

M<sub>r</sub><sup>+</sup> : 0.11 kN·m

M<sub>r</sub><sup>-</sup> : 0.00 kN·m

### 1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

M<sub>n</sub> : 10.12 kN·m

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

M<sub>y</sub> : 6.74 kN·m

Donde:

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado

F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

S<sub>y</sub>: Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

S<sub>y</sub> : 28.10 cm<sup>3</sup>

Donde:

I<sub>x</sub>: Momento de inercia respecto al eje X

I<sub>x</sub> : 230.95 cm<sup>4</sup>

I<sub>y</sub>: Momento de inercia respecto al eje Y

I<sub>y</sub> : 230.95 cm<sup>4</sup>

I<sub>xy</sub>: Producto de inercia de la sección transversal

I<sub>xy</sub> : 135.43 cm<sup>4</sup>

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

x : 71.54 mm

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

b) Si  $M_y/M_{cr} \leq 1.00$

$$M_n = \left( 1.92 - 1.17 \sqrt{\frac{M_y}{M_{cr}}} \right) M_y \leq 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{8.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = 0.8F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

i) Para flexión respecto a uno de los ejes geométricos de un angular de lados iguales sin arriostramientos a pandeo lateral

b) Con la tracción máxima en el extremo libre

$$M_e = \frac{0.58Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1 + 0.88 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

$$M_{cr} : \underline{208.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

b: La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$C_b$ : Factor de modificación del pandeo lateral-torsional tomado, de forma conservadora, como:

$$C_b : \underline{1.00}$$

L: Separación entre arriostramientos laterales de la barra, tomada como:

$$L : \underline{1503} \text{ mm}$$

## 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.14} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1450, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.22} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.376 m del nudo N1449, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.11}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{13.91} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{160.92} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{2.66} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{259.20} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{2.48} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{259.20} \text{ MPa}$$

Barra N1439/N1438

Perfil: 101.6x101.6x12.7											
Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N1439	N1438	1.500	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo				Pandeo lateral			
				Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
	β			1.00		1.00		0.00		0.00	
	L <sub>k</sub>			1.500		1.500		0.000		0.000	
	C <sub>b</sub>			-				1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N1439/N1438	η = 9.3	λ ≤ 200.0 Cumple	η = 9.7	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 1.2	η < 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 12.5	CUMPLE h = 12.5	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)										

Resistencia a tracción (Capítulo D)

debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.093 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub> se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD      P<sub>r</sub> : 49.00 kN  
 P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción      P<sub>c</sub> : 528.12 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como:      j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad P_n : 586.80 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.      A : 24.45 cm<sup>2</sup>  
 F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado      F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

Producto de una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{75.9} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{75.9}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1500} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{38.24} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{393.95} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{437.72} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{179.03} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{342.73} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{1314.63} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{342.73} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1500} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.87} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{366.38} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1439, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1439, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.07} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1439, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.23} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.125} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1439, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.13}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{15.64} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{161.13} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{5.34} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

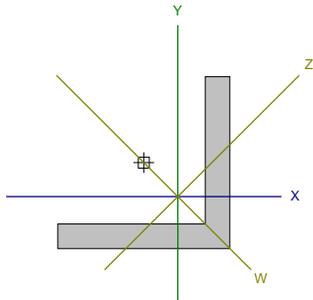
$$f_{rbz} : \underline{3.81} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1422/N230

Perfil: 88.9x88.9x12.7 Material: Acero (F-24)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N1422	N230	0.300	21.12	149.65	149.65	86.60	11.27	17.58	-17.58	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo				Pandeo lateral			
			Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
β			1.00		1.00		0.00		0.00	
L <sub>x</sub>			0.300		0.300		0.000		0.000	
C <sub>b</sub>			-				1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>x</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
1422/N230	η = 0.1	λ ≤ 200.0 Cumple	η = 0.1	x: 0 m η = 4.4	x: 0.3 m η = 3.5	η = 1.0	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 9.5	CUMPLE h = 9.5
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.30} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{456.19} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{506.88} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{17.4} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{17.4}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{300} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.33} \quad \text{kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{449.25} \quad \text{kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{499.16} \quad \text{kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

Para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \quad \text{cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{236.35} \quad \text{MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{6547.72} \quad \text{MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{24533.64} \quad \text{MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{6547.72} \quad \text{MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{300} \quad \text{mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.34} \quad \text{cm}$$

$$r_z : \underline{1.73} \quad \text{cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.044} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1422, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{26.87} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{62.03} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N230, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{62.03} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{26.87} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{1.44} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1422, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{1.33} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.095} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1422, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

$$\eta = \frac{T_r}{T_c} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

$$\eta = \left| \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bw}}{F_{bw}} + \frac{f_{bz}}{F_{bz}} \right| \leq 1$$

$$h : \underline{0.095} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left| \frac{f_{vw}}{F_{vw}} + \frac{f_{vz}}{F_{vz}} + \frac{f_T}{F_T} \right| \leq 1$$

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left[ \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bw}}{F_{bw}} + \frac{f_{bz}}{F_{bz}} \right]^2 + \left[ \frac{f_{vw}}{F_{vw}} + \frac{f_{vz}}{F_{vz}} + \frac{f_T}{F_T} \right]^2 \leq 1$$

$$h : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

### 3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$= \phi_T T_n$$

$$T_c : \underline{1.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$j_T$ : Factor de resistencia para torsión

$$j_T : \underline{0.90}$$

$T_n$ : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n = F_n C$$

$$T_n : \underline{1.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{8.88} \text{ cm}^3$$

b) El estado límite de fluencia bajo tensiones tangenciales por cortante

$$F_n = 0.6 F_y$$

$$F_n : \underline{144.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

$f_a$ : Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a = \frac{P_r}{A}$$

$$f_a : \underline{0.14} \text{ MPa}$$

Donde:

$P_r$ : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{0.30} \text{ kN}$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$f_{bw}$ : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje w.

$$f_{bw} = \frac{-z}{I_w} M_{rw}$$

$$f_{bw} : \underline{1.86} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{rw}$ : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje w (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rw} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

z: Coordenada z del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$z : \underline{-53.88} \text{ mm}$$

$f_{bz}$ : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje z.

$$f_{bz} = \frac{-W}{I_z} M_{rz}$$

$$f_{bz} : \underline{18.48} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{rz}$ : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje z (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rz} : \underline{0.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

w: Coordenada w del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$w : \underline{-33.68} \text{ mm}$$

$f_{vw}$ : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección w.

$$f_{vw} = -\frac{V_w Q_z}{I_z b}$$

$$f_{vw} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_w$ : Resistencia requerida a cortante en la dirección w (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_w : \underline{1.95} \text{ kN}$$

$Q_z$ : Momento estático respecto del eje z de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_z : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$f_{Vz}$ : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección z.

$$f_{Vz} = -\frac{V_z Q_w}{I_w b}$$

$$f_{Vz} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_z$ : Resistencia requerida a cortante en la dirección z (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_z : \underline{-0.08} \text{ kN}$$

$Q_w$ : Momento estático respecto del eje w de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_w : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$f_T$ : Tensión tangencial debida a torsión.

$$f_T = \pm \frac{b}{J} T_r$$

$$f_T : \underline{-0.19} \text{ MPa}$$

Donde:

$T_r$ : Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$T_r : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{11.27} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$F_a$ : Resistencia a tracción de la sección.

$$F_a = \phi_t F_y$$

$$F_a : \underline{216.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_t$ : Factor de seguridad para tracción.

$$j_t : \underline{0.90}$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_{bw}$ ,  $F_{bz}$ : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes w y z, respectivamente.

$$F_{bw} = F_{bz} = \phi_b F_y$$

$$F_{bw} : \underline{216.00} \text{ MPa}$$

$$F_{bz} : \underline{216.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \underline{0.90}$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_{vw}$ ,  $F_{Vz}$ : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones w y z, respectivamente.

$$F_{vw} = F_{Vz} = \phi_v F_y / \sqrt{3}$$

$$F_{vw} : \underline{124.71} \text{ MPa}$$

$$F_{Vz} : \underline{124.71} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia para cortante.

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$F_T$ : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_T = \phi_T F_y / \sqrt{3}$$

Donde:

$j_T$ : Factor de resistencia para torsión

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$j_v : \frac{0.90}{}$$

$$F_y : \frac{240.00}{\text{MPa}}$$

$$F_T : \frac{124.71}{\text{MPa}}$$

$$j_T : \frac{0.90}{}$$

$$F_y : \frac{240.00}{\text{MPa}}$$

Barra N1432/N1443

Perfil: 88.9x88.9x12.7 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N1432	N1443	1.100	21.12	149.65	149.65	86.60	11.27	17.58	-17.58	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo			Pandeo lateral				
			Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.					
β			1.00	1.00	0.00	0.00					
L <sub>k</sub>			1.100	1.100	0.000	0.000					
C <sub>b</sub>			-			1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N1432/N1443	x: 1.1 m η = 6.2	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 14.7	x: 0 m η = 2.3	x: 1.1 m η = 4.7	η = 0.3	η = 0.2	x: 1.1 m η = 21.6	CUMPLE h = 21.6	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)										

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.062 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub> se produce en el nudo N1443, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD P<sub>r</sub> : 28.18 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción P<sub>c</sub> : 456.19 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como: j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad P_n : 506.88 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. A : 21.12 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{63.7} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{63.7}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1100} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Q debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_T : \underline{0.147} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1432, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{54.51} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{371.17} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{412.41} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{195.27} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{487.02} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{1824.82} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{487.02} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1100} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.34} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1432, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{26.87} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{62.03} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.047} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1443, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{62.03} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{26.87} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.46} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.29} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.216} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1443, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.22}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{25.71} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{175.74} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{7.42} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

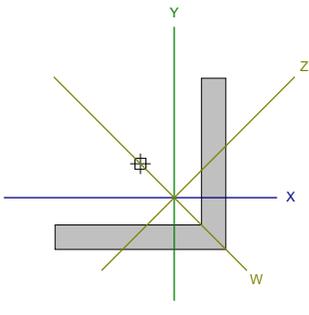
$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{15.28} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N404/N1431

Perfil: 88.9x88.9x12.7 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N404	N1431	2.000	21.12	149.65	149.65	86.60	11.27	17.58	-17.58	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo			Pandeo lateral				
				Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.				
	β			1.00	1.00	0.00	0.00				
	L <sub>k</sub>			2.000	2.000	0.000	0.000				
	C <sub>b</sub>			-			1.000				
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N404/N1431	x: 2 m η = 0.4	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 9.2	x: 2 m η = 7.7	x: 0 m η = 5.7	η = 0.3	η = 0.3	x: 0 m η = 16.8	CUMPLE h = 16.8
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1431, para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{1.74} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{456.19} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{506.88} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{115.8} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{115.8}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2000} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.092} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N404, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{21.27} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{230.69} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{256.32} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

Para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{121.36} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{147.32} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{552.01} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{147.32} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2000} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.34} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.077} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1431, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{26.87} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{62.03} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N404, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{62.03} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{26.87} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.37} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.37} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.168} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N404, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.17}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{10.07} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{109.23} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{6.26} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{18.44} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1433/N1443

Perfil: 88.9x88.9x12.7 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N1433	N1443	1.860	21.12	149.65	149.65	86.60	11.27	17.58	-17.58	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo			Pandeo lateral				
			Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.					
β			1.00	1.00	0.00	0.00					
L <sub>k</sub>			1.860	1.860	0.000	0.000					
C <sub>b</sub>			-			1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1433/N1443	x: 1.86 m η = 10.9	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 13.9	x: 1.86 m η = 3.1	x: 1.86 m η = 0.9	η < 0.1	x: 1.86 m η = 0.2	x: 0 m η = 15.5	CUMPLE h = 15.5
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.109 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub> se produce en el nudo N1443, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD P<sub>r</sub> : 49.58 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción P<sub>c</sub> : 456.19 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como: j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad P_n : 506.88 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. A : 21.12 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{107.7} \quad \checkmark$$

Donde:

l : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{107.7}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1860} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_T : \underline{0.139} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1433, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{35.13} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{252.93} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{281.03} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{133.07} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{170.32} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{638.16} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{170.32} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1860} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.34} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.031} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1443, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{26.87} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{62.03} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1443, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{62.03} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{26.87} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1443, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.26} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.155} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1433, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.15}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{16.63} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{119.76} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{3.71} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

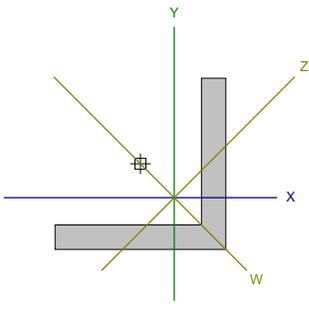
$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{1.46} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N404/N1451

Perfil: 88.9x88.9x12.7 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N404	N1451	2.421	21.12	149.65	149.65	86.60	11.27	17.58	-17.58	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
					Pandeo			Pandeo lateral			
					Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.			
	β				1.00	1.00	0.00	0.00			
	L <sub>k</sub>				2.421	2.421	0.000	0.000			
	C <sub>b</sub>				-			1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N404/N1451	x: 2.421 m η = 8.3	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 37.8	x: 2.421 m η = 4.1	x: 2.421 m η = 5.4	η = 0.1	x: 0 m η = 0.2	x: 2.421 m η = 48.8		CUMPLE h = 48.8
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)										

Resistencia a tracción (Capítulo D)

debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.083 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub> se produce en el nudo N1451, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD P<sub>r</sub> : 37.66 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción P<sub>c</sub> : 456.19 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como: j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad \text{span style="float: right;">P<sub>n</sub> : 506.88 kN$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. A : 21.12 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{140.1} \quad \checkmark$$

Donde:

l : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{140.1}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2421} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.378} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N404, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{63.34} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{167.64} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-B:

$$P_n : \underline{186.26} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-B).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{88.19} \text{ MPa}$$

ii) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{100.56} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{376.80} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{100.56} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2421} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.34} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1451, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{26.87} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{62.03} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.054} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1451, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{62.03} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{26.87} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.22} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N404, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.34} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.488} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1451, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

$$\eta = \frac{T_r}{T_c} \leq 1$$

$$h : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

$$\eta = \left| \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bw}}{F_{bw}} + \frac{f_{bz}}{F_{bz}} \right| \leq 1$$

$$h : \underline{0.488} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left| \frac{f_{vw}}{F_{vw}} + \frac{f_{vz}}{F_{vz}} + \frac{f_T}{F_T} \right| \leq 1$$

$$h : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left[ \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bw}}{F_{bw}} + \frac{f_{bz}}{F_{bz}} \right]^2 + \left[ \frac{f_{vw}}{F_{vw}} + \frac{f_{vz}}{F_{vz}} + \frac{f_T}{F_T} \right]^2 \leq 1$$

$$h : \underline{0.238} \quad \checkmark$$

### 3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.00} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$= \phi_T T_n$$

$$T_c : \underline{0.80} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$j_T$ : Factor de resistencia para torsión

$$j_T : \underline{0.90}$$

$T_n$ : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n = F_n C$$

$$T_n : \underline{0.89} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{8.88} \quad \text{cm}^3$$

c) El estado límite de pandeo

$$F_n = F_{cr}$$

$$F_n : \underline{100.56} \quad \text{MPa}$$

Donde:

$F_{cr}$ : Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_{cr} : \underline{100.56} \quad \text{MPa}$$

c) en barras asimétricas  $F_e$  es la menor de las raíces de:

$$(F_e - F_{ew})(F_e - F_{ez})(F_e - F_{et}) - F_e^2 (F_e - F_{ez}) \left( \frac{W_o}{r_o} \right)^2 - F_e^2 (F_e - F_{ew}) \left( \frac{Z_o}{r_o} \right)^2 = 0$$

$$F_e : \underline{100.56} \quad \text{MPa}$$

Donde:

$$F_{ew} = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_{cw}}{r_w} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{376.80} \quad \text{MPa}$$

Donde:

$L_{cw}$ : Longitud efectiva para pandeo respecto del eje W

$$L_{cw} = K_w L$$

$L_{cz}$ : Longitud efectiva para pandeo respecto del eje Z

$$L_{cz} = K_z L$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_w$ : Factor de longitud efectiva de pandeo respecto al eje principal de mayor inercia

$$K_w : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2421} \text{ mm}$$

$$r_w = \sqrt{\frac{I_w}{A}}$$

$$r_w : \underline{3.34} \text{ cm}$$

Donde:

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$$F_{ez} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_{cz}}{r_z}\right)^2}$$

$$F_{ez} : \underline{100.56} \text{ MPa}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_z$ : Factor de longitud efectiva de pandeo respecto al eje principal de menor inercia

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2421} \text{ mm}$$

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$$F_{et} = \left[ \frac{\pi^2 E C_w}{(L_{cz})^2} + GJ \right] \frac{1}{A r_o^2}$$

$$F_{et} : \underline{\infty}$$

Donde:

$L_{cz}$ : Longitud efectiva para pandeo respecto del eje longitudinal

$$L_{cz} = K_z L$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$C_w$ : Constante de alabeo de la sección

$$C_w : \underline{64.02} \text{ cm}^6$$

$K_t$ : Factor de longitud efectiva de pandeo respecto al eje principal longitudinal

$$K_t : \underline{0.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{2421} \text{ mm}$$

G: Módulo de elasticidad transversal del acero

$$G : \underline{80000.00} \text{ MPa}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{11.27} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$W_o$ : Separación entre el centro de esfuerzos cortantes y el baricentro en la dirección del eje principal de mayor inercia

$$W_o : \underline{29.01} \text{ mm}$$

$Z_o$ : Separación entre el centro de esfuerzos cortantes y el baricentro en la dirección del eje principal de menor inercia

$$Z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$r_o^2$ : Radio de giro polar respecto al centro de esfuerzos cortantes

$$r_o^2 : \underline{22.59} \text{ cm}^2$$

$$r_o^2 = w_o^2 + z_o^2 + \frac{I_w + I_z}{A}$$

Donde:

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

$f_a$ : Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a = \frac{P_r}{A}$$

$$f_a : \underline{\underline{29.81}} \text{ MPa}$$

Donde:

$P_r$ : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{\underline{62.97}} \text{ kN}$$

$A$ : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{\underline{21.12}} \text{ cm}^2$$

$f_{bw}$ : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje w.

$$f_{bw} = \frac{-Z}{I_w} M_{rw}$$

$$f_{bw} : \underline{\underline{2.88}} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{rw}$ : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje w (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rw} : \underline{\underline{-0.13}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{\underline{236.25}} \text{ cm}^4$$

$z$ : Coordenada z del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$z : \underline{\underline{53.88}} \text{ mm}$$

$f_{bz}$ : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje z.

$$f_{bz} = \frac{-W}{I_z} M_{rz}$$

$$f_{bz} : \underline{\underline{21.46}} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{rz}$ : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje z (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rz} : \underline{\underline{0.40}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{\underline{63.05}} \text{ cm}^4$$

$w$ : Coordenada w del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$w : \underline{\underline{-33.68}} \text{ mm}$$

$f_{vw}$ : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección w.

$$f_{vw} = -\frac{V_w Q_z}{I_z b}$$

$$f_{vw} : \underline{\underline{0.00}} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_w$ : Resistencia requerida a cortante en la dirección w (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_w : \underline{\underline{0.18}} \text{ kN}$$

$Q_z$ : Momento estático respecto del eje z de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_z : \underline{\underline{0.00}} \text{ cm}^3$$

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{\underline{63.05}} \text{ cm}^4$$

$b$ : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{\underline{12.70}} \text{ mm}$$

$f_{vz}$ : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección z.

$$f_{vz} = -\frac{V_z Q_w}{I_w b}$$

$$f_{vz} : \underline{\underline{0.00}} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_z$ : Resistencia requerida a cortante en la dirección z (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_z : \underline{\underline{-0.12}} \text{ kN}$$

$Q_w$ : Momento estático respecto del eje w de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_w : \underline{\underline{0.00}} \text{ cm}^3$$

$I_w$ : Momento de inercia respecto al eje principal de mayor inercia

$$I_w : \underline{\underline{236.25}} \text{ cm}^4$$

$b$ : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{\underline{12.70}} \text{ mm}$$

$f_T$ : Tensión tangencial debida a torsión.

$$f_T = \pm \frac{b}{J} T_r$$

$$f_T : \underline{\underline{0.37}} \text{ MPa}$$

Donde:

$T_r$ : Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$T_r : \underline{\underline{0.00}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \frac{11.27}{\quad} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \frac{12.70}{\quad} \text{ mm}$$

F<sub>a</sub>: Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a = \phi_c F_{cr}$$

$$F_a : \frac{79.37}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

j<sub>c</sub>: Factor de seguridad para compresión.

$$j_c : \frac{0.90}{\quad}$$

F<sub>cr</sub>: Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capítulo E).

$$F_{cr} : \frac{88.19}{\quad} \text{ MPa}$$

F<sub>bw</sub>, F<sub>bz</sub>: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes w y z, respectivamente.

$$F_{bw} = F_{bz} = \phi_b F_y$$

$$F_{bw} : \frac{216.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$F_{bz} : \frac{216.00}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

j<sub>b</sub>: Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \frac{0.90}{\quad}$$

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{240.00}{\quad} \text{ MPa}$$

F<sub>vw</sub>, F<sub>vz</sub>: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones w y z, respectivamente.

$$F_{vw} = F_{vz} = \phi_v F_y / \sqrt{3}$$

$$F_{vw} : \frac{124.71}{\quad} \text{ MPa}$$

$$F_{vz} : \frac{124.71}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

j<sub>v</sub>: Factor de resistencia para cortante.

$$j_v : \frac{0.90}{\quad}$$

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{240.00}{\quad} \text{ MPa}$$

Resistencia a torsión de la sección.

$$F_T = \phi_T F_y / \sqrt{3}$$

$$F_T : \frac{124.71}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

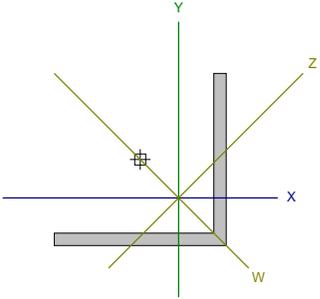
j<sub>T</sub>: Factor de resistencia para torsión

$$j_T : \frac{0.90}{\quad}$$

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{240.00}{\quad} \text{ MPa}$$

Barra N479/N480

Perfil: 88.9x88.9x6.4 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N479	N480	1.000	11.11	82.34	82.34	48.30	1.50	19.85	-19.85	-45.0
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
					Pandeo			Pandeo lateral			
					Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.			
	β				1.00	1.00	1.00	1.00			
	L <sub>k</sub>				1.000	1.000	1.000	1.000			
	C <sub>b</sub>				-			1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N479/N480	N.P. <sup>(1)</sup>	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η = 3.9	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 10.1	CUMPLE h = 10.1	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede										
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.										

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{57.1} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{57.1}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5000} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0.20}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_T : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N479, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{9.68} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{203.25} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{225.83} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{203.27} \text{ MPa}$$

a) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras  
iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{604.74} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{2321.14} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{604.74} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{0.20}$$

$$K_z : \underline{0.20}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5000} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.43} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{130.64} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.039} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N479, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{2.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 2, División b

$$M_n : \underline{3.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

## 1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{24.60} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{64.30} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

b) Si  $M_y/M_{cr} \leq 1.00$

$$M_n = \left( 1.92 - 1.17 \sqrt{\frac{M_y}{M_{cr}}} \right) M_y \leq 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = 0.8F_y S_x$$

$$M_y : \underline{2.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{24.60} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{64.30} \text{ mm}$$

i) Para flexión respecto a uno de los ejes geométricos de un angular de lados iguales sin arriostamientos a pandeo lateral

b) Con la tracción máxima en el extremo libre

$$M_e = \frac{0.58Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1 + 0.88 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

$$M_{cr} : \underline{104.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

b: La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala

$$t : \underline{6.40} \text{ mm}$$

C<sub>b</sub>: Factor de modificación del pandeo lateral-torsional tomado, de forma conservadora, como:

$$C_b : \underline{1.00}$$

L: Separación entre arriostramientos laterales de la barra, tomada como:

$$L : \underline{1000} \text{ mm}$$

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M<sub>r</sub>, se produce en el nudo N479, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

M<sub>r</sub>: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{2.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j<sub>b</sub>: Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

M<sub>n</sub>: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 2, División b

$$M_n : \underline{3.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

M<sub>r</sub>: Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### 1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

S<sub>y</sub>: Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x X - I_{xy} Y}$$

$$S_y : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X	$I_x$ : <u>82.34</u> cm <sup>4</sup>
$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y	$I_y$ : <u>82.34</u> cm <sup>4</sup>
$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal	$I_{xy}$ : <u>48.30</u> cm <sup>4</sup>
$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro	$x$ : <u>64.30</u> mm
$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro	$y$ : <u>24.60</u> mm

## 2. Pandeo lateral-torsional

b) Si  $M_y/M_{cr} \leq 1.00$

$$M_n = \left( 1.92 - 1.17 \sqrt{\frac{M_y}{M_{cr}}} \right) M_y \leq 1.5M_y$$

$M_n$  : 3.12 kN·m

Donde:

$$M_y = 0.8F_y S_y$$

$M_y$  : 2.08 kN·m

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$F_y$  : 240.00 MPa

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$S_y$  : 10.83 cm<sup>3</sup>

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$I_x$  : 82.34 cm<sup>4</sup>

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$I_y$  : 82.34 cm<sup>4</sup>

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$I_{xy}$  : 48.30 cm<sup>4</sup>

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$x$  : 64.30 mm

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$y$  : 24.60 mm

i) Para flexión respecto a uno de los ejes geométricos de un angular de lados iguales sin arriostramientos a pandeo lateral

b) Con la tracción máxima en el extremo libre

$$M_e = \frac{0.58Eb^4tC_b}{L^2} \left( \sqrt{1 + 0.88 \left( \frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right)$$

$M_{cr}$  : 104.60 kN·m

Donde:

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$E$  : 200000.00 MPa

$b$ : La mitad del ancho total del ala

$b$  : 88.90 mm

$t$ : Espesor del ala

$t$  : 6.40 mm

$C_b$ : Factor de modificación del pandeo lateral-torsional tomado, de forma conservadora, como:

$C_b$  : 1.00

$L$ : Separación entre arriostramientos laterales de la barra, tomada como:

$L$  : 1000 mm

## 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.10} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.16} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.101} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N479, para la combinación de acciones  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 0.5 \cdot Q + VH2$ .

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.10}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{8.14} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{182.94} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{9.43} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{259.20} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{5.30} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{259.20} \text{ MPa}$$

Barra N1414/N1413

Perfil: 88.9x88.9x6.4 Material: Acero (F-24)												
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
	N1414	N1413	1.007	11.11	82.34	82.34	48.30	1.50	19.85	-19.85	-45.0	
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.											
					Pandeo				Pandeo lateral			
					Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
	β				1.00		1.00		0.00		0.00	
	L <sub>k</sub>				1.007		1.007		0.000		0.000	
	C <sub>b</sub>				-				1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1414/N1413	x: 1.007 m η = 16.4	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 27.9	x: 1.007 m η = 2.3	x: 0 m η = 2.8	η = 0.3	x: 1.007 m η = 0.2	x: 1.007 m η = 33.0	CUMPLE h = 33.0
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

Debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.164 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub> se produce en el nudo N1413, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD P<sub>r</sub> : 39.44 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción P<sub>c</sub> : 239.98 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como: j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad \text{Donde:} \quad P_n : 266.64 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. A : 11.11 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{57.5} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{57.5}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5036} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0.20}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.279} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1414, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{56.65} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{202.76} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{225.29} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{202.78} \text{ MPa}$$

a) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras  
iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{596.15} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{2288.19} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{596.15} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{0.20}$$

$$K_z : \underline{0.20}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5036} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.43} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{130.64} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1413, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{24.60} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{64.30} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1414, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{64.30} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{24.60} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.19} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1413, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.16} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.330} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1413, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.33}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{50.90} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{182.51} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{7.49} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

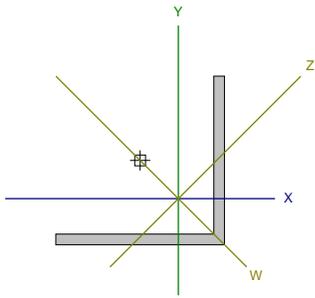
$$f_{rbz} : \underline{8.98} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1408/N1416

Perfil: 50.8x50.8x3.2 Material: Acero (F-24)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N1408	N1416	1.428	3.21	7.76	7.76	4.55	0.11	11.51	-11.51	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo				Pandeo lateral			
			Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
β			1.00		1.00		0.00		0.00	
L <sub>k</sub>			1.428		1.428		0.000		0.000	
C <sub>b</sub>			-				1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1408/N1416	x: 1.428 m η = 14.8	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 45.5	x: 0 m η = 3.2	x: 0 m η = 1.7	η < 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 47.2	CUMPLE h = 47.2
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.148} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1416, para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{10.25} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{69.34} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{77.04} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{142.9} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{142.9}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1428} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.455} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1408, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{11.16} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{24.51} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{27.23} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{84.83} \text{ MPa}$$

b) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras  
iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{96.73} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{371.01} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{96.73} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1428} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{1.96} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{12.31} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1408, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 3, División b

$$M_n : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{13.89} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{36.91} \text{ mm}$$

2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{\text{effxc}} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{\text{xc}}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje X

$$S_{\text{xc}} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y_c - I_{xy} x_c}$$

$$S_{\text{xc}} : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

b: Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

Producción por la Comisión educativa de CYPE

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1408, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

## 1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{13.89} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

## 3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{\text{effyc}} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{2.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{\text{yc}}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje Y

$$S_{\text{yc}} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x_c - I_{xy} y_c}$$

$$S_{\text{yc}} : \underline{6.56} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$b$ : Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1408, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.03} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.472} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1408, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.47}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{34.76} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{76.35} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{3.65} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

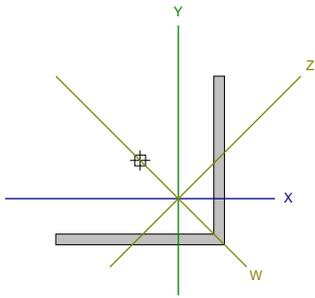
$$f_{rbz} : \underline{1.66} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1412/N1405

Perfil: 50.8x50.8x3.2 Material: Acero (F-24)											
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
N1412	N1405	1.803	3.21	7.76	7.76	4.55	0.11	11.51	-11.51	-45.0	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.											
			Pandeo				Pandeo lateral				
			Plano ZX	Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.			
β			1.00	1.00		0.00		0.00			
L <sub>k</sub>			1.803	1.803		0.000		0.000			
C <sub>b</sub>			-				1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1412/N1405	x: 1.803 m η = 7.4	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 29.8	x: 1.803 m η = 2.6	x: 0 m η = 1.2	η < 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 32.0	CUMPLE h = 32.0
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.074} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1405, para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{5.12} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{69.34} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{77.04} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{180.3} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{180.3}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1803} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.298} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1412, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{4.59} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{15.39} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{17.10} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{53.26} \text{ MPa}$$

b) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras  
iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{60.73} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{232.93} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{60.73} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1803} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{1.96} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{12.31} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1405, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 3, División b

$$M_n : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{13.89} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{36.91} \text{ mm}$$

2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{\text{effxc}} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{\text{xc}}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje X

$$S_{\text{xc}} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y_c - I_{xy} x_c}$$

$$S_{\text{xc}} : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

b: Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

Producción por la Comisión educativa de CYPE

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1412, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

## 1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{13.89} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

## 3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{\text{effyc}} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{2.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{yc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje Y

$$S_{yc} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x_c - I_{xy} y_c}$$

$$S_{yc} : \underline{6.56} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$b$ : Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1412, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.03} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.320} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1412, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.32}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{14.30} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{47.93} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{3.03} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{3.94} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1411/N480

Perfil: 50.8x50.8x3.2 Material: Acero (F-24)												
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
	N1411	N480	0.300	3.21	7.76	7.76	4.55	0.11	11.51	-11.51	-45.0	
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.											
			Pandeo			Pandeo lateral						
			Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.						
	β		1.00	1.00	0.00	0.00						
	L <sub>k</sub>		0.300	0.300	0.000	0.000						
	C <sub>b</sub>		-			1.000						
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
1411/N480	η = 0.2	λ ≤ 200.0 Cumple	η = 0.4	x: 0 m η = 3.2	x: 0.3 m η = 5.3	η = 0.7	x: 0.3 m η = 0.5	x: 0.3 m η = 7.4	CUMPLE h = 7.4	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)										

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.14} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{69.34} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{77.04} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{30.0} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{30.0}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{300} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.22} \quad \text{kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{59.87} \quad \text{kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{66.52} \quad \text{kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{2.90} \quad \text{cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{229.25} \quad \text{MPa}$$

a) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras  
iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{2192.87} \quad \text{MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{8411.23} \quad \text{MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{2192.87} \quad \text{MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{300} \quad \text{mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{1.96} \quad \text{cm}$$

$$r_z : \underline{1.00} \quad \text{cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{12.31} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1411, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 3, División b

$$M_n : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

T. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{13.89} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{36.91} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

## 3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{\text{effxc}} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{\text{xc}}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje X

$$S_{\text{xc}} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y_c - I_{xy} x_c}$$

$$S_{\text{xc}} : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$b$ : Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

Producto de la versión educativa de CYPE

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N480, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r^+$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{13.89} \text{ mm}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{effyc} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{2.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{yc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje Y

$$S_{yc} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x_c - I_{xy} y_c}$$

$$S_{yc} : \underline{6.56} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$b$ : Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$E$ : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.15} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N480, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.10} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.074} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N480, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.07}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.69} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{186.50} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{5.73} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{320.57} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

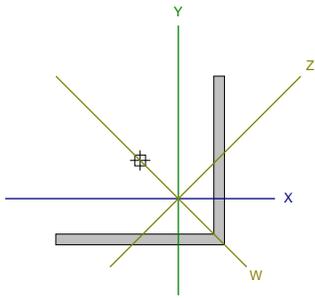
$$f_{rbz} : \underline{17.03} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1412/N1413

Perfil: 50.8x50.8x3.2 Material: Acero (F-24)											
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
N1412	N1413	1.380	3.21	7.76	7.76	4.55	0.11	11.51	-11.51	-45.0	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.											
			Pandeo				Pandeo lateral				
			Plano ZX	Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.			
β			1.00	1.00		0.00		0.00			
L <sub>x</sub>			1.380	1.380		0.000		0.000			
C <sub>b</sub>			-				1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>x</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1412/N1413	η = 0.7	λ ≤ 200.0 Cumple	η = 1.8	x: 1.38 m η = 5.2	x: 1.38 m η = 10.8	η = 0.3	x: 1.38 m η = 0.2	x: 1.38 m η = 17.5	CUMPLE h = 17.5
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.49} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{69.34} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{77.04} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{138.0} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{138.0}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1380} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.00} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 0.5 \cdot Q + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.48} \quad \text{kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{26.26} \quad \text{kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{29.17} \quad \text{kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{3.21} \quad \text{cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{90.89} \quad \text{MPa}$$

b) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} > 2.25$

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras  
iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{103.63} \quad \text{MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{397.51} \quad \text{MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{103.63} \quad \text{MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1380} \quad \text{mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{1.96} \quad \text{cm}$$

$$r_z : \underline{1.00} \quad \text{cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{12.31} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{3.21} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.21} \text{ cm}^2$$

### Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1413, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{13.89} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{36.91} \text{ mm}$$

2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{\text{effxc}} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{1.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{xc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje X

$$S_{xc} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y_c - I_{xy} x_c}$$

$$S_{xc} : \underline{3.34} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

b: Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

Procedido por una versión actualizada de CYPE

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$\eta_M : \underline{0.108} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo

Nº 413, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### 1. Fluencia

$$M_n = 1.5 M_y$$

$$M_n : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{0.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{1.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{36.91} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{13.89} \text{ mm}$$

## 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

## 3. Pandeo local en los lados

b) Para secciones con lados no compactos

$$M_n = F_y S_{effyc} \left( 2.43 - 1.72 \left( \frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right)$$

$$M_n : \underline{2.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_{yc}$ : Módulo resistente elástico correspondiente al extremo libre comprimido respecto al eje Y

$$S_{yc} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x_c - I_{xy} y_c}$$

$$S_{yc} : \underline{6.56} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.76} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{4.55} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$x_c : \underline{13.89} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia entre la fibra extrema del ala comprimida en flexión y el baricentro

$$y_c : \underline{36.91} \text{ mm}$$

b: Ancho exterior del lado comprimido

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado de un angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.07} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1413, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{21.07} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{23.41} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.63} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{50.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.175} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1413, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.18}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{1.27} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{81.80} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{16.72} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{35.01} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N2663/N2664

Perfil: 88.9x88.9x6.4 Material: Acero (F-24)												
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
	N2663	N2664	0.250	11.11	82.34	82.34	48.30	1.50	19.85	-19.85	-45.0	
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.											
					Pandeo				Pandeo lateral			
					Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
	β				1.00		1.00		0.00		0.00	
	L <sub>x</sub>				0.250		0.250		0.000		0.000	
	C <sub>b</sub>				-				1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>x</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N2663/N2664	x: 0.25 m η = 10.7	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 33.6	x: 0.25 m η = 2.3	x: 0.25 m η = 5.0	η = 1.5	η = 0.4	x: 0.25 m η = 37.8	CUMPLE h = 37.8
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.107} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N2664, para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{25.65} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{239.98} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{266.64} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{14.3} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{14.3}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5000} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0.05}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.336} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N2663, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{77.24} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{229.97} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{255.52} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{10.76} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{237.52} \text{ MPa}$$

a) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{9675.82} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{37138.27} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{9675.82} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{0.05}$$

$$K_z : \underline{0.05}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5000} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.43} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

A: Área total de la sección transversal de la barra.

---

$$I_w : \frac{130.64}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \frac{34.04}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$A : \frac{11.11}{\quad} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2664, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{24.60} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{64.30} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.050} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2664, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{64.30} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{24.60} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{1.11} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.28} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.378} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2664, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.38}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{69.50} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{207.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{7.41} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{6.12} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N2664/N2684

Perfil: 88.9x88.9x6.4 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N2664	N2684	0.600	11.11	82.34	82.34	48.30	1.50	19.85	-19.85	-45.0
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo			Pandeo lateral				
				Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.		Ala inf.			
	β			1.00	1.00	0.00		0.00			
	L <sub>x</sub>			0.600	0.600	0.000		0.000			
	C <sub>b</sub>			-			1.000				
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>x</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
2664/N2684	η < 0.1	λ ≤ 200.0 Cumple	η < 0.1	x: 0 m η = 7.8	x: 0.6 m η = 2.4	η = 0.4	x: 0 m η = 1.3	x: 0.6 m η = 10.2	CUMPLE h = 10.2
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 0.5 \cdot Q + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.04} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{239.98} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{266.64} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{34.3} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{34.3}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{600} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{221.93} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{246.59} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{10.91} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{226.07} \text{ MPa}$$

a) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{1679.83} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{6447.62} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{1679.83} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{600} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.43} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \frac{130.64}{\text{cm}^4}$$

$$I_z : \frac{34.04}{\text{cm}^4}$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \frac{11.11}{\text{cm}^2}$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.078} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2664, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{24.60} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{64.30} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2684, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{64.30} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{24.60} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.27} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N2664, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.93} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2684, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.10}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.03} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{216.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{25.10} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

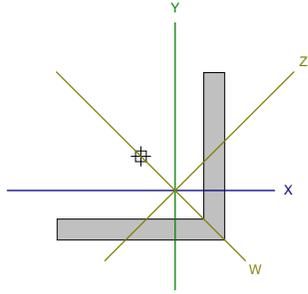
$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{7.88} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1726/N1725

Perfil: 101.6x101.6x12.7 Material: Acero (F-24)										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	N1726	N1725	1.131	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo			Pandeo lateral				
			Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.				
β			1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>k</sub>			1.131	1.131	0.000	0.000				
C <sub>b</sub>			-			1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1726/N1725	x: 1.131 m η = 0.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.566 m η = 0.2	x: 1.131 m η = 0.2	η < 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.4	CUMPLE h = 0.4
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede									
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1725, para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{1.07} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{528.12} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{586.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en un punto situado a una distancia de 0.566 m del nudo N1726, para la combinación de acciones 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1725, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1726, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.11} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1726, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.00}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.36} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{216.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{0.54} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{0.19} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1743/N1742

Perfil: 101.6x101.6x12.7 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N1743	N1742	0.400	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo				Pandeo lateral			
			Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.		
β			1.00		1.00		0.00		0.00		
L <sub>k</sub>			0.400		0.400		0.000		0.000		
C <sub>b</sub>			-				1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N1743/N1742	η < 0.1	λ ≤ 200.0 Cumple	η < 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0.4 m η = 0.9	η = 0.2	x: 0.4 m η < 0.1	x: 0.4 m η = 1.0	CUMPLE h = 1.0	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)										

Resistencia a tracción (Capítulo D)

debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub> se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD P<sub>r</sub> : 0.01 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción P<sub>c</sub> : 528.12 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como: j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1) \quad \text{span style="float: right;">P<sub>n</sub> : 586.80 kN$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. A : 24.45 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{20.2} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{20.2}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{400} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{517.23} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{574.70} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{235.05} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{4819.58} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{18487.02} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{4819.58} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{400} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.87} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{366.38} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1743, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1742, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.40} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1742, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.07} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1742, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.01}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{211.54} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{0.15} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

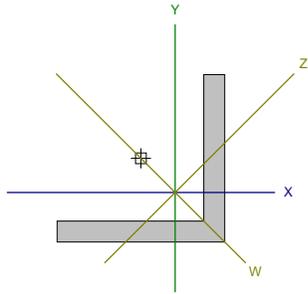
$$f_{rbz} : \underline{3.00} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1724/N1742

Perfil: 101.6x101.6x12.7 Material: Acero (F-24)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N1724	N1742	0.800	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo				Pandeo lateral			
			Plano ZX		Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.	
β			1.00		1.00		0.00		0.00	
L <sub>k</sub>			0.800		0.800		0.000		0.000	
C <sub>b</sub>			-				1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1724/N1742	N.P. <sup>(1)</sup>	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0.8 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.8 m η = 0.4	CUMPLE h = 0.4
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede									
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.									

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Procedido por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{40.5} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{40.5}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{800} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$\eta_T : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N1724, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.49} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{485.88} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{539.86} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{\underline{24.45}} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{\underline{220.80}} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{\underline{240.00}} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{\underline{1204.89}} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{\underline{4621.75}} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{\underline{1204.89}} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{\underline{200000.00}} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{\underline{1.00}}$$

$$K_z : \underline{\underline{1.00}}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{\underline{800}} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{\underline{3.87}} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{\underline{1.98}} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{\underline{366.38}} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{\underline{95.52}} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{\underline{24.45}} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1724, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1742, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1742, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH1.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.00}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{198.72} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{0.16} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

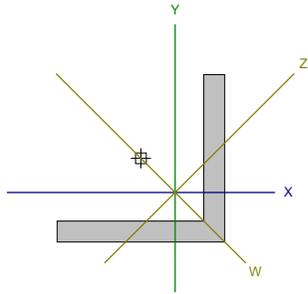
$$f_{rbz} : \underline{1.00} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1726/N1735

Perfil: 101.6x101.6x12.7 Material: Acero (F-24)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N1726	N1735	0.800	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo				Pandeo lateral			
			Plano ZX	Plano ZY		Ala sup.		Ala inf.		
β			1.00	1.00		0.00		0.00		
L <sub>k</sub>			0.800	0.800		0.000		0.000		
C <sub>b</sub>			-				1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N1726/N1735	η = 1.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.4 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	x: 0 m η = 0.1	x: 0.2 m η = 1.7	CUMPLE h = 1.7	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede										
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.										

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{7.05} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{528.12} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{586.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en un punto situado a una distancia de 0.400 m del nudo N1726, para la combinación de acciones  $1.4 \cdot PP + 1.4 \cdot D$ .

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1726, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.06} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1726, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·D.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.11} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.200 m del nudo N1726, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.02}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{2.88} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{216.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{0.54} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{0.71} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N1743/N1718

Perfil: 101.6x101.6x12.7											
Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	N1743	N1718	0.800	24.45	230.95	230.95	135.43	13.01	20.74	-20.74	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
					Pandeo			Pandeo lateral			
					Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.			
	β				1.00	1.00	0.00	0.00			
	L <sub>k</sub>				0.800	0.800	0.000	0.000			
	C <sub>b</sub>				-			1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N1743/N1718	N.P. <sup>(1)</sup>	λ ≤ 200.0 Cumple	η = 0.7	x: 0.8 m η = 0.3	x: 0.8 m η = 0.5	η = 0.1	x: 0.8 m η = 0.1	x: 0.8 m η = 1.3	CUMPLE h = 1.3	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede										
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.										

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

Comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Procedido por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{40.5} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{40.5}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{800} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{3.51} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{485.88} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{539.86} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{220.80} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{1204.89} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{4621.75} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{1204.89} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{800} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.87} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.98} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{366.38} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{95.52} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{24.45} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1718, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{30.06} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{71.54} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N1718, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{10.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{6.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{28.10} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{230.95} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{135.43} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{71.54} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{30.06} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH1$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.09} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N1718, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.15} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{167.23} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{185.81} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{12.90} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{101.60} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1718, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.01}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{1.43} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{198.72} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{1.13} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{0.78} \text{ MPa}$$

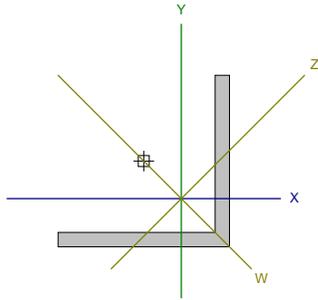
$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N2865/N2864

Perfil: 38,1x38,1x3,2  
Material: Acero (F-24)

Inicial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas							
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N2865	N2864	1.002	2.34	3.26	3.26	1.94	0.08	8.34	-8.34	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo		Pandeo lateral					
			Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.				
β			1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>k</sub>			1.002	1.002	0.000	0.000				
C <sub>b</sub>			-		1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N2865/N2864	x: 1.002 m η = 3.5	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 7.8	x: 1.002 m η = 0.5	x: 0 m η = 1.3	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 1.002 m η = 8.6	CUMPLE h = 8.6
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N2864, para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH1$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{1.76} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{50.46} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{56.06} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{2.34} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{133.2} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{133.2}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5009} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0.20}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{0.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{0.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{1.32} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{2.34} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.078} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N2865, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+0.5·Q+VH2.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{1.59} \quad \text{kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{20.46} \quad \text{kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{22.73} \quad \text{kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

Para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{2.34} \quad \text{cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{97.31} \quad \text{MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{111.28} \quad \text{MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{437.56} \quad \text{MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{111.28} \quad \text{MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{0.20}$$

$$K_z : \underline{0.20}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5009} \quad \text{mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{1.49} \quad \text{cm}$$

$$r_z : \underline{0.75} \quad \text{cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \frac{5.20}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \frac{1.32}{\quad} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \frac{2.34}{\quad} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2864, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{1.00} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{1.94} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{10.71} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{27.39} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2865, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{1.00} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{1.94} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{27.39} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{10.71} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{15.80} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{17.56} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.22} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N2865, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{15.80} \text{ kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{17.56} \text{ kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.22} \text{ cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \text{ mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

$$i) \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \text{ mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2864, para la combinación de acciones  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 0.5 \cdot Q + VH2$ .

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.09}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{6.72} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{87.58} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{1.77} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

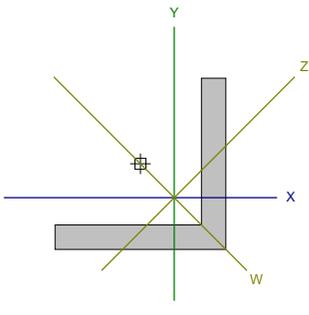
$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{1.25} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N542/N1918

Perfil: 88.9x88.9x12.7 Material: Acero (F-24)											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	$I_x^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_{xy}^{(4)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_t^{(2)}$ (cm <sup>4</sup> )	$x_g^{(3)}$ (mm)	$y_g^{(3)}$ (mm)	$\alpha^{(5)}$ (grados)
	N542	N1918	1.221	21.12	149.65	149.65	86.60	11.27	17.58	-17.58	-45.0
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
				Pandeo			Pandeo lateral				
				Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.				
	$\beta$			1.00	1.00	0.00	0.00				
$L_k$			1.221	1.221	0.000	0.000					
$C_b$			-			1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	$\lambda_c$	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N542/N1918	N.P. <sup>(1)</sup>	$\lambda \leq 200.0$ Cumple	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.3$	CUMPLE h = 2.3
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción I <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede									
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.									

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Prohibido por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$I : \underline{70.6} \quad \checkmark$$

Donde:

I : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$I : \underline{70.6}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1221} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

Notas:

La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en el capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N542, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{2.20} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{353.87} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{393.19} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{186.17} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{395.50} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{1481.90} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{395.50} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1221} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.34} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.73} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{236.25} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{63.05} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{21.12} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N542, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{26.87} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{62.03} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N542, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{6.94} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{7.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{5.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{21.41} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{149.65} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{86.60} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{62.03} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{26.87} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.11} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N542, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.14} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{146.32} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{162.58} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{11.29} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{12.70} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N542, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.02}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{167.55} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{3.21} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{3.90} \text{ MPa}$$

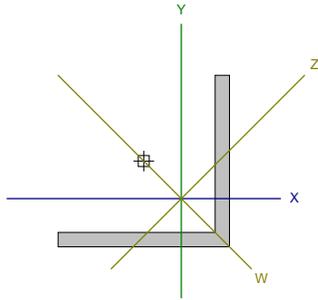
$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N2862/N2863

Perfil: 38,1x38,1x3,2  
Material: Acero (F-24)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas								
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
N2862	N2863	0.400	2.34	3.26	3.26	1.94	0.08	8.34	-8.34	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.					
β		1.00	1.00	0.00	0.00					
L <sub>k</sub>		0.400	0.400	0.000	0.000					
C <sub>b</sub>		-			1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N2862/N2863	η < 0.1	λ ≤ 200.0 Cumple	η < 0.1	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 2.7	x: 0 m η = 0.3	η = 0.2	x: 0 m η = 3.3	CUMPLE h = 3.3
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{50.46} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{56.06} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{2.34} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{53.2} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{53.2}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{400} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{0.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{0.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{1.32} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{2.34} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{43.69} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$P_n : \underline{48.55} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A$$

Para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{2.34} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{207.83} \text{ MPa}$$

i) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{697.98} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{2744.59} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{697.98} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{400} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{1.49} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{0.75} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

$$I_w : \underline{5.20} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \underline{1.32} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{2.34} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2862, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{1.00} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{1.94} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{10.71} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{27.39} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.027} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N2862, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{1.00} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{3.26} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{1.94} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{27.39} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{10.71} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N2862, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.05} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{15.80} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{17.56} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.22} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 1.6 \cdot Q$ .

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.03} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{15.80} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{17.56} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{1.22} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{38.10} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{3.20} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2862, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+VH2.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (H2-1)$$

$$h : \underline{0.03}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{187.05} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{1.86} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

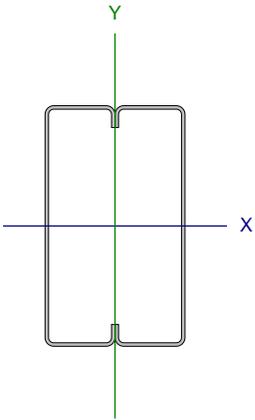
$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{8.89} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

Barra N259/N1448

Perfil: CF-275x4.0, Doble en cajón soldado (Cordón continuo) Material: Acero (F-24)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N259	N1448	9.500	36.40	3916.04	1536.82	3396.21
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo			Pandeo lateral			
	Plano ZX		Plano ZY	Ala sup.		Ala inf.	
	β		1.00	1.00	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>		9.500	9.500	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>		1.000	1.000	-	-	
	C <sub>b</sub>		-	-	1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (AISI S100-16 (2016))															Estado
	w / t	T	P	Tr	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>x</sub> Tr	M <sub>y</sub> Tr	M <sub>x</sub> V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>x</sub>	MT	MP	TPTrMV	
N259/N1448	w / t ≤ (w / t) <sub>max</sub> Cumple	η = 0.1	η = 0.6	η = 0.1	x: 9.5 m η = 31.8	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 0.6	x: 9.5 m η = 4.4	x: 9.5 m η = 31.8	x: 0 m η = 5.2	x: 9.5 m η = 10.3	x: 0 m η = 0.3	x: 9.5 m η = 34.6	x: 9.5 m η = 26.1	x: 9.5 m η = 34.1	CUMPLE h = 34.6

w / t: Limitaciones geométricas  
 T: Resistencia a tracción  
 P: Resistencia a compresión  
 Tr: Resistencia a torsión  
 M<sub>x</sub>: Resistencia a flexión alrededor del eje X  
 M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión alrededor del eje Y  
 V<sub>x</sub>: Resistencia a corte en la dirección del eje X  
 V<sub>y</sub>: Resistencia a corte en la dirección del eje Y  
 M<sub>x</sub>Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión  
 M<sub>y</sub>Tr: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión  
 M<sub>x</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y  
 M<sub>y</sub>V<sub>x</sub>: Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X  
 MT: Resistencia a flexión combinada con tracción  
 MP: Resistencia a flexión combinada con compresión  
 TPTrMV: Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises  
 x: Distancia al origen de la barra  
 h: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Limitaciones geométricas (B4.1)

debe satisfacer:

w<sub>1</sub>/t ≤ 200

w<sub>1</sub> / t : 35.00 ✓

Donde:

w<sub>1</sub>: Longitud del tramo recto del elemento horizontal (paralelo al eje X).

w<sub>1</sub> : 140.00 mm

t: Espesor.

t : 4.00 mm

w<sub>2</sub>/t ≤ 200

w<sub>2</sub> / t : 63.75 ✓

Donde:

w<sub>2</sub>: Longitud del tramo recto del elemento vertical (paralelo al eje Y).

w<sub>2</sub> : 255.00 mm

t: Espesor.

t : 4.00 mm

Producto por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (D1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{T_f}{T_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + 1.6 \cdot VH2$ .

Donde:

$T_f$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_f : \underline{0.87} \quad \text{kN}$$

$T_c$ : Resistencia de diseño a tracción.

$$T_c = \phi_t T_n$$

$$T_c : \underline{725.71} \quad \text{kN}$$

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia para tracción.

$$j_t : \underline{0.90}$$

$T_n$ : La resistencia nominal a tracción es igual al valor calculado según la Sección D1:

$$T_n : \underline{806.35} \quad \text{kN}$$

D1 Plastificación de la sección bruta.

$$T_n = A_g F_y$$

$$T_n : \underline{806.35} \quad \text{kN}$$

Donde:

$A_g$ : Área de la sección bruta.

$$A_g : \underline{33.60} \quad \text{cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

## Resistencia a compresión (E2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_c = \frac{P_f}{P_c} \leq 1$$

$$h_c : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot D + 0.5 \cdot Q + 1.6 \cdot VH1$ .

Donde:

$P_f$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$P_f : \underline{1.55} \quad \text{kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión.

$$P_c = \phi_c P_{ne}$$

$$P_c : \underline{254.30} \quad \text{kN}$$

Donde:

$j_c$ : Factor de resistencia para compresión.

$$j_c : \underline{0.85}$$

$P_{ne}$ : Resistencia nominal a compresión.

$$P_{ne} : \underline{299.17} \quad \text{kN}$$

E2 Resistencia nominal a compresión, considerando el efecto del pandeo por flexión, flexotorsión o torsión.

$$P_{ne} = A F_n$$

$$P_{ne} : \underline{299.17} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{33.60} \quad \text{cm}^2$$

Para  $\lambda_c > 1.5$

$$F_n = \left[ \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right] F_y$$

$$F_n : \underline{89.05} \text{ MPa}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_{cre}}}$$

$$l_c : \underline{1.54}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_{cre}$ : Tensión elástica de pandeo a flexión calculada según las Secciones E2.1 a E2.4.

$$F_{cre} : \underline{101.53} \text{ MPa}$$

### E2.1 Secciones no sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

$F_{crit}$ : Tensión crítica de pandeo, tomada como la menor de  $F_{crex}$  y  $F_{crey}$ .

$$F_{crit} : \underline{101.53} \text{ MPa}$$

Donde:

$$F_{crex} = \frac{(\pi r_x)^2 E}{(K_x L)^2}$$

$$F_{crex} : \underline{232.11} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

$$r_x : \underline{102.25} \text{ mm}$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{3512.76} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{33.60} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$K_x$ : Factor de longitud eficaz para el eje X.

$$K_x : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{9.500} \text{ m}$$

$$F_{crey} = \frac{(\pi r_y)^2 E}{(K_y L)^2}$$

$$F_{crey} : \underline{101.53} \text{ MPa}$$

Donde:

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$r_y : \underline{67.63} \text{ mm}$$

Donde:

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1536.64} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{33.60} \text{ cm}^2$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$K_y$ : Factor de longitud eficaz para el eje Y.

$$K_y : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra.

$$L : \underline{9.500} \text{ m}$$

### E2.2 Secciones con uno o dos ejes de simetría sometidas a pandeo por torsión o por flexotorsión.

(ii) Para secciones con dos ejes de simetría.

Las comprobaciones de la Sección E2.2 no proceden, ya que las longitudes efectivas de pandeo lateral de este elemento son nulas.

## Resistencia a torsión (Comprobación adicional)

Se debe satisfacer:

$$\eta_{Tr} = \frac{Tr_f}{Tr_c} \leq 1$$

$$h_{Tr} : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·VH2.

Donde:

$Tr_f$ : Resistencia requerida a torsión, utilizando las combinaciones de carga LRFD.  $Tr_f : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$Tr_c$ : Resistencia de diseño a torsión.

$$Tr_c = \phi_{Tr} Tr_n$$

$$Tr_c : \underline{43.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$j_{Tr}$ : Factor de resistencia para torsión, tomado de AISC-05.

$$j_{Tr} : \underline{0.90}$$

$Tr_n$ : Resistencia nominal a torsión.

$$Tr_n = F_n C$$

$$Tr_n : \underline{48.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión.

$$C = 2 A_c t$$

$$C : \underline{337.77} \text{ cm}^3$$

Donde:

$A_c$ : Área encerrada por la línea media de los elementos que componen la sección.

$$A_c : \underline{422.21} \text{ cm}^2$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$F_n = 0.6 F_y$$

$$F_n : \underline{144.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

## Resistencia a flexión alrededor del eje X (F3.1, F2.1.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B = \frac{M_f}{M_c} \leq 1$$

$$h_B : \underline{0.318} \quad \checkmark$$

$M_f$ : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

$M_f^+$ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

$M_f^-$ : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{14.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c = \phi_b M_n$$

$$M_c : \underline{58.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \underline{\underline{0.95}}$$

$M_n$ : La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo F3.1, F2.1.4.

$$M_n : \underline{\underline{61.31}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_n^+$ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo F3.1, F2.1.4 para flexión positiva.

$$M_n^+ : \underline{\underline{61.31}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_n^-$ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo F3.1, F2.1.4 para flexión negativa.

$$M_n^- : \underline{\underline{61.31}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

#### F2.1.4 Resistencia nominal de la sección.

La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado F2.1.4, ya que se cumple la siguiente condición:

$$L_{ub} \leq L_u$$

Donde:

$L_{ub}$ : Separación entre arriostramientos laterales de la barra.

$$L_{ub} : \underline{\underline{0.000}} \text{ m}$$

$$L_u = \frac{0.36C_b\pi}{F_y S_{fx}} \sqrt{EGJ_y}$$

$$L_u : \underline{\underline{53.050}} \text{ m}$$

Donde:

$C_b$ : Coeficiente de momentos, que depende de la ley de momentos flectores.

$$C_b : \underline{\underline{1.0}}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{\underline{240.00}} \text{ MPa}$$

$$S_{fx} = \frac{|I_x I_y - I_{xy}^2|}{|I_y y_c - I_{xy} x_c|}$$

$$S_{fx} : \underline{\underline{255.47}} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{\underline{3512.76}} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{\underline{1536.64}} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{\underline{0.00}} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$x_c^+ : \underline{\underline{70.00}} \text{ mm}$$

$$x_c^- : \underline{\underline{-70.00}} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$y_c^+ : \underline{\underline{137.50}} \text{ mm}$$

$$y_c^- : \underline{\underline{-137.50}} \text{ mm}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{\underline{203000.00}} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\underline{78076.92}} \text{ MPa}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$J : \underline{\underline{3396.21}} \text{ cm}^4$$

$$M_{nl} = S_{etx} F_y$$

$$M_{nl} : \underline{\underline{61.31}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{etx} = \frac{|I_{ex} I_{ey} - I_{exy}^2|}{|I_{ey} y - I_{exy} x|}$$

$$S_{etx} : \underline{\underline{255.47}} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_{ex}$ : Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

$$I_{ex} : \underline{\underline{3512.76}} \text{ cm}^4$$

$I_{ey}$ : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{\underline{1536.64}} \text{ cm}^4$$

$I_{exy}$ : Producto eficaz de inercia.

$$I_{exy} : \underline{\underline{0.00}} \text{ cm}^4$$

x: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$x : \underline{\underline{-70.00}} \text{ mm}$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$$y : \underline{\underline{-137.50}} \text{ mm}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{\underline{240.00}} \text{ MPa}$$

## Resistencia a flexión alrededor del eje Y (F3.1, F2.1.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B = \frac{M_f}{M_c} \leq 1$$

$$h_B : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

$M_f$ : Resistencia a flexión crítica requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_f : \underline{1.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N259, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

$M_f^+$ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f^+ : \underline{1.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N259, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

$M_f^-$ : Resistencia requerida para flexión negativa.

$$M_f^- : \underline{0.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión.

$$M_c = \phi_b M_n$$

$$M_c : \underline{34.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \underline{0.95}$$

$M_n$ : La resistencia a flexión nominal mínima se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo F3.1, F2.1.4.

$$M_n : \underline{36.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_n^+$ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo F3.1, F2.1.4 para flexión positiva.

$$M_n^+ : \underline{36.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_n^-$ : La resistencia a flexión nominal se calcula como la menor de las calculadas en los apartados aplicables del Capítulo F3.1, F2.1.4 para flexión negativa.

$$M_n^- : \underline{36.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### F2.1.4 Resistencia nominal de la sección.

La resistencia a flexión nominal se calcula según el Apartado F2.1.4, ya que se cumple la siguiente condición:

$$L_{ub} \leq L_u$$

Donde:

$L_{ub}$ : Separación entre arriostramientos laterales de la barra.

$$L_{ub} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$$L_u = \frac{0.36 C_b \pi}{F_y S_{fy}} \sqrt{E G J_x}$$

$$L_u : \underline{106.682} \text{ m}$$

Donde:

$C_b$ : Coeficiente de momentos, que depende de la ley de momentos flectores.

$$C_b : \underline{1.0}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$$S_{fy} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x_c - I_{xy} y_c}$$

$$S_{fy} : \underline{192.08} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{3512.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1536.64} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

$x_c$ : Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

$$x_c^+ : \underline{80.00} \text{ mm}$$

$$x_c^- : \underline{-80.00} \text{ mm}$$

$y_c$ : Distancia a la fibra extrema comprimida en flexión.

E: Módulo de Young.

G: Módulo de elasticidad transversal.

J: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$M_{nl} = S_{ety} F_y$$

Donde:

$$S_{ety} = \frac{I_{ex} I_{ey} - I_{exy}^2}{I_{ex} X - I_{exy} Y}$$

Donde:

$I_{ex}$ : Momento eficaz de inercia respecto al eje X.

$I_{ey}$ : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$I_{exy}$ : Producto eficaz de inercia.

x: Distancia a la fibra extrema en flexión.

y: Distancia a la fibra extrema en flexión.

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$y_c^+ : \underline{-127.50} \text{ mm}$$

$$y_c^- : \underline{127.50} \text{ mm}$$

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$$G : \underline{78076.92} \text{ MPa}$$

$$J : \underline{3396.21} \text{ cm}^4$$

$$M_{nl} : \underline{36.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$S_{ety} : \underline{150.84} \text{ cm}^3$$

$$I_{ex} : \underline{3496.91} \text{ cm}^4$$

$$I_{ey} : \underline{1327.20} \text{ cm}^4$$

$$I_{exy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

$$x^+ : \underline{87.99} \text{ mm}$$

$$x^- : \underline{-87.99} \text{ mm}$$

$$y^+ : \underline{-127.50} \text{ mm}$$

$$y^- : \underline{127.50} \text{ mm}$$

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción de la versión educativa de CYPE

## Resistencia a corte en la dirección del eje X (G2)

debe satisfacer:

$$\eta_v = \frac{V_f}{V_c} \leq 1$$

$$\eta_v : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N259, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

$V_f$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{0.47} \text{ kN}$$

La resistencia a corte requerida se ha reducido de forma que la fuerza aplicada se distribuye entre todos los elementos, puesto que la sección tiene más de un elemento que resiste cortante.

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{76.61} \text{ kN}$$

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia para cortante.

$$j_v : \underline{0.95}$$

$V_n$ : La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección G2.1, G2.2 y G2.3.

$$V_n : \underline{80.64} \text{ kN}$$

Sección G2.1. La resistencia a cortante,  $V_n$ , de miembros flexados sin rigidizadores transversales en las almas será calculada de la siguiente manera:

(a) Para  $\lambda_v \leq 0.815$

$$V_n = V_y$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura por cortante.

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$\lambda_v = \sqrt{\frac{V_y}{V_{cr}}}$$

$$I_v : \underline{0.424}$$

Siendo:

$V_y$ : Esfuerzo cortante de fluencia de la sección transversal

$$V_y : \underline{80.64} \text{ kN}$$

$$V_y = 0.6A_wF_y$$

Donde:

$A_w$ : Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$A_w = ht$$

$$A_w : \underline{5.60} \text{ cm}^2$$

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$V_{cr}$ : Fuerza de abolladura por cortante elástico definida en la Sección G2.3 para sólo almas planas, o determinada de acuerdo con Apéndice 2 para todas secciones transversales de elementos precalificados (Tabla B4.1-1).

$$V_{cr} : \underline{447.88} \text{ kN}$$

Sección G2.3. Fuerza de abolladura por cortante elástico crítico del alma,  $V_{cr}$ .

La fuerza de abolladura por cortante,  $V_{cr}$ , de un alma se debe determinar de acuerdo con esta sección:

$$V_{cr} = A_wF_{cr}$$

Donde:

$F_{cr}$ : tensión a la abolladura por cortante elástico.

$$F_{cr} = \frac{\pi^2Ek_v}{12(1-\mu^2)(h/t)^2}$$

$$F_{cr} : \underline{799.79} \text{ MPa}$$

h: Coeficiente de Poisson.

$$h : \underline{0.3}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura por cortante.

$$K_v : \underline{5.34}$$

## Resistencia a corte en la dirección del eje Y (G2)

Se debe satisfacer:

$$\eta_v = \frac{V_f}{V_c} \leq 1$$

$$\eta_v : \underline{0.044} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

$V_f$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_f : \underline{6.17} \text{ kN}$$

La resistencia a corte requerida se ha reducido de forma que la fuerza aplicada se distribuye entre todos los elementos, puesto que la sección tiene más de un elemento que resiste cortante.

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante.

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{139.54} \text{ kN}$$

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia para cortante.

$$j_v : \underline{0.95}$$

$V_n$ : La resistencia nominal a cortante es el menor de los valores calculados según la Sección G2.1, G2.2 y G2.3.

$$V_n : \underline{146.88} \text{ kN}$$

Sección G2.1. La resistencia a cortante,  $V_n$ , de miembros flexados sin rigidizadores transversales en las almas será calculada de la siguiente manera:

(a) Para  $\lambda_v \leq 0.815$

$$V_n = V_y$$

Donde:

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura por cortante.

$$K_v : \underline{5.34}$$

$$\lambda_v = \sqrt{\frac{V_y}{V_{cr}}}$$

$$I_v : \underline{0.773}$$

Siendo:

$V_y$ : Esfuerzo cortante de fluencia de la sección transversal

$$V_y : \underline{146.88} \text{ kN}$$

$$V_y = 0.6A_wF_y$$

Donde:

$A_w$ : Área de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$A_w : \underline{10.20} \text{ cm}^2$$

$$A_w = ht$$

Donde:

h: Altura del tramo recto del alma.

$$h : \underline{255.00} \text{ mm}$$

t: Espesor de los elementos paralelos a la dirección del cortante.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$V_{cr}$ : Fuerza de abolladura por cortante elástico definida en la Sección G2.3 para sólo almas planas, o determinada de acuerdo con Apéndice 2 para todas secciones transversales de elementos precalificados (Tabla B4.1-1).

$$V_{cr} : \underline{245.90} \text{ kN}$$

Sección G2.3. Fuerza de abolladura por cortante elástico crítico del alma,  $V_{cr}$ .

La fuerza de abolladura por cortante,  $V_{cr}$ , de un alma se debe determinar de acuerdo con esta sección:

$$V_{cr} = A_wF_{cr}$$

Donde:

$F_{cr}$ : tensión a la abolladura por cortante elástico.

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E k_v}{12(1 - \mu^2)(h/t)^2}$$

$$F_{cr} : \underline{241.08} \text{ MPa}$$

h: Coeficiente de Poisson.

$$h : \underline{0.3}$$

E: Módulo de Young.

$$E : \underline{203000.00} \text{ MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura por cortante.

$$K_v : \underline{5.34}$$

## Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con torsión (H4)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B = \frac{M_f}{M_c R} \leq 1$$

$$\eta_B : \underline{0.318} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

$M_f$ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión, según F3.1, F2.1.4.

$$M_c : \underline{58.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$R = \frac{|f_{bx}|}{|f_{bx}| + |f_{Tr}|} \leq 1$$

$$R : \underline{1.00}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-70.00} \text{ mm}$$

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-137.50} \text{ mm}$$

$f_{bx}$ : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} = \frac{-y}{I_x} M_{fx}$$

$$f_{bx} : \underline{72.40} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{fx}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{3512.76} \text{ cm}^4$$

$f_{Tr}$ : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{-0.11} \text{ MPa}$$

## Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con torsión (H4)

Se debe satisfacer:

$$\eta_B = \frac{M_f}{M_c R} \leq 1$$

$$\eta_B : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N259, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

$M_f$ : Resistencia requerida para flexión positiva.

$$M_f : \underline{1.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión, según F3.1, F2.1.4.

$$M_c : \underline{34.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión.

$$R = \frac{|f_{by}|}{|f_{by}| + |f_{Tr}|} \leq 1$$

$$R : \underline{0.99}$$

Donde:

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-80.00} \text{ mm}$$

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{127.50} \text{ mm}$$

$f_{by}$ : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y, calculada utilizando la sección eficaz.

$$f_{by} = \frac{-x}{I_{ey}} M_{fy}$$

$$f_{by} : \underline{10.68} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{fy}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{1.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_{ey}$ : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{1327.20} \text{ cm}^4$$

$f_{Tr}$ : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{-0.11} \text{ MPa}$$

## Resistencia a flexión alrededor del eje X combinada con corte en la dirección del eje Y (H2)

Se debe satisfacer:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.103} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta = \left( \frac{M_{fx}}{M_{cx}R} \right)^2 + \left( \frac{V_{fy}}{V_{cy}} \right)^2$$

$$h : \underline{0.103}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según H4.

$$R : \underline{1.00}$$

$M_{fx}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{cx}$ : Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje X.

$$M_{cx} : \underline{58.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$V_{fy}$ : Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_{fy} : \underline{6.17} \text{ kN}$$

$V_{cy}$ : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje Y.

$$V_{cy} : \underline{139.54} \text{ kN}$$

## Resistencia a flexión alrededor del eje Y combinada con corte en la dirección del eje X (H2)

Se debe satisfacer:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N259, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

(a) Para vigas sin rigidizadores transversales.

$$\eta = \left( \frac{M_{fy}}{M_{cy}R} \right)^2 + \left( \frac{V_{fx}}{V_{cx}} \right)^2$$

$$h : \underline{0.003}$$

Donde:

R: Factor de reducción de resistencia debido a la torsión, calculado según H4.

$$R : \underline{0.99}$$

$M_{fy}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{1.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{cy}$ : Resistencia de diseño a flexión alrededor del eje Y.

$$M_{cy} : \underline{34.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$V_{fx}$ : Resistencia a cortante requerida en la dirección del eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$V_{fx} : \underline{0.47} \text{ kN}$$

$V_{cx}$ : Resistencia de diseño a cortante en la dirección del eje X.

$$V_{cx} : \underline{76.61} \text{ kN}$$

## Resistencia a flexión combinada con tracción (H1.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta_f \leq 1$$

$$h_f : \underline{0.342} \quad \checkmark$$

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.346} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

$$\eta_f = \frac{M_{fx}}{\phi_b M_{nxt} R_x} + \frac{M_{fy}}{\phi_b M_{nyt} R_y} + \frac{T_f}{\phi_t T_n}$$

$$h_f : \underline{0.342}$$

Donde:

$R_x$ : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según H4.

$$R_x : \underline{1.00}$$

$R_y$ : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según H4.

$$R_y : \underline{0.98}$$

$j_{bx}$ : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

$$j_{bx} : \underline{0.95}$$

$M_{fx}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nxt} = S_{ftx} F_y$$

$$M_{nxt} : \underline{61.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{ftx} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y_t - I_{xy} x_t}$$

$$S_{ftx} : \underline{255.47} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{3512.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1536.64} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

$x_t$ : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje X.

$$x_t : \underline{-70.00} \text{ mm}$$

$y_t$ : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.

$$y_t : \underline{-137.50} \text{ mm}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$j_{by}$ : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

$$j_{by} : \underline{0.95}$$

$M_{fy}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{nyt} = S_{fty} F_y$$

$$M_{nyt} : \underline{46.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$S_{fty} = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x_t - I_{xy} y_t}$$

$$S_{fty} : \underline{192.08} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{3512.76} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1536.64} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia.

$$I_{xy} : \underline{0.00} \text{ cm}^4$$

$x_t$ : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.  $x_t$  : -80.00 mm

$y_t$ : Distancia a la fibra extrema traccionada en flexión alrededor del eje Y.  $y_t$  : 127.50 mm

$F_y$ : Límite elástico del acero.  $F_y$  : 240.00 MPa

$j_t$ : Factor de resistencia para tracción.  $j_t$  : 0.90

$T_f$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.  $T_f$  : 0.87 kN

$T_n$ : Resistencia nominal a tracción, según la Sección D1.  $T_n$  : 806.35 kN

$$\eta = \frac{M_{fx}}{\phi_b M_{nx} R_x} + \frac{M_{fy}}{\phi_b M_{ny} R_y} - \frac{T_f}{\phi_t T_n}$$

$\eta$  : 0.346

Donde:

$R_x$ : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según H4.  $R_x$  : 1.00

$R_y$ : Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según H4.  $R_y$  : 0.98

$j_{bx}$ : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.  $j_{bx}$  : 0.95

$M_{fx}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.  $M_{fx}$  : 18.50 kN·m

$M_{nx}$ : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección F.  $M_{nx}$  : 61.31 kN·m

$j_{by}$ : Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.  $j_{by}$  : 0.95

$M_{fy}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.  $M_{fy}$  : 0.97 kN·m

$M_{ny}$ : Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección F.  $M_{ny}$  : 36.20 kN·m

$j_t$ : Factor de resistencia para tracción.  $j_t$  : 0.90

$T_f$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.  $T_f$  : 0.87 kN

$T_n$ : Resistencia nominal a tracción, según la Sección D1.  $T_n$  : 806.35 kN

## Resistencia a flexión combinada con compresión (H1.2)

(b) Se debe satisfacer el siguiente criterio si  $\frac{P_f}{\Phi_c P_n} \leq 0.15$

$$\eta = \frac{P_f}{\Phi_c P_n} + \frac{M_{fx}}{\Phi_b M_{nx} R_x} + \frac{M_{fy}}{\Phi_b M_{ny} R_y} \leq 1$$

h : 0.261 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

R<sub>x</sub>: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje X debido a la torsión, calculado según H4.

R<sub>x</sub> : 1.00

R<sub>y</sub>: Factor de reducción de la resistencia a flexión alrededor del eje Y debido a la torsión, calculado según H4.

R<sub>y</sub> : 1.00

j<sub>c</sub>: Factor de resistencia para compresión.

j<sub>c</sub> : 0.85

P<sub>r</sub>: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD.

P<sub>r</sub> : 0.33 kN

P<sub>ne</sub>: Resistencia nominal a compresión según la Sección E2.

P<sub>ne</sub> : 299.17 kN

j<sub>bx</sub>: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje X.

j<sub>bx</sub> : 0.95

M<sub>fx</sub>: Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

M<sub>fx</sub> : 14.51 kN·m

M<sub>nx</sub>: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje X según la Sección F.

M<sub>nx</sub> : 61.31 kN·m

j<sub>by</sub>: Factor de resistencia para flexión alrededor del eje Y.

j<sub>by</sub> : 0.95

M<sub>fy</sub>: Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

M<sub>fy</sub> : 0.35 kN·m

M<sub>ny</sub>: Resistencia nominal a flexión alrededor del eje Y según la Sección F.

M<sub>ny</sub> : 36.20 kN·m

## Flexión combinada con cortante, axil y torsión - Comprobación de Von Mises (Comprobación adicional)

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, el siguiente criterio de rotura de Von Mises:

$$\eta = \left| \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \right| \leq 1$$

h : 0.341 ✓

$$\eta = \left| \frac{f_{Vx}}{F_{Vx}} + \frac{f_{Vy}}{F_{Vy}} + \frac{f_{Tr}}{F_{Tr}} \right| \leq 1$$

h : 0.011 ✓

$$\eta = \left[ \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \right]^2 + \left[ \frac{f_{Vx}}{F_{Vx}} + \frac{f_{Vy}}{F_{Vy}} + \frac{f_{Tr}}{F_{Tr}} \right]^2 \leq 1$$

h : 0.117 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1448, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+1.6·VH2.

Donde:

f<sub>a</sub>: Tensión normal debida a tracción, calculada utilizando el área de la sección bruta.

$$f_a = \frac{T_r}{A}$$

$$f_a : \underline{0.26} \text{ MPa}$$

Donde:

$T_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD.

$$T_r : \underline{0.87} \text{ kN}$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{33.60} \text{ cm}^2$$

Las tensiones utilizadas en esta comprobación se han calculado en el siguiente punto, en el cual se produce la combinación pésima de tensiones normales y tangenciales.

x: Coordenada X del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-70.39} \text{ mm}$$

y: Coordenada Y del punto de cálculo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-137.46} \text{ mm}$$

$f_{bx}$ : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje X.

$$f_{bx} = \frac{-y}{I_x} M_{fx}$$

$$f_{bx} : \underline{72.38} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{fx}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje X para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fx} : \underline{18.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X.

$$I_x : \underline{3512.76} \text{ cm}^4$$

$f_{by}$ : Tensión normal debida a la flexión alrededor del eje Y, calculada utilizando la sección eficaz.

$$f_{by} = \frac{-x}{I_{ey}} M_{fy}$$

$$f_{by} : \underline{5.15} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{fy}$ : Resistencia requerida a flexión respecto al eje Y para las combinaciones de carga LRFD.

$$M_{fy} : \underline{0.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$I_{ey}$ : Momento eficaz de inercia respecto al eje Y.

$$I_{ey} : \underline{1327.20} \text{ cm}^4$$

$f_{vx}$ : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje X.

$$f_{vx} : \underline{-0.27} \text{ MPa}$$

$f_{vy}$ : Tensión tangencial debida al esfuerzo cortante en la dirección del eje Y.

$$f_{vy} : \underline{1.67} \text{ MPa}$$

$f_{Tr}$ : Tensión tangencial debida a la torsión.

$$f_{Tr} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

$F_a$ : Resistencia a tracción de la sección.

$$F_a = \phi_t F_y$$

$$F_a : \underline{0.26} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia para tracción.

$$j_t : \underline{0.90}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_{bx}$ ,  $F_{by}$ : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$$F_{bx} = F_{by} = \phi_b F_y$$

$$F_{bx} : \underline{228.00} \text{ MPa}$$

$$F_{by} : \underline{228.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \underline{0.95}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_{vx}$ ,  $F_{vy}$ : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

$$F_{vx} = F_{vy} = \phi_v F_y / \sqrt{3}$$

$$F_{vx} : \underline{131.64} \text{ MPa}$$

$$F_{vy} : \underline{131.64} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia para cortante.

$$j_v : \underline{0.95}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_{Tr}$ : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_{Tr} = \phi_{Tr} F_y / \sqrt{3}$$

$$F_{Tr} : \underline{124.71} \text{ MPa}$$

Donde:

$j_{Tr}$ : Factor de resistencia para torsión.

$$j_{Tr} : \underline{0.90}$$

$F_y$ : Límite elástico del acero.

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Barra N1403/N214

Perfil: R 16 Material: Acero (F-24)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N1403	N214	11.869	2.01	0.32	0.32	0.64
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
				Pandeo		Pandeo lateral	
				Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
	β			1.00	1.00	0.00	0.00
	L <sub>k</sub>			11.869	11.869	0.000	0.000
	C <sub>b</sub>			-		1.000	
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))								Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM,M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T	
N1403/N214	x: 11.869 m η = 1.3	Error <sup>(1)</sup>	x: 0 m η > 1000.0	x: 11.869 m η > 1000.0	x: 11.869 m η = 281.4	x: 11.869 m η = 0.8	x: 11.869 m η = 14.0	x: 11.869 m η > 1000.0	ERROR
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM,M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)									
Errores: (1) Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.									

**Resistencia a tracción (Capítulo D)**

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h<sub>T</sub> : 0.013 ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P<sub>r</sub>, se produce en el nudo N214, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·D+VH2.

Donde:

P<sub>r</sub>: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

P<sub>r</sub> : 0.58 kN

P<sub>c</sub>: Resistencia de diseño a tracción

P<sub>c</sub> : 43.43 kN

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j<sub>t</sub>: Factor de resistencia a tracción, tomado como:

j<sub>t</sub> : 0.90

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

P<sub>n</sub> : 48.25 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

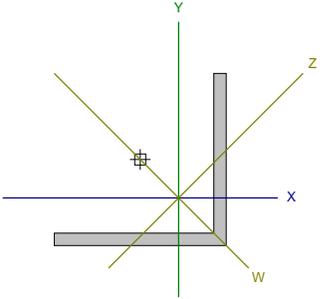
A : 2.01 cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub>: Límite elástico mínimo especificado

F<sub>y</sub> : 240.00 MPa

Producción de una versión educative de ZYPE

Barra N679/N238

Perfil: 88.9x88.9x6.4 Material: Acero (F-24)												
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>xy</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
	N679	N238	1.904	11.11	82.34	82.34	48.30	1.50	19.85	-19.85	-45.0	
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia W respecto al eje X, positivo en sentido antihorario.											
					Pandeo			Pandeo lateral				
					Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.				
					β	1.00	1.00	0.00	0.00			
					L <sub>k</sub>	1.904	1.904	0.000	0.000			
					C <sub>b</sub>	-			1.000			
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>b</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (ANSI/AISC 360-16 (LRFD))									Estado
	P <sub>t</sub>	λ <sub>c</sub>	P <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T		
N679/N238	x: 1.904 m η = 2.0	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 14.5	x: 1.904 m η = 6.2	x: 1.904 m η = 7.0	η = 0.2	x: 0 m η = 0.3	x: 1.904 m η = 24.3	CUMPLE h = 24.3	
Notación: P <sub>t</sub> : Resistencia a tracción λ <sub>c</sub> : Limitación de esbeltez para compresión P <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>x</sub> : Resistencia a flexión eje X M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y V <sub>x</sub> : Resistencia a corte X V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y PM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> T: Esfuerzos combinados y torsión x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)										

Producido por una versión educativa de CYPE

## Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N238, para la combinación de hipótesis  $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot D + VH2$ .

Donde:

$P_r$ : Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{4.85} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{239.98} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

$j_t$ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2 - 1)$$

$$P_n : \underline{266.64} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

Producción por una versión educativa de CYPE

## Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es\*:

$$\lambda \leq 200$$

$$l : \underline{108.8} \quad \checkmark$$

Donde:

$l$ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{L_c}{r}$$

$$l : \underline{108.8}$$

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1904} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

$r_z$ : Radio de giro respecto al eje Z

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$I_z$ : Momento de inercia respecto al eje principal de menor inercia

$$I_z : \underline{34.04} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

Notas:

\*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

## Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

$$h_T : \underline{0.145} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo  $P_r$  se produce en el nudo N679, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$P_r$ : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$P_r : \underline{19.00} \text{ kN}$$

$P_c$ : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{131.43} \text{ kN}$$

$$P_c = \phi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

$j_p$ : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$j_p : \underline{0.90}$$

$P_n$ : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1:

$$P_n : \underline{146.04} \text{ kN}$$

$$P_n = F_{cr} A_e$$

Para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo E - E7-1).

$A_e$ : Área efectiva

$$A_e : \underline{11.11} \text{ cm}^2$$

$F_{cr}$ : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:

$$F_{cr} : \underline{131.45} \text{ MPa}$$

a) Cuando:  $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras iv) en secciones angulares,  $F_e$  es el menor valor de:

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$F_e$ : Tensión crítica elástica de pandeo respecto a los ejes principales, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{166.85} \text{ MPa}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left( \frac{L_c}{r} \right)^2}$$

$$F_{ew} : \underline{640.42} \text{ MPa}$$

$$F_{ez} : \underline{166.85} \text{ MPa}$$

Donde:

Siendo:

$L_c$ : Longitud efectiva

$$L_c = KL$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_w : \underline{1.00}$$

$$K_z : \underline{1.00}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1904} \text{ mm}$$

r: Radio de giro dominante respecto a los ejes principales

$$r_w : \underline{3.43} \text{ cm}$$

$$r_z : \underline{1.75} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I : Momento de inercia respecto a los ejes principales

A: Área total de la sección transversal de la barra.

---

$$I_w : \frac{130.64}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$I_z : \frac{34.04}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$A : \frac{11.11}{\quad} \text{ cm}^2$$

## Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.062} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N238, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_x$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_x$ : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_y y - I_{xy} x}$$

$$S_x : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{24.60} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{64.30} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

$$h_M : \underline{0.070} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo,  $M_r$ , se produce en el nudo N238, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·D+VH1.

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_c$ : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{3.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_c = \phi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

$j_b$ : Factor de resistencia a flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

$M_n$ : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 10, Sección 1

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$M_r$ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Fluencia

$$M_n = 1.5M_y$$

$$M_n : \underline{3.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_y = F_y S_y$$

$$M_y : \underline{2.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \text{ MPa}$$

$S_y$ : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y = \frac{I_x I_y - I_{xy}^2}{I_x x - I_{xy} y}$$

$$S_y : \underline{10.83} \text{ cm}^3$$

Donde:

$I_x$ : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_y$ : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{82.34} \text{ cm}^4$$

$I_{xy}$ : Producto de inercia de la sección transversal

$$I_{xy} : \underline{48.30} \text{ cm}^4$$

$x$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{64.30} \text{ mm}$$

$y$ : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{24.60} \text{ mm}$$

### 2. Pandeo lateral-torsional

Si la viga está arriostrada en toda su longitud, la Sección 2 no es de aplicación

### 3. Pandeo local en los lados

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local en los lados no es de aplicación

## Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+VH1.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.17} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-16 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

$$h_v : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_r$  se produce en el nudo N679, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

$V_r$ : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$V_r : \underline{0.24} \quad \text{kN}$$

$V_c$ : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_v V_n$$

$$V_c : \underline{73.74} \quad \text{kN}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$j_v$ : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

$V_n$ : se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

En angulares simples, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-16 (LRFD), Capítulo G - G3).

$$V_n = 0.6F_y A_w C_v$$

$$V_n : \underline{81.93} \quad \text{kN}$$

Donde:

$F_y$ : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{240.00} \quad \text{MPa}$$

$$A_w = bt$$

$$A_w : \underline{5.69} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del lado del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

$$i) \quad \frac{b}{t} \leq 1.10 \sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$$

$$C_v = 1.0$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho de la sección

$$b : \underline{88.90} \quad \text{mm}$$

t: Espesor del ala del angular

$$t : \underline{6.40} \quad \text{mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{200000.00} \quad \text{MPa}$$

$K_v$ : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

## Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{0.243} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N238, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·D+1.6·Q.

Donde:

h: calculado según Artículo 2

$$\eta = \left| \frac{f_{ra}}{F_{ca}} + \frac{f_{rbw}}{F_{cbw}} + \frac{f_{rbz}}{F_{cbz}} \right| \quad (\text{H2-1})$$

$$h : \underline{0.24}$$

Donde:

$f_{ra}$ : Tensión axial requerida

$$f_{ra} : \underline{17.01} \text{ MPa}$$

$F_{ca}$ : Tensión axial de diseño

$$F_{ca} : \underline{118.30} \text{ MPa}$$

$f_{rbw}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje fuerte

$$f_{rbw} : \underline{15.76} \text{ MPa}$$

$F_{cbw}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbw} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

$f_{rbz}$ : Tensión requerida para flexión respecto al eje débil

$$f_{rbz} : \underline{16.47} \text{ MPa}$$

$F_{cbz}$ : Tensión de diseño para flexión respecto al eje débil, calculado según el Capítulo F

$$F_{cbz} : \underline{324.00} \text{ MPa}$$

# BASE CENTRADA PORTICO INTERMEDIO COLUMNA LATERAL

## DATOS:

D (Kn)	0,21
L(Kn)	5,41
Tu (axil)(Kn)	44,83
Vu (corte)(Kn)	13,00

Cota de fundacion (-)	2	
F'c (Mpa)	25	
Tension adm (Kn/m2)	200	
$\gamma H^\circ$ (t/m <sup>3</sup> )	2,4	
$\gamma$ suelo	1,7	
recubrimiento (m)	0,05	
Tronco columna	b (m) y	0,8
	l (m) x	1,2
	h	1
	area (m2)	0,96
Viga de fundacion	b	1,2
	h	0,5
Ancho	9,8	

## DIMENSIONAMIENTO

DIMENSIONAMIENTO				Lv/2<H
Pu (kn)	Area m <sup>2</sup>	a1 x (m)	a2 y (m)	H (m)
44,83	0,22415	1,5	1,1	0,45

### Verificacion al arrancamiento

$$V_{H^2A^2} = V_{base} + V_{VF} + V_{col}$$

$$V_{H^2A^2} = 0,74$$

$$V_{VF} = 5,40$$

$$V_{col} = 0,96$$

$$V_{H^2A^2} = 6,1425 \quad m3$$

$$D_{H^2A^2} = 153,56 \quad Kn$$

$$V_S = 2,13 \quad m3$$

$$D_S = 36,21 \quad Kn$$

$$189,77 > 44,83$$

VERDADERO

### Verificacion tension admisible

$$\frac{(D + L) + Ng + Nt}{a_1 * a_2} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma = 118,41$$

$$118,41 < 200 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificacion al corte en una direccion (x)

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando ( $a_1$  o  $a_2$ )

$$C = \left(\frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d\right); c_1 \text{ es el lado de la columna respectiva al lado de la base}$$

$$Vu = 13,00 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 500,00 \quad \text{KN}$$

$$13,00 < 375,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificacion al corte en una direccion (y)

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando ( $a_1$  o  $a_2$ )

$$C = \left(\frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d\right); c_1 \text{ es el lado de la columna respectiva al lado de la base}$$

$$Vu = 13,00 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 366,67 \quad \text{KN}$$

$$13,00 < 275,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación corte en dos direcciones

$$V_c \leq \begin{cases} (1 + \frac{2}{\beta_c}) * \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{6} & (1) \\ (\frac{\alpha_c * d}{b_o} + 2) * \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{12} & (2) \\ \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{3} & (3) \end{cases}$$

$$\beta = 1,36$$

Las primeras expresiones poseen validez si  $\beta > 2$ , y la última si  $\beta < 2$ . Como  $\beta < 2$ ; se utiliza la última ecuación para verificar.

$$b_o = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_o = 5,6$$

$$366,67 < 3733,3 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación al aplastamiento

$$\phi * P_n = 0,85 * \phi * f_c * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 * 0,85 * \phi * f_c * A_1$$

$$\phi = 0,65$$

$$A_1 = 0,96 \quad \text{m}^2$$

$$A_2 = 1,65 \quad \text{m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} > 2$$

$$1,31 < 2 \quad (\text{Se toma el menor valor})$$

$$\phi * P_n = 29,1395 \quad \text{KN}$$

$$29,14 < 40800,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Diseño a flexión

$$P_u \text{ (KN)} = 44,83$$

$$l_y \text{ (m)} = 1,1$$

$$c_1 \text{ (m)} = 0,8$$

$$H \text{ (m)} = 0,45$$

$$d_b \text{ (m)} = 0,016$$

$$d \text{ (m)} = 0,39$$

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 8,91 \quad \text{cm}^2$$

Separación a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \phi & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 5  $\phi$ 16mm c/20 cm

### Diseño a flexion

Pu (KN)	44,83
lx(m)	1,5
c2(m)	1,2
H(m)	0,45
db(m)	0,016
d(m)	0,392
Mu1 (KNm)	0,34
Mn1(KNm)	0,37

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 12,15 \text{ cm}^2$$

Separacion a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \emptyset & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 7 Ø16mm c/20 cm

### Dimensionado de columna

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 68,97 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	39,24 cm <sup>2</sup>
Ast=	17,28 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 10Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

### Dimensionado de viga de fundacion

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 68,97 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	39,24 cm <sup>2</sup>
Ast=	10,80 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 6Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

# BASE CENTRADA PORTICO INTERMEDIO COLUMNA INTERMEDIA

## DATOS:

D (Kn)	2,88	
L(Kn)	60,87	
Tu (axil)(Kn)	128,54	
Vu (corte)(Kn)	36,00	
Cota de fundacion (-)	2	
F'c (Mpa)	25	
Tension adm (Kn/m2)	200	
$\gamma H^3$ (t/m <sup>3</sup> )	2,4	
$\gamma_{suelo}$	1,7	
recubrimiento (m)	0,05	
	b (m) y	0,7
	l (m) x	0,9
Tronco columna	h	1
	area (m2)	0,63
	b	0,9
Viga de fundacion	h	0,5
Ancho	9,8	

## DIMENSIONAMIENTO

DIMENSIONAMIENTO				Lv/2<H
Pu (kn)	Area m <sup>2</sup>	a1 x (m)	a2 y (m)	H (m)
128,541	0,642705	1,4	1,2	0,45

### Verificacion al arrancamiento

$$V_{H^3A^2} = V_{base} + V_{VF} + V_{col}$$

$$V_{H^3A^2} = 0,76$$

$$V_{VF} = 4,10$$

$$V_{col} = 0,63$$

$$V_{H^3A^2} = 4,851 \quad m3$$

$$D_{H^3A^2} = 121,28 \quad Kn$$

$$V_S = 2,00 \quad m3$$

$$D_S = 33,92 \quad Kn$$

$$155,19 > 128,54$$

VERDADERO

### Verificacion tension admisible

$$\frac{(D + L) + Ng + Nf}{a_1 * a_2} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma = 130,32$$

$$130,32 < 200 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificacion al corte en una direccion (x)

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando (a<sub>1</sub> o a<sub>2</sub>)

$$C = \left(\frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d\right); c_1 \text{ es el lado de la columna respectiva al lado de la base}$$

$$Vu = 36,00 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 466,67 \quad \text{KN}$$

$$36,00 < 350,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificacion al corte en una direccion (y)

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando (a<sub>1</sub> o a<sub>2</sub>)

$$C = \left(\frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d\right); c_1 \text{ es el lado de la columna respectiva al lado de la base}$$

$$Vu = 36,00 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 400,00 \quad \text{KN}$$

$$36,00 < 300,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación corte en dos direcciones

$$V_c \leq \begin{cases} (1 + \frac{2}{\beta_c}) * \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{6} & (1) \\ (\frac{\alpha_c * d}{b_o} + 2) * \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{12} & (2) \\ \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{3} & (3) \end{cases}$$

$$\beta = 1,17$$

Las primeras expresiones poseen validez si  $\beta > 2$ , y la última si  $\beta < 2$ ; se utiliza la última ecuación para verificar.

$$b_o = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_o = 4,8$$

$$400,00 < 3200,0 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación al aplastamiento

$$\phi * P_n = 0,85 * \phi * f_c * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 * 0,85 * \phi * f_c * A_1$$

$$\phi = 0,65$$

$$A_1 = 0,63 \quad \text{m}^2$$

$$A_2 = 1,68 \quad \text{m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} > 2$$

$$1,63 < 2 \quad (\text{Se toma el menor valor})$$

$$\phi * P_n = 83,55165 \quad \text{KN}$$

$$83,55 < 26775,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Diseño a flexión

$$P_u \text{ (KN)} = 128,541$$

$$l_y \text{ (m)} = 1,2$$

$$c_1 \text{ (m)} = 0,7$$

$$H \text{ (m)} = 0,45$$

$$d_b \text{ (m)} = 0,016$$

$$d \text{ (m)} = 0,39$$

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 9,72 \quad \text{cm}^2$$

Separación a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \phi & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 6 Ø16mm c/20 cm

### Diseño a flexion

Pu (KN)	128,54
lx(m)	1,4
c2(m)	0,9
H(m)	0,45
db(m)	0,016
d(m)	0,392

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 11,34 \text{ cm}^2$$

Separacion a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \emptyset & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 7 Ø16mm c/20 cm

### Dimensionado de columna

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 197,755385 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	112,53 cm <sup>2</sup>
Ast=	11,34 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 6Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

### Dimensionado de viga de fundacion

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 197,76 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	112,53 cm <sup>2</sup>
Ast=	8,10 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 4Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

# BASE CENTRADA PORTICO EXTREMO COLUMNA LATERAL

## DATOS:

D (Kn)	14,85	
L(Kn)	0,50	
Tu (axil)(Kn)	57,53	
Vu (corte)(Kn)	20,51	
Cota de fundacion (-)	2	
F'c (Mpa)	25	
Tension adm (Kn/m2)	200	
$\gamma H^\circ$ (t/m <sup>3</sup> )	2,4	
$\gamma$ suelo	1,7	
recubrimiento (m)	0,05	
Tronco columna	b (m) y	0,8
	l (m) x	1,2
	h	1
	area (m2)	0,96
Viga de fundacion	b	1,2
	h	0,5
Ancho	9,8	

## DIMENSIONAMIENTO

DIMENSIONAMIENTO				Lv/2<H
Pu (kn)	Area m <sup>2</sup>	a1 x (m)	a2 y (m)	H (m)
57,528	0,28764	1,5	1,1	0,45

### Verificacion al arrancamiento

$$V_{H^2A^2} = V_{base} + V_{VF} + V_{col}$$

$$V_{H^2A^2} = 0,74$$

$$V_{VF} = 5,40$$

$$V_{col} = 0,96$$

$$V_{H^2A^2} = 6,1425 \quad m3$$

$$D_{H^2A^2} = 153,56 \quad Kn$$

$$V_S = 2,13 \quad m3$$

$$D_S = 36,21 \quad Kn$$

$$189,77 > 57,53$$

VERDADERO

**Verificacion tension admisible**

$$\frac{(D + L) + Ng + Nt}{a_1 * a_2} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma = 124,32$$

$$124,32 < 200 \quad \text{VERDADERO}$$

**Verificacion al corte en una direccion (x)**

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando ( $a_1$  o  $a_2$ )

$C = (\frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d)$ ;  $c_1$  es el lado de la columna respectiva al lado de la base

$$Vu = 20,51 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 500,00 \quad \text{KN}$$

$$20,51 < 375,00 \quad \text{VERDADERO}$$

**Verificacion al corte en una direccion (y)**

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando ( $a_1$  o  $a_2$ )

$C = (\frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d)$ ;  $c_1$  es el lado de la columna respectiva al lado de la base

$$Vu = 20,51 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 366,67 \quad \text{KN}$$

$$20,51 < 275,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación corte en dos direcciones

$$V_c \leq \begin{cases} (1 + \frac{2}{\beta_c}) * \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{6} & (1) \\ (\frac{\alpha_c * d}{b_o} + 2) * \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{12} & (2) \\ \frac{\sqrt{f_c} MPa * b_o * d}{3} & (3) \end{cases}$$

$$\beta = 1,36$$

Las primeras expresiones poseen validez si  $\beta > 2$ , y la última si  $\beta < 2$ . Como  $\beta < 2$ ; se utiliza la última ecuación para verificar.

$$b_o = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_o = 5,6$$

$$366,67 < 3733,3 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación al aplastamiento

$$\emptyset * P_n = 0,85 * \emptyset * f_c * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 * 0,85 * \emptyset * f_c * A_1$$

$$\emptyset = 0,65$$

$$A_1 = 0,96 \quad \text{m}^2$$

$$A_2 = 1,65 \quad \text{m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} > 2$$

$$1,31 < 2 \quad (\text{Se toma el menor valor})$$

$$\emptyset * P_n = 37,3932 \quad \text{KN}$$

$$37,39 < 40800,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Diseño a flexión

$$P_u \text{ (KN)} = 57,528$$

$$l_y \text{ (m)} = 1,1$$

$$c_1 \text{ (m)} = 0,8$$

$$H \text{ (m)} = 0,45$$

$$d_b \text{ (m)} = 0,016$$

$$d \text{ (m)} = 0,39$$

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 8,91 \quad \text{cm}^2$$

Separación a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \emptyset & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 5  $\emptyset$ 16mm c/20 cm

### Diseño a flexion

Pu (KN)	57,53
lx(m)	1,5
c2(m)	1,2
H(m)	0,45
db(m)	0,016
d(m)	0,392

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 12,15 \text{ cm}^2$$

Separacion a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \emptyset & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 7 Ø16mm c/20 cm

### Dimensionado de columna

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 88,50 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	50,36 cm <sup>2</sup>
Ast=	17,28 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 10Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

### Dimensionado de viga de fundacion

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 88,50 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	50,36 cm <sup>2</sup>
Ast=	17,28 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 10Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

# BASE CENTRADA PORTICO EXTREMO COLUMNA INTERMEDIA

## DATOS:

D (Kn)	2,14	
L(Kn)	47,45	
Tu (axil)(Kn)	38,92	
Vu (corte)(Kn)	38,92	
Cota de fundacion (-)	2	
F'c (Mpa)	25	
Tension adm (Kn/m2)	200	
$\gamma H^3$ (t/m^3)	2,4	
$\gamma_{suelo}$	1,7	
recubrimiento (m)	0,05	
	b (m) y	0,7
Tronco columna	l (m) x	0,9
	h	1
	area (m2)	0,63
Viga de fundacion	b	0,9
	h	0,5
Ancho	9,8	

## DIMENSIONAMIENTO

DIMENSIONAMIENTO				Lv/2<H
Pu (kn)	Area m <sup>2</sup>	a1 x (m)	a2 y (m)	H (m)
38,916	0,19458	1,4	1,2	0,45

### Verificacion al arrancamiento

$$V_{H^2A^2} = V_{base} + V_{VF} + V_{col}$$

$$V_{H^2A^2} = 0,76$$

$$V_{VF} = 4,10$$

$$V_{col} = 0,63$$

$$V_{H^2A^2} = 4,851 \quad m3$$

$$D_{H^2A^2} = 121,28 \quad Kn$$

$$V_S = 2,00 \quad m3$$

$$D_S = 33,92 \quad Kn$$

$$155,19 > 38,92$$

VERDADERO

### Verificacion tension admisible

$$\frac{(D + L) + Ng + Nt}{a_1 * a_2} < \sigma_{adm}$$

$$\sigma = 121,89$$

$$121,89 < 200 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificacion al corte en una direccion (x)

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando (a<sub>1</sub> o a<sub>2</sub>)

$$C = \left( \frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d \right); c_1 \text{ es el lado de la columna respectiva al lado de la base}$$

$$Vu = 38,92 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 466,67 \quad \text{KN}$$

$$38,92 < 350,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificacion al corte en una direccion (y)

$$Vu \leq \phi Vc$$

$$\phi = 0.75$$

$$Vu = q_u * B * C$$

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

B=lado que se esta analizando (a<sub>1</sub> o a<sub>2</sub>)

$$C = \left( \frac{B}{2} - \frac{c_1}{2} - d \right); c_1 \text{ es el lado de la columna respectiva al lado de la base}$$

$$Vu = 38,92 \quad \text{KN}$$

$$Vc = 400,00 \quad \text{KN}$$

$$38,92 < 300,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación corte en dos direcciones

$$V_c \leq \begin{cases} (1 + \frac{2}{\beta_c}) * \frac{\sqrt{f_c} * M P a * b_0 * d}{6} & (1) \\ (\frac{\alpha_c * d}{b_0} + 2) * \frac{\sqrt{f_c} * M P a * b_0 * d}{12} & (2) \\ \frac{\sqrt{f_c} * M P a * b_0 * d}{3} & (3) \end{cases}$$

$$\beta = 1,17$$

Las primeras expresiones poseen validez si  $\beta > 2$ , y la última si  $\beta < 2$ .; se utiliza la última ecuación para verificar.

$$b_o = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * d$$

$$b_o = 4,8$$

$$400,00 < 3200,0 \quad \text{VERDADERO}$$

### Verificación al aplastamiento

$$\emptyset * P_n = 0,85 * \emptyset * f_c * A_1 * \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 * 0,85 * \emptyset * f_c * A_1$$

$$\emptyset = 0,65$$

$$A_1 = 0,63 \quad \text{m}^2$$

$$A_2 = 1,68 \quad \text{m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} > 2$$

$$1,63 < 2 \quad (\text{Se toma el menor valor})$$

$$\emptyset * P_n = 25,2954 \quad \text{KN}$$

$$25,30 < 26775,00 \quad \text{VERDADERO}$$

### Diseño a flexión

$$P_u \text{ (KN)} = 38,916$$

$$l_y \text{ (m)} = 1,2$$

$$c_1 \text{ (m)} = 0,7$$

$$H \text{ (m)} = 0,45$$

$$d_b \text{ (m)} = 0,016$$

$$d \text{ (m)} = 0,39$$

Como  $k_d$  es muy grande, se dimensiona en base a :

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 9,72 \quad \text{cm}^2$$

Separación a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \emptyset & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 6 Ø16mm c/20 cm

### Diseño a flexion

Pu (KN)	38,92
lx(m)	1,4
c2(m)	0,9
H(m)	0,45
db(m)	0,016
d(m)	0,392

Como kd es muy grande, se dimensiona en base a :

$$A_s \geq 0,0018 * b * h$$

$$A_s = 11,34 \text{ cm}^2$$

Separacion a cumplir:

$$S \leq \begin{cases} 2,5 * d & 85,5 \text{ cm} \\ 25 * \emptyset & 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} & 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Se adoptan: 7 Ø16mm c/20 cm

### Dimensionado de columna

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 59,8707692 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	34,07 cm <sup>2</sup>
Ast=	11,34 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 6Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

### Dimensionado de viga de fundacion

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,0018$

$$P_n \text{ máx} = \frac{P_u}{\emptyset} = 59,87 \text{ KN}$$

$$P_n \text{ máx} = 0,8 * A_g * (0,85 * f'_c * (1 - \rho_{min}) + f_y * \rho_{min})$$

Se adopta una cuantía mínima:  $\rho_{min} = 0,018$

Ag=	34,07 cm <sup>2</sup>
Ast=	11,34 cm <sup>2</sup>
db=	16 mm
estribo dbe=	8 mm
S=	19,2 cm

Se adoptan: 4Ø16mm, estribo Ø8mm c/19cm

# COLUMNA HORMIGÓN Y FUNDACIÓN

## PORTICO INTERMEDIO-COLUMNA EXTREMA

### Datos generales:

Col metálica	0,8	0,3
Tronco de columna (m x m)	1,2	0,8
Placa (m x m)	1	0,8
f'c (Mpa)	25	
Tu (Kn)	44,83	
Cu o Vu (Kn)	13,00	

### Datos perno:

#### 3 pernos ASTM A36 o F-24

n (num pernos)	6
Fu (Mpa)	370
Fy (Mpa)	235
D (mm)	20
hef=30*D(mm)	600
Ab (mm <sup>2</sup> )	314,16
Fv(Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n <sup>a</sup> varillas	18
Lc (mm)	1,702
D (agujero (mm))	22

### Resistencia al aplastamiento del H° bajo la placa

$$\phi_c * P_p = \phi_c * 0,85 * f'c * A_1$$

$$\phi_c * P_p > C_u$$

$$\phi_c = 0,6$$

$$A_1 = 800.000,00 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 960.000,00 \text{ mm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 1,10 \leq 2$$

Se adopta 1,4

$$\phi_c * P_p = 10.516.273,10 \text{ N}$$

$$10.516.273,10 > 13.004,00$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a tracción

$$R_{d1} = \phi_t * F_t * A_b$$

$$R_{d1} > T_{u1}$$

$$\phi_t = 0,75$$

Ft (según Tabla J.3.5.)

$$f_v = \frac{V_{u1}}{0.75 * A_b}$$

Corte que toma el perno (N):  $\frac{v_u}{n} = 2167,333333$

$$f_v = 9,198426845 \text{ MPa}$$

$$F_t = 338 - 2.5 * f_v \leq 260$$

$$F_t = 315,0039329$$

Traccion que toma el perno (N): 7471,666667

$$74.221,23 > 7.471,67$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a corte

$$R_v = 0,75 * F_v$$

Fv (según Tabla J.3.2) = 140 MPa

$$f_v < R_v$$

Tension requerida de corte  $f_v$  9,198426845 Mpa

$$9,20 < 105,00$$

VERDADERO

### Resistencia al aplastamiento de la chapa en agujeros

Espesor de chapa (tp)= 10 mm

$$R_n = 1,2 * L_c * t * F_u. (10^{-1}) \leq 2,4 * d * t * F_u. (10^{-1})$$

$$R_d = \phi * R_n$$

$$R_d > V_u$$

$$L_c = 840 \text{ mm}$$

$$R_n = 17.760,00 \text{ N}$$

$$R_d = 13.320,00 \text{ N}$$

$$13.320,00 > 13.004,00$$

VERDADERO

### Dimensionamiento placa de apoyo

$$L = 60 \text{ mm}$$

$$q_H = F_H * 1 \text{ mm}$$

$$q_H = 0,06 \text{ N/mm}$$

$$M_{up} = \frac{q_H * L^2}{2}$$

$$M_{up} = 100,87 \text{ Nmm}$$

$$M_{np} = S * Fy = \frac{1 \text{ mm} * t_p^2}{6} * Fy$$

$$M_{up} = \phi * M_{np}$$

$$t_{p,min} = \sqrt{\frac{6 * M_{up}}{0,9 * Fy}}$$

$$t_{p,min} = 1,69 \text{ mm}$$

$$1,69 < 10$$

VERDADERO

### VERIFICACION DE ANCLAJES

#### Resistencia de diseño en traccion

Resistencia del acero del anclaje en tracción

$$N_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

$$N_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

Resistencia al desprendimiento del hormigón del anclaje traccionado

$$L_{min} = \sqrt{\frac{10 * T_u}{0,33 * \pi * \phi t * f_t}}$$

$$L_{min} = 178,97 \text{ mm}$$

$$\text{Se adopta (hef)} = 200 \text{ mm}$$

$$N_{cb} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} * \Psi_{ed,N} * \Psi_{c,N} * N_b$$

$$A_{NCO} = 9 * h_{ef}^2$$

$$A_{NC} < n * A_{NCO}$$

$$A_{nc} = 2.131.600,00 \text{ mm}^2$$

$$A_{nco} = 360.000,00 \text{ mm}^2$$

$$2.131.600,00 < 2.160.000,00$$

VERDADERO

$$\psi_{ec,N}=1$$

$$C_a, \text{mín} > 1,5 \cdot h_{ef}$$

$$\psi_{ed,N}=1$$

$$N_b = k_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$$
$$N_b = 141.421,36 \text{ N}$$
$$N_{cbg} = 837.371,56 \text{ N}$$

#### Resistencia al arrancamiento de un anclaje a tracción

$$N_{pn} = \psi_{c,p} \cdot N_p$$
$$N_p = 8 \cdot A_{brg} \cdot f'_c$$
$$A_{brg} = 706,8 \text{ mm}^2$$
$$N_p = 141.360,00 \text{ N}$$
$$N_{pn} = 848.160,00 \text{ N}$$

#### Resistencia al descascaramiento del recubrimiento lateral del hormigón de un anclaje con cabeza traccionada

No se debe verificar este estado debido a que los anclajes no están lo suficientemente cerca al borde como para ocasionar descascaramiento.

#### **Resistencia de diseño en corte**

##### Resistencia del acero de los anclajes al corte

$$V_{sa} = n \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$
$$V_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

##### Resistencia al desprendimiento por corte del hormigón de un anclaje

$$V_{cbg} = \left( \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \right) \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot V_b$$
$$A_{vco} = 115.200,00 \text{ mm}^2$$
$$A_{vc} = 192.000,00 \text{ mm}^2$$
$$V_b = 0,7 \cdot \frac{l_e^{0,2}}{d_o} \cdot \sqrt{d_o} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (c_{a1})^{1,5} =$$
$$V_b = 50.206,85 \text{ N}$$
$$V_{cbg} = 83.678,09 \text{ N}$$

##### Resistencia al arrancamiento de un anclaje por corte

$$V_{cpg} = k_{cp} \cdot N_{cbg}$$
$$V_{cpg} = 1.674.743,13 \text{ N}$$

TABLA RESUMEN

Estado ultimo de falla	Unidad	Traccion	Corte
Resistencia del acero del anclaje	N	841.634,64	841.634,64
Resistencia al desprendimiento	N	837.371,56	83.678,09
Resistencia al arrancamiento	N	848.160,00	1.674.743,13
Resistencia nominales a usar	N	841.634,64	83.678,09
		MENOR	MENOR

**Interacción de los esfuerzos de tracción y corte y verificación**

$$N_{ua} = 44.830,00 \text{ N}$$

$$V_{ua} = 13.004,00 \text{ N}$$

$$N_n = 841.634,64 \text{ N}$$

$$V_n = 83.678,09 \text{ N}$$

Cuando  $V_{ua} \leq 0,2 * \phi * V_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia a tracción:

$$\phi * N_n \geq N_{ua}.$$

Cuando  $N_{ua} \leq 0,2 * \phi * N_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia al corte:

$$\phi * V_n \geq V_{ua}.$$

Cuando  $V_{ua} > 0,2 * \phi * V_n$  y  $N_{ua} > 0,2 * \phi * N_n$

$$\frac{N_{ua}}{\phi * N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi * V_n} \leq 1,2$$

Se cumple la tercera condicion

$$0,298 < 1,2$$

VERDADERO

# COLUMNA HORMIGÓN Y FUNDACIÓN

## PORTICO INTERMEDIO-COLUMNA INTERMEDIA

### Datos generales:

Col metalica	0,6	0,3
Tronco de columna (m x m)	0,9	0,7
Placa (m x m)	0,7	0,6
f'c (Mpa)	25	
Tu (Kn)	128,54	
Cu o Vu (Kn)	36,00	

### Datos perno:

#### 3 pernos ASTM A36 o F-24

n (num pernos)	6
Fu (Mpa)	370
Fy (Mpa)	235
D (mm)	20
hef=30*D(mm)	600
Ab (mm <sup>2</sup> )	314,16
Fv(Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n <sup>a</sup> varillas	18
Lc (mm)	1,702
D (agujero (mm)	22

### Resistencia al aplastamiento del H° bajo la placa

$$\phi_c * P_p = \phi_c * 0,85 * f'c * A_1$$

$$\phi_c * P_p > C_u$$

$$\phi_c = 0,6$$

$$A_1 = 420.000,00 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 630.000,00 \text{ mm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 1,22 \leq 2$$

Se adopta 1,4

$$\phi_c * P_p = 6.172.714,15 \text{ N}$$

$$6.172.714,15 > 35.997,00$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a tracción

$$R_{d1} = \phi_t * F_t * A_b$$

$$R_{d1} > T_{u1}$$

$$\phi_t = 0,75$$

Ft (según Tabla J.3.5.)

$$f_v = \frac{V_{u1}}{0.75 * A_b}$$

Corte que toma el perno (N):  $\frac{v_u}{n} = 5999,5$

$$f_v = 25,463 \text{ MPa}$$

$$F_t = 338 - 2.5 * f_v \leq 260$$

$$F_t = 274,343$$

Traccion que toma el perno (N): 21423,5  
64.640,81 > 21.423,50

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a corte

$$R_v = 0,75 * F_v$$

Fv (según Tabla J.3.2) = 140 MPa

$$f_v < R_v$$

Tension requerida de corte  $f_v$  25,46260929 Mpa

$$25,46 < 105,00$$

VERDADERO

### Resistencia al aplastamiento de la chapa en agujeros

Espesor de chapa (tp)= 30 mm

$$R_n = 1,2 * L_c * t * F_u. (10^{-1}) \leq 2.4 * d * t * F_u. (10^{-1})$$

$$R_d = \phi * R_n$$

$$R_d > V_u$$

$$L_c = 540 \text{ mm}$$

$$R_n = 53.280,00 \text{ N}$$

$$R_d = 39.960,00 \text{ N}$$

$$39.960,00 > 35.997,00$$

VERDADERO

### Dimensionamiento placa de apoyo

$$L = 60 \text{ mm}$$

$$q_H = F_H * 1 \text{ mm}$$

$$q_H = 0,31 \text{ N/mm}$$

$$M_{up} = \frac{q_H * L^2}{2}$$

$$M_{up} = 550,89 \text{ Nmm}$$

$$M_{np} = S * Fy = \frac{1 \text{ mm} * t_p^2}{6} * Fy$$

$$M_{up} = \phi * M_{np}$$

$$t_{p,min} = \sqrt{\frac{6 * M_{up}}{0,9 * Fy}}$$

$$t_{p,min} = 3,95 \text{ mm}$$

$$3,95 < 30$$

VERDADERO

### VERIFICACION DE ANCLAJES

#### Resistencia de diseño en tracción

##### Resistencia del acero del anclaje en tracción

$$N_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

$$N_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

##### Resistencia al desprendimiento del hormigón del anclaje traccionado

$$L_{min} = \sqrt{\frac{10 * T_u}{0,33 * \pi * \phi t * f_t}}$$

$$L_{min} = 303,06 \text{ mm}$$

$$\text{Se adopta (hef)} = 305 \text{ mm}$$

$$N_{cb} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} * \Psi_{ed,N} * \Psi_{c,N} * N_b$$

$$A_{NCO} = 9 * h_{ef}^2$$

$$A_{NC} < n * A_{NCO}$$

$$A_{nc} = 2.175.625,00 \text{ mm}^2$$

$$A_{nco} = 837.225,00 \text{ mm}^2$$

2.175.625,00

<

5.023.350,00

VERDADERO

$\psi_{ec,N}=1$   
 $C_a, \text{mín} > 1,5 \cdot h_{ef}$   
 $\psi_{ed,N}=1$

$$N_b = k_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

$$N_b = 266.329,80 \text{ N}$$

$$N_{cbg} = 692.088,47 \text{ N}$$

Resistencia al arrancamiento de un anclaje a tracción

$$N_{pn} = \psi_{c,p} \cdot N_p$$

$$N_p = 8 \cdot A_{brg} \cdot f'_c$$

$A_{brg} = 706,8 \text{ mm}^2$   
 $N_p = 141.360,00 \text{ N}$   
 $N_{pn} = 848.160,00 \text{ N}$

Resistencia al descascaramiento del recubrimiento lateral del hormigón de un anclaje con cabeza traccionada

No se debe verificar este estado debido a que los anclajes no están lo suficientemente cerca al borde como para ocasionar descascaramiento.

### **Resistencia de diseño en corte**

Resistencia del acero de los anclajes al corte

$$V_{sa} = n \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$

$$V_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

Resistencia al desprendimiento por corte del hormigón de un anclaje

$$V_{cbg} = \left( \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \right) \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot V_b$$

$$A_{vco} = 115.200,00 \text{ mm}^2$$

$$A_{vc} = 144.000,00 \text{ mm}^2$$

$$V_b = 0.7 \cdot \frac{l_e^{0.2}}{d_o} \cdot \sqrt{d_o} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (c_{a1})^{1.5} =$$

$$V_b = 54.628,21 \text{ N}$$

$$V_{cbg} = 68.285,26 \text{ N}$$

Resistencia al arrancamiento de un anclaje por corte

$$V_{cpg} = k_{cp} \cdot N_{cbg}$$

$$V_{cpg} = 1.384.176,95 \text{ N}$$

TABLA RESUMEN

Estado ultimo de falla	Unidad	Traccion	Corte
Resistencia del acero del anclaje	N	841.634,64	841.634,64
Resistencia al desprendimiento	N	692.088,47	68.285,26
Resistencia al arrancamiento	N	848.160,00	1.384.176,95
<b>Resistencia nominales a usar</b>	<b>N</b>	<b>841.634,64</b>	<b>68.285,26</b>

MENOR
 MENOR

**Interacción de los esfuerzos de tracción y corte y verificación**

$$N_{ua} = 128.541,00 \text{ N}$$

$$V_{ua} = 35.997,00 \text{ N}$$

$$N_n = 841.634,64 \text{ N}$$

$$V_n = 68.285,26 \text{ N}$$

Cuando  $V_{ua} \leq 0,2 * \phi * V_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia a tracción:

$$\phi * N_n \geq N_{ua}.$$

Cuando  $N_{ua} \leq 0,2 * \phi * N_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia al corte:

$$\phi * V_n \geq V_{ua}.$$

Cuando  $V_{ua} > 0,2 * \phi * V_n$  y  $N_{ua} > 0,2 * \phi * N_n$

$$\frac{N_{ua}}{\phi * N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi * V_n} \leq 1,2$$

Se cumple la tercera condicion

$$0,971 < 1,2$$

VERDADERO

# COLUMNA HORMIGÓN Y FUNDACIÓN PORTICO EXTERIOR-COLUMNA EXTREMA

## Datos generales:

Col metalica	0,8	0,3
Tronco de columna (m x m)	1,2	0,8
Placa (m x m)	1	0,8
f'c (Mpa)	25	
Tu (Kn)	57,53	
Cu o Vu (Kn)	20,51	

## Datos perno:

### 3 pernos ASTM A36 o F-24

n (num pernos)	6
Fu (Mpa)	370
Fy (Mpa)	235
D (mm)	20
hef=30*D(mm)	600
Ab (mm <sup>2</sup> )	314,16
Fv(Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
n <sup>a</sup> varillas	18
Lc (mm)	1,702
D (agujero (mm)	22

### Resistencia al aplastamiento del H° bajo la placa

$$\phi_c * P_p = \phi_c * 0,85 * f'_c * A_1$$

$$\phi_c * P_p > C_u$$

$$\phi_c = 0,6$$

$$A_1 = 800.000,00 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 960.000,00 \text{ mm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 1,10 \leq 2$$

Se adopta 1,4

$$\phi_c * P_p = 10.516.273,10 \text{ N}$$

$$10.516.273,10 > 20.507,00$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a tracción

$$R_{d1} = \phi_t * F_t * A_b$$

$$R_{d1} > T_{u1}$$

$$\phi_t = 0,75$$

Ft (según Tabla J.3.5.)

$$f_v = \frac{V_{u1}}{0,75 * A_b}$$

Corte que toma el perno (N):  $\frac{v_u}{n} = 3417,833333$

$$f_v = 14,50570127 \text{ MPa}$$

$$F_t = 338 - 2,5 * f_v \leq 260$$

$$F_t = 301,7357468$$

Traccion que toma el perno (N): 9588

$$71.094,98 > 9.588,00$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a corte

$$R_v = 0,75 * F_v$$

Fv (según Tabla J.3.2) = 140 MPa

$$f_v < R_v$$

Tension requerida de corte  $f_v$  14,50570127 Mpa

$$14,51 < 105,00$$

VERDADERO

### Resistencia al aplastamiento de la chapa en agujeros

Espesor de chapa (tp)= 20 mm

$$R_n = 1,2 * L_c * t * F_u. (10^{-1}) \leq 2,4 * d * t * F_u. (10^{-1})$$

$$R_d = \phi * R_n$$

$$R_d > V_u$$

$$L_c = 840 \text{ mm}$$

$$R_n = 35.520,00 \text{ N}$$

$$R_d = 26.640,00 \text{ N}$$

$$26.640,00 > 20.507,00$$

VERDADERO

### Dimensionamiento placa de apoyo

$$L = 60 \text{ mm}$$

$$q_H = F_H * 1 \text{ mm}$$

$$q_H = 0,07 \text{ N/mm}$$

$$M_{up} = \frac{q_H * L^2}{2}$$

$$M_{up} = 129,44 \text{ Nmm}$$

$$M_{np} = S * Fy = \frac{1 \text{ mm} * t_p^2}{6} * Fy$$

$$M_{up} = \phi * M_{np}$$

$$t_{p,min} = \sqrt{\frac{6 * M_{up}}{0,9 * Fy}}$$

$$t_{p,min} = 1,92 \text{ mm}$$

$$1,92 < 20$$

VERDADERO

### VERIFICACION DE ANCLAJES

#### Resistencia de diseño en traccion

Resistencia del acero del anclaje en tracción

$$N_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

$$N_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

Resistencia al desprendimiento del hormigón del anclaje traccionado

$$L_{min} = \sqrt{\frac{10 * T_u}{0,33 * \pi * \phi t * f_t}}$$

$$L_{min} = 202,74 \text{ mm}$$

$$\text{Se adopta (hef)} = 205 \text{ mm}$$

$$N_{cb} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} * \psi_{ed,N} * \psi_{c,N} * N_b$$

$$A_{NCO} = 9 * h_{ef}^2$$

$$A_{NC} < n * A_{NCO}$$

$$A_{nc} = 2.175.625,00 \text{ mm}^2$$

$$A_{nco} = 378.225,00 \text{ mm}^2$$

$$2.175.625,00 < 2.269.350,00$$

VERDADERO

$$\psi_{ec,N}=1$$

$$C_{a,\min} > 1,5 \cdot h_{ef}$$

$$\psi_{ed,N}=1$$

$$N_b = k_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$$
$$N_b = 146.757,67 \text{ N}$$
$$N_{cbg} = 844.179,12 \text{ N}$$

#### Resistencia al arrancamiento de un anclaje a tracción

$$N_{pn} = \psi_{c,p} \cdot N_p$$
$$N_p = 8 \cdot A_{brg} \cdot f'_c$$
$$A_{brg} = 706,8 \text{ mm}^2$$
$$N_p = 141.360,00 \text{ N}$$
$$N_{pn} = 848.160,00 \text{ N}$$

#### Resistencia al descascaramiento del recubrimiento lateral del hormigón de un anclaje con cabeza traccionada

No se debe verificar este estado debido a que los anclajes no están lo suficientemente cerca al borde como para ocasionar descascaramiento.

#### **Resistencia de diseño en corte**

##### Resistencia del acero de los anclajes al corte

$$V_{sa} = n \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$
$$V_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

##### Resistencia al desprendimiento por corte del hormigón de un anclaje

$$V_{cbg} = \left( \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \right) \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot V_b$$

$$A_{vco} = 115.200,00 \text{ mm}^2$$
$$A_{vc} = 192.000,00 \text{ mm}^2$$

$$V_b = 0,7 \cdot \frac{l_e^{0,2}}{d_o} \cdot \sqrt{d_o} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (c_{a1})^{1,5} =$$

$$V_b = 50.455,42 \text{ N}$$

$$V_{cbg} = 84.092,36 \text{ N}$$

##### Resistencia al arrancamiento de un anclaje por corte

$$V_{cpg} = k_{cp} \cdot N_{cbg}$$
$$V_{cpg} = 1.688.358,24 \text{ N}$$

TABLA RESUMEN

Estado ultimo de falla	Unidad	Traccion	Corte
Resistencia del acero del anclaje	N	841.634,64	841.634,64
Resistencia al desprendimiento	N	844.179,12	84.092,36
Resistencia al arrancamiento	N	848.160,00	1.688.358,24
<b>Resistencia nominales a usar</b>	<b>N</b>	<b>841.634,64</b>	<b>84.092,36</b>

MENOR                      MENOR

**Interacción de los esfuerzos de tracción y corte y verificación**

$$N_{ua} = 57.528,00 \text{ N}$$

$$V_{ua} = 20.507,00 \text{ N}$$

$$N_n = 841.634,64 \text{ N}$$

$$V_n = 84.092,36 \text{ N}$$

Cuando  $V_{ua} \leq 0,2 * \phi * V_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia a tracción:

$$\phi * N_n \geq N_{ua}.$$

Cuando  $N_{ua} \leq 0,2 * \phi * N_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia al corte:

$$\phi * V_n \geq V_{ua}.$$

Cuando  $V_{ua} > 0,2 * \phi * V_n$  y  $N_{ua} > 0,2 * \phi * N_n$

$$\frac{N_{ua}}{\phi * N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi * V_n} \leq 1,2$$

Se cumple la tercera condicion

$$0,446 < 1,2$$

VERDADERO

# COLUMNA HORMIGÓN Y FUNDACIÓN

## PORTICO EXTERIOR-COLUMNA INTERMEDIA

### Datos generales:

Col metalica	0,6	0,3
Tronco de columna (m x m)	0,9	0,7
Placa (m x m)	0,7	0,6
f'c (Mpa)	25	
Tu (Kn)	38,92	
Cu o Vu (Kn)	38,92	

### Datos perno:

#### 3 pernos ASTM A36 o F-24

n (num pernos)	6
Fu (Mpa)	370
Fy (Mpa)	235
D (mm)	20
hef=30*D(mm)	600
Ab (mm <sup>2</sup> )	314,16
Fv(Mpa=N/mm <sup>2</sup> )	415
m (planos de corte)	1
nª varillas	18
Lc (mm)	1,702
D (agujero (mm)	22

### Resistencia al aplastamiento del Hº bajo la placa

$$\phi_c * P_p = \phi_c * 0,85 * f'_c * A_1$$

$$\phi_c * P_p > C_u$$

$$\phi_c = 0,6$$

$$A_1 = 420.000,00 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 630.000,00 \text{ mm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 1,22 \leq 2$$

Se adopta 1,4

$$\phi_c * P_p = 6.172.714,15 \text{ N}$$

$$6.172.714,15 > 38.916,00$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a tracción

$$R_{d1} = \phi_t * F_t * A_b$$

$$R_{d1} > T_{u1}$$

$$\phi_t = 0,75$$

Ft (según Tabla J.3.5.)

$$f_v = \frac{V_{u1}}{0,75 * A_b}$$

Corte que toma el perno (N):  $\frac{v_u}{n} = 6486$

$$f_v = 27,52737459 \text{ MPa}$$

$$F_t = 338 - 2,5 * f_v \leq 260$$

$$F_t = 269,1815635$$

Traccion que toma el perno (N): 6486

$$63.424,56 > 6.486,00$$

VERDADERO

### Dimensionado perno de anclaje a corte

$$R_v = 0,75 * F_v$$

Fv (según Tabla J.3.2) = 140 MPa

$$f_v < R_v$$

Tension requerida de corte  $f_v$  27,52737459 Mpa

$$27,53 < 105,00$$

VERDADERO

### Resistencia al aplastamiento de la chapa en agujeros

Espesor de chapa (tp)= 30 mm

$$R_n = 1,2 * L_c * t * F_u \cdot (10^{-1}) \leq 2,4 * d * t * F_u \cdot (10^{-1})$$

$$R_d = \phi * R_n$$

$$R_d > V_u$$

$$L_c = 540 \text{ mm}$$

$$R_n = 53.280,00 \text{ N}$$

$$R_d = 39.960,00 \text{ N}$$

$$39.960,00 > 38.916,00$$

VERDADERO

### Dimensionamiento placa de apoyo

$$L = 60 \text{ mm}$$

$$q_H = F_H * 1 \text{ mm}$$

$$q_H = 0,09 \text{ N/mm}$$

$$M_{up} = \frac{q_H * L^2}{2}$$

$$M_{up} = 166,78 \text{ Nmm}$$

$$M_{np} = S * Fy = \frac{1 \text{ mm} * t_p^2}{6} * Fy$$

$$M_{up} = \phi * M_{np}$$

$$t_{p,min} = \sqrt{\frac{6 * M_{up}}{0,9 * Fy}}$$

$$t_{p,min} = 2,18 \text{ mm}$$

$$2,18 < 30$$

VERDADERO

### VERIFICACION DE ANCLAJES

#### Resistencia de diseño en tracción

##### Resistencia del acero del anclaje en tracción

$$N_{sa} = n * A_{se} * f_{uta}$$

$$N_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

##### Resistencia al desprendimiento del hormigón del anclaje traccionado

$$L_{min} = \sqrt{\frac{10 * T_u}{0,33 * \pi * \phi t * f_t}}$$

$$L_{min} = 166,75 \text{ mm}$$

$$\text{Se adopta (hef)} = 200 \text{ mm}$$

$$N_{cb} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} * \psi_{ed,N} * \psi_{c,N} * N_b$$

$$A_{NCO} = 9 * h_{ef}^2$$

$$A_{NC} < n * A_{NCO}$$

$$A_{nc} = 1.345.600,00 \text{ mm}^2$$

$$A_{nco} = 360.000,00 \text{ mm}^2$$

$$1.345.600,00 < 2.160.000,00$$

VERDADERO

$$\psi_{ec,N}=1$$

$$C_{a,\min} > 1,5 \cdot h_{ef}$$

$$\psi_{ed,N}=1$$

$$N_b = k_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot h_{ef}^{1,5}$$
$$N_b = 141.421,36 \text{ N}$$
$$N_{cbg} = 528.601,60 \text{ N}$$

#### Resistencia al arrancamiento de un anclaje a tracción

$$N_{pn} = \psi_{c,p} \cdot N_p$$
$$N_p = 8 \cdot A_{brg} \cdot f'_c$$
$$A_{brg} = 706,8 \text{ mm}^2$$
$$N_p = 141.360,00 \text{ N}$$
$$N_{pn} = 848.160,00 \text{ N}$$

#### Resistencia al descascaramiento del recubrimiento lateral del hormigón de un anclaje con cabeza traccionada

No se debe verificar este estado debido a que los anclajes no están lo suficientemente cerca al borde como para ocasionar descascaramiento.

#### **Resistencia de diseño en corte**

##### Resistencia del acero de los anclajes al corte

$$V_{sa} = n \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$
$$V_{sa} = 841.634,64 \text{ N}$$

##### Resistencia al desprendimiento por corte del hormigón de un anclaje

$$V_{cbg} = \left( \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \right) \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot V_b$$

$$A_{vco} = 115.200,00 \text{ mm}^2$$
$$A_{vc} = 144.000,00 \text{ mm}^2$$

$$V_b = 0,7 \cdot \frac{l_e^{0,2}}{d_o} \cdot \sqrt{d_o} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (c_{a1})^{1,5} =$$

$$V_b = 50.206,85 \text{ N}$$

$$V_{cbg} = 62.758,57 \text{ N}$$

##### Resistencia al arrancamiento de un anclaje por corte

$$V_{cpg} = k_{cp} \cdot N_{cbg}$$
$$V_{cpg} = 1.057.203,21 \text{ N}$$

TABLA RESUMEN

Estado ultimo de falla	Unidad	Traccion	Corte
Resistencia del acero del anclaje	N	841.634,64	841.634,64
Resistencia al desprendimiento	N	528.601,60	62.758,57
Resistencia al arrancamiento	N	848.160,00	1.057.203,21
<b>Resistencia nominales a usar</b>	<b>N</b>	<b>841.634,64</b>	<b>62.758,57</b>
		MENOR	MENOR

**Interacción de los esfuerzos de tracción y corte y verificación**

$$N_{ua} = 38.916,00 \text{ N}$$

$$V_{ua} = 38.916,00 \text{ N}$$

$$N_n = 841.634,64 \text{ N}$$

$$V_n = 62.758,57 \text{ N}$$

Cuando  $V_{ua} \leq 0,2 * \phi * V_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia a tracción:

$$\phi * N_n \geq N_{ua}.$$

Cuando  $N_{ua} \leq 0,2 * \phi * N_n$  se podrá considerar la totalidad de la resistencia al corte:

$$\phi * V_n \geq V_{ua}.$$

Cuando  $V_{ua} > 0,2 * \phi * V_n$  y  $N_{ua} > 0,2 * \phi * N_n$

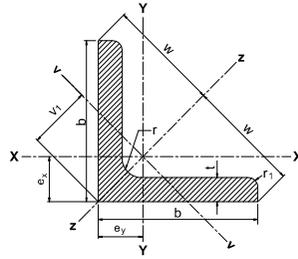
$$\frac{N_{ua}}{\phi * N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi * V_n} \leq 1,2$$

Se cumple la tercera condicion

$$0,952 < 1,2$$

VERDADERO

**Perfiles Angulo  
según  
IRAM-IAS  
U 500-558**



$A_g$  = Área bruta de la sección transversal.

$I$  = Momento de Inercia de la sección.  
respecto de los ejes principales.

$r = \sqrt{I/A}$  Radio de giro.

$S$  = Módulo resistente elástico de la sección.

$Q$  = Momento estático de media sección.

$Z$  = Módulo plástico de la sección.

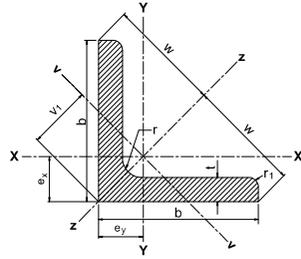
$J$  = Módulo de torsión.

$C_w$  = Módulo de alabeo.

Página 1/2

Designación del perfil	Designación Comercial	Dimensiones		Radios de acuerdo		Relación	Ag	Peso	Distancias al centro de gravedad			X - X = Y - Y			v - v			z - z		J	Cw
		b	t	r	r <sub>1</sub>				ex=ey	w	v <sub>1</sub>	Ix = Iy	Sx = Sy	rx = ry	Iv	Sv	iv	Iz	iz		
		mm	mm	mm	mm	b/t	cm <sup>2</sup>	Kg/m												cm	cm
L 16 x 16 x 3,2*	L 5/8 x 5/8 x 1/8	15,9	3,2	4	2	5,0	0,94	0,74	0,50	1,13	0,71	0,20	0,18	0,46	0,08	0,12	0,30	0,31	0,57	0,031	0,005
L 19 x 19 x 3,2 *	L 3/4 x 3/4 x 1/8	19	3,2	4	2	5,9	1,13	0,89	0,58	1,34	0,82	0,35	0,26	0,55	0,14	0,18	0,36	0,55	0,70	0,038	0,010
L 22 x 22 x 3,2 *	L 7/8 x 7/8 x 1/8	22,2	3,2	4	2	6,9	1,32	1,04	0,65	1,56	0,92	0,56	0,36	0,65	0,23	0,25	0,42	0,89	0,82	0,045	0,016
L 25 x 25 x 3,2 *	L 1 x 11 x 1/8	25,4	3,2			7,9	1,51	1,19	0,73	1,77	1,03	0,84	0,48	0,75	0,34	0,34	0,48	1,34	0,94	0,052	0,025
x 4,8*	x 3/16	25,4	4,8	4	2	5,3	2,19	1,72	0,79	1,77	1,11	1,17	0,68	0,73	0,5	0,45	0,48	1,84	0,92	0,170	0,075
x 6,4 *	x 1/4	25,4	6,4			4,0	2,81	2,2	0,85	1,77	1,19	1,44	0,87	0,72	0,66	0,55	0,48	2,23	0,89	0,388	0,159
L 29 x 29 x 3,2	L 1 1/8 x 1 1/8 x 1/8	28,6	3,2	5	2,5	8,9	1,65	1,3	0,77	1,91	1,09	1,06	0,55	0,80	0,42	0,39	0,51	1,70	1,01	0,059	0,036
L 32 x 32 x 3,2 *	L 1 1/4 x 1 1/4 x 1/8	31,7	3,2			9,9	1,97	1,55	0,89	2,26	1,26	1,83	0,79	0,96	0,72	0,57	0,61	2,93	1,22	0,066	0,050
x 4,8 *	x 3/16	31,7	4,8	5	2,5	6,6	2,87	2,25	0,96	2,26	1,35	2,58	1,15	0,95	1,06	0,78	0,61	4,10	1,20	0,216	0,155
x 6,4 *	x 1/4	31,7	6,4			5,0	3,71	2,91	1,02	2,26	1,44	3,24	1,49	0,93	1,38	0,96	0,61	5,09	1,17	0,498	0,337
L 38 x 38 x 3,2*	L 1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	38,1	3,2			11,9	2,37	1,86	1,03	2,69	1,46	3,11	1,12	1,15	1,2	0,82	0,71	5,02	1,46	0,080	0,089
x 4,8	x 3/16	38,1	4,8	6	3	7,9	3,46	2,71	1,10	2,69	1,56	4,45	1,65	1,13	1,78	1,14	0,72	7,12	1,44	0,263	0,280
x 6,4	x 1/4	38,1	6,4			6,0	4,49	3,53	1,17	2,69	1,65	5,63	2,14	1,12	2,33	1,42	0,72	8,93	1,41	0,610	0,619
L 45 x 45 x 3,2 *	L 1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	44,4	3,2			13,9	2,83	2,22	1,19	3,18	1,68	5,24	1,58	1,36	1,98	1,18	0,84	8,50	1,73	0,093	0,143
x 4,8*	x 3/16	44,4	4,8	7	3,5	9,3	4,14	3,25	1,27	3,18	1,79	7,57	2,34	1,35	2,97	1,66	0,85	12,17	1,71	0,310	0,455
x 6,4 *	x 1/4	44,4	6,4			6,9	5,40	4,24	1,34	3,18	1,88	9,67	3,06	1,34	3,9	2,07	0,85	15,43	1,69	0,720	1,018
L 51 x 51 x 3,2*	L 2 x 2 x 1/8	50,8	3,2			15,9	3,21	2,52	1,34	3,16	1,89	7,76	2,07	1,55	2,85	1,56	0,96	12,58	1,98	0,107	0,217
x 4,8*	x 3/16	50,8	4,8			10,6	4,72	3,7	1,42	3,61	2	11,26	3,06	1,54	4,41	2,2	0,97	18,12	1,96	0,357	0,697
x 6,4 *	x 1/4	50,8	6,4	7	3,5	7,9	6,17	4,84	1,49	3,61	2,1	14,45	4,00	1,53	5,8	2,77	0,97	23,10	1,93	0,832	1,571
x 7,9	x 5/16	50,8	7,9			6,4	7,49	5,88	1,54	3,61	2,18	17,19	4,83	1,52	7,06	3,24	0,97	27,32	1,91	1,540	2,817
x 9,5	x 3/8	50,8	9,5			5,3	8,84	6,94	1,60	3,61	2,26	19,87	5,68	1,50	8,38	3,7	0,97	31,35	1,88	2,632	4,651
L 57 x 57 x 3,2*	L 2 1/4 x 2 1/4 x 1/8	57,1	3,2			17,8	3,61	2,84	1,48	4,03	2,08	10,88	2,58	1,73	4,05	1,95	1,06	17,70	2,21	0,121	0,311
x 4,8 *	x 3/16	57,1	4,8	8	4	11,9	5,31	4,17	1,56	4,03	2,2	15,88	3,84	1,73	6,13	2,79	1,07	25,64	2,20	0,403	1,006
x 6,4*	x 1/4	57,1	6,4			8,9	6,96	5,46	1,63	4,03	2,3	20,49	5,03	1,72	8,1	3,53	1,08	32,87	2,17	0,942	2,281

**Perfiles Angulo  
según  
IRAM-IAS  
U 500-558**



$A_g$  = Área bruta de la sección transversal.

$I$  = Momento de Inercia de la sección.  
respecto de los ejes principales.

$r = \sqrt{I/A}$  Radio de giro.

$S$  = Módulo resistente elástico de la sección.

$Q$  = Momento estático de media sección.

$Z$  = Módulo plástico de la sección.

$J$  = Módulo de torsión.

$C_w$  = Módulo de alabeo.

Página 2/2

Designación del perfil	Designación Comercial	Dimensiones		Radios de acuerdo		Relación	Ag	Peso	Distancias al centro de gravedad			X - X = Y - Y			v - v			z - z		J	Cw
		b	t	r	r1				b/t	ex=ey	w	v1	lx = ly	Sx = Sy	rx = ry	lv	Sv	iv	lz		
		mm	mm	mm	mm	cm	cm	cm		cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm		
L 64 x 64 x 4,8*	L 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	63,5	4,8			13,2	6,00	4,71	1,72	4,53	2,43	22,70	4,85	1,95	8,65	3,56	1,20	36,76	2,48	0,450	1,401
x 6,4*	x 1/4	63,5	6,4	9	4,5	9,9	7,87	6,18	1,80	4,53	2,53	29,43	6,39	1,93	11,49	4,54	1,21	47,37	2,45	1,054	3,193
x 7,9	x 5/16	63,5	7,9			8,0	9,57	7,52	1,86	4,53	2,62	35,30	7,77	1,92	14,07	5,37	1,21	56,54	2,43	1,957	5,784
x 9,5	x 3/8	63,5	9,5			6,7	11,34	8,91	1,92	4,53	2,71	41,14	9,19	1,90	16,74	6,18	1,21	65,55	2,40	3,358	9,659
L 76 x 76 x 6,4*	L 3 x 3 x 1/4	76,2	6,4			11,9	9,43	7,4	2,09	5,37	2,94	50,39	9,14	2,31	19,47	6,62	1,44	81,30	2,94	1,276	5,665
x 7,9*	x 5/16	76,2	7,9	10	5	9,6	11,49	9,02	2,15	5,37	3,03	60,74	11,15	2,30	23,89	7,88	1,44	97,59	2,91	2,375	10,33
x 9,5*	x 3/8	76,2	9,5			8,0	13,64	10,71	2,22	5,37	3,12	71,15	13,21	2,28	28,47	9,11	1,44	113,82	2,89	4,084	17,37
x 12,7	x 1/2	76,2	12,7			6,0	17,80	13,97	2,34	5,37	3,3	90,15	17,14	2,25	37,35	11,33	1,45	142,95	2,83	9,539	38,78
<b>L 89 x 89 x 6,4*</b>	<b>L 3 1/2 x 3 1/2 x 1/4</b>	<b>88,9</b>	<b>6,4</b>			<b>13,9</b>	<b>11,11</b>	<b>8,72</b>	<b>2,40</b>	<b>6,29</b>	<b>3,38</b>	<b>82,34</b>	<b>12,67</b>	<b>2,72</b>	<b>31,58</b>	<b>9,34</b>	<b>1,69</b>	<b>133,09</b>	<b>3,46</b>	<b>1,498</b>	<b>9,167</b>
x 7,9*	x 5/16	88,9	7,9	11	5,5	11,3	13,57	10,65	2,47	6,29	3,48	99,66	15,49	2,71	38,85	11,17	1,69	160,47	3,44	2,792	16,79
x 9,5*	x 3/8	88,9	9,5			9,4	16,14	12,67	2,53	6,29	3,57	117,20	18,41	2,69	46,37	12,98	1,70	188,04	3,41	4,810	28,38
x 12,7	x 1/2	<b>88,9</b>	<b>12,7</b>			<b>7,0</b>	<b>21,12</b>	<b>16,58</b>	<b>2,66</b>	<b>6,29</b>	<b>3,75</b>	<b>149,65</b>	<b>23,98</b>	<b>2,66</b>	<b>60,89</b>	16,23	1,70	238,40	3,36	11,273	64,02
L 102 x 102 x 6,4*	L 4 x 4 x 1/4	101,6	6,4			15,9	12,80	10,05	2,71	7,21	3,82	125,53	16,76	3,13	47,85	12,52	1,93	203,21	3,98	1,720	13,88
x 7,9*	x 5/16	101,6	7,9			12,9	15,65	12,28	2,78	7,21	3,92	152,41	20,54	3,12	59	15,04	1,94	245,82	3,96	3,210	25,51
x 9,5*	x 3/8	101,6	9,5	12	6	10,7	18,63	14,63	2,85	7,21	4,02	179,81	24,47	3,11	70,56	17,55	1,95	289,07	3,94	5,536	43,27
x 11,1	x 7/16	101,6	11,1			9,2	21,57	16,93	2,92	7,21	4,11	205,97	28,28	3,09	81,82	19,89	1,95	330,12	3,91	8,757	67,33
<b>x 12,7*</b>	<b>x 1/2</b>	<b>101,6</b>	<b>12,7</b>			<b>8,0</b>	<b>24,45</b>	<b>19,19</b>	<b>2,98</b>	<b>7,21</b>	<b>4,2</b>	<b>230,95</b>	<b>31,99</b>	<b>3,07</b>	<b>92,84</b>	<b>22,09</b>	<b>1,95</b>	<b>269,07</b>	<b>3,89</b>	<b>13,007</b>	<b>98,34</b>
L 127 x 127 x 9,5	L 5 x 5 x 3/8	127	9,5			13,4	23,44	18,4	3,46	8,98	4,87	355,91	38,51	3,90	138,04	28,32	2,43	573,78	4,95	6,988	87,03
x 11,1	x 7/16	127	11,1	14	7	11,4	27,17	21,33	3,53	8,98	4,97	409,46	44,63	3,88	160,51	32,28	2,43	658,41	4,92	11,073	136,1
x 12,7	x 1/2	127	12,7			10,0	30,86	24,22	3,59	8,98	5,07	461,04	50,62	3,87	182,49	36,03	2,43	739,60	4,90	16,476	199,9
L 152 x 152 x 9,5	L 6 x 6 x 3/8	152,4	9,5			16,0	28,25	22,18	4,06	10,75	5,72	620,29	55,68	4,69	238,52	41,67	2,91	1002,06	5,96	8,439	153,3
x 11,1	x 7/16	152,4	11,1			13,7	32,79	25,74	4,13	10,75	5,83	715,82	64,68	4,67	278,03	47,71	2,91	1153,60	5,93	13,389	240,6
x 12,7	x 1/2	152,4	12,7			12,0	37,27	29,26	4,20	10,75	5,92	808,39	73,50	4,66	316,74	53,46	2,92	1300,04	5,91	19,944	354,5

\* Perfiles racionalizados



FACTORES ALTERADOS			ACCIONES		ETAPA CONSTRUCTIVA					ETAPA OPERATIVA			IMPACTO		
			Trabajos preliminares	Movimiento de suelo	Ejecución de estructuras de H* A*	Montaje de Estructuras Metalicas	Terminaciones	Funcionamiento	Generación de Residuos y efluentes	Limpieza y Mantenimiento	PARCIAL	SUBTOTAL	TOTAL		
SUBSISTEMA NATURAL	Geomorfología	Modificación del relieve	-22	-22	0	0	0	0	0	0	0	-44	-44	-344	
		Estabilidad de taludes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Suelos	Modificación de calidad edáfica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-25		
		Remoción de horizonte superficial	-25	0	0	0	0	0	0	0	0	-25			
		Erosión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Calidad del aire	Aumento de niveles de emisión	-19	-9	-9	-9	0	-9	0	0	0	-55	-55		
	Ruido	Incremento de niveles sonoros	-23	-13	-9	-9	0	0	0	0	0	-54	-86		
		Aumento de las vibraciones	-19	-13	0	0	0	0	0	0	0	-32			
	Hidrología subterránea	Modificación de calidad de agua subterránea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Recarga de nivel freático	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Hidrología superficial	Efecto barrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Cambios en escurrimiento superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Afección de agua superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Vegetación	Pérdida de vegetación arbórea y/o arbustiva	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	-59		
		Pérdida de vegetación herbácea	-24	-11	0	0	0	0	0	0	0	-35			
	Fauna	Afectación de microfauna	-9	-11	0	0	0	0	0	0	0	-20	-62		
		Efecto sobre las aves	-11	-9	0	-11	0	0	0	0	0	-31			
		Efecto sobre reptiles	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	-11			
Efecto barrera para la fauna ictícola		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Paisaje	Visibilidad	0	0	0	-18	0	0	0	0	0	-18	-18			
	Cambio en la estructura paisajística	-13	0	0	-9	18	0	9	0	5	5				
SUBSISTEMA SOCIO-CULTURAL	Patrimonio cultural/histórico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53			
	Modificación de costumbres	0	0	0	0	0	39	15	0	54					
	Generación de empleo	3	0	3	3	3	3	3	0	18					
	Generación de residuos	-17	0	-11	-9	-11	-9	-18	0	-39					
	Modificación urbanística	7	-9	0	0	0	9	13	0	20					
SUBSISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	Incremento del transporte	17	17	9	7	9	9	13	9	90	221				
	Accidentes	0	0	0	0	0	-9	0	0	-9					
	Actividades económicas inducidas	0	0	0	0	0	24	0	0	24					
	Cambios de uso de suelo	0	9	0	0	0	18	0	0	27					
	Gestión de municipios	0	0	0	0	0	18	6	0	24					
	Efectos en la población activa	0	0	0	0	0	39	0	0	39					
	Efectos sobre la salud	0	0	0	0	0	39	0	0	39					
Cambios en las condiciones de circulación	0	-13	0	0	0	0	0	0	-13						
CUANTIFICACIÓN TOTAL DE LAS ACCIONES			-190	-84	-17	-55	19	171	9	77	-70	221			

## ENCUESTAS

Preguntas para las encuestas para sacar datos para relevamiento vial, arquitectónico e hidráulico.

a la gente que vive cerca del acceso

- 1) **¿Con qué frecuencia se presentan accidentes viales que vinculen un vehículo de alto porte como lo son los camiones? Mencionar, si es de conocimiento, cuál fue la principal causa del accidente.**

***-respuesta de los que viven sobre ruta 42***

Las mayor cantidad de accidentes viales se produce entre vehículos livianos como son los autos y las motos, debido a la poca iluminación que hay en la ruta 42 ya que todo lo que es mantención de la luminaria corre por cuenta de los vecinos.

***-respuesta de los que viven en el loteo de al lado***

No se producen accidentes de tránsito con frecuencia, hay limitadores de velocidad que ayudan a esto y los camiones andan despacio.

- 2) **¿Cuál es uno de los principales puntos de accidentes? ¿A qué cree que se debe la misma?**

***respuesta de los que viven sobre ruta 42***

El punto de accidente más frecuente es la rotonda ya que no se encuentra bien señalizada y los camiones entran a gran velocidad y sobre la ruta 42 también debido a que no hay limitadores de velocidad.

- 3) **¿Cree necesario un sector de carga y descarga para camiones grandes a más pequeños? ¿Cree que es una mejora para la circulación y para evitar accidentes? ¿por qué?**

***respuesta de los que viven sobre ruta 42***

Si se cree necesario porque hay camiones viejos y muy grandes que comprimen el tráfico generando embotellamientos y pérdidas de tiempo para la gente que sale a trabajar todos los días.

***-respuesta de los que viven en el loteo de al lado***

el 50% cree que si debido a que los camiones muy grandes llenan todo de tierra al pasar y el 50% cree que no porque entiende que es zona de parque industrial.

- 4) **¿Se han generado accidentes por las maniobras de los mismos en calles estrechas? ¿Con qué frecuencia?**

***respuesta de los que viven sobre ruta 42***

Si, entre motos y autos debido a la falta de luminaria.

- 5) **¿En la zona se encuentran limitadores de altura? Si la respuesta es sí, ¿Se respetan?**

***respuesta de los que viven sobre ruta 42***

Si se cree necesario debido a la respuesta 3.

- 6) **¿Cuenta con servicios de agua y/o cloaca? En caso de tener menciona a través de qué medio.**

***respuesta común***

Pozo de agua salubre y pozo cloacal, una vez a la semana pasa el camión a recoger los residuos cloacales.

- 7) ¿En qué condiciones se encuentran las calles de su manzana cuando llueve?  
¿La presencia de agua permanece estancada por un tiempo o escurre con normalidad? Describir brevemente.

**respuesta de los que viven sobre ruta 42**

Las calles se llenan de agua porque las alcantarillas existentes no dan a basto y se tapan, además quedan tapadas por muchas ramas y debido a la gran pendiente no puede escurrir con facilidad.

**-respuesta de los que viven en el loteo de al lado**

tienen zanjas caseras y los que viven en calles paralelas a la 42 no tienen problema con las lluvias pero las que viven perpendicular a la misma si, debido a la pendiente de la calle transversal y debido a que las cunetas fueron tapadas con broza de manera que no puede escurrir el agua y queda estancada. Vecina asegura que su casa se llena de agua cuando llueve mucho.

A los corralones o lugares cercanos que reciban camiones

- 1) ¿A qué zona pertenece?



- 2) ¿Está condicionado por limitadores de altura para el ingreso de vehículos a su zona?
- 3) ¿Recibe camiones de alto porte? Si su respuesta es sí, conteste las siguientes preguntas.
- 4) ¿En promedio cuántos camiones recibe por día?
- 5) ¿De lunes a viernes cual es el día que más camiones ingresan? ¿Y durante el sábado y domingo?
- 6) ¿Cuál es la hora pico de ingreso de los mismos? ¿Varía notoriamente dependiendo del día?
- 7) ¿Cuántas horas permanecen en el lugar desde que llegan hasta que se van?
- 8) ¿De qué porte son los camiones que reciben?
- 9) Si se hiciera una playa de transferencia de cargas, ¿haría uso de la misma para ingresar a la ciudad en camiones más pequeños? En caso de contar con una playa propia mencionar si hace uso.

PARA ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO (algunas se repiten)

- Haría uso de un centro de transferencia de cargas dispuesto para toda la ciudad?
- De ser así, con que tipo de instalaciones debería contar el mismo?
- Cuantos camiones aproximadamente reciben por día?
- En qué horarios?
- Con cuantos operarios?
- Tiempo de permanencia.
- Requiere de un depósito? Cuanta capacidad debe tener el mismo?
- Estaría dispuesto a pagar una comisión para hacer uso del mismo?