

Año 2024



PROYECTO FINAL

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

“Diseño y cálculo de configuraciones topológicas de sistemas de iluminación solar en rutas de la Provincia de Entre Ríos”.

Titular de la cátedra: Ing. Ruhl, Gustavo
Jefe T.P. de la cátedra: Ing. Maximino, Nicolás
Est.: Parody, Gabriel Ignacio; Legajo N° 12510

Paraná, Entre Ríos

Dedicatoria

A mi familia y amigos. Con especial mención a mi madre, padre y abuela. Luz en mi camino para este preciado objetivo.

Mónica, mi apoyo y brújula para alcanzar este preciado objetivo.

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad” (Albert Einstein)

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica por brindarme valiosos conocimientos adquiridos durante mi carrera.

Agradezco a los Ingenieros Rulh y Maximino por permitirme llevar a cabo el proyecto en el área deseada, así como su invaluable tutela como profesores de la cátedra.

Quiero expresar mi gratitud a los profesores y compañeros, muchos de los cuales se han convertido en amigos de la vida.

También quiero destacar el aporte del Laboratorio de Energías Renovables LEA, donde como estudiante investigador aprendí mucho y se gestó la idea de este proyecto.

Un reconocimiento especial al Ing. Cuestas Facundo, por su apoyo, enseñanzas y continua orientación como tutor en cada etapa del desarrollo del proyecto.

Resumen

El objetivo general de este Proyecto intenta llevar a cabo el cálculo y diseño de distintas configuraciones topológicas de un sistema de iluminación para brindar servicios en rutas de la Provincia de Entre Ríos, eligiendo una propuesta superadora y con una perspectiva sustentable.

Considerando los inconvenientes y demandas sociales, está basado en un Estudio de Mercado que realicé, tomando todos los factores influyentes en la oferta y demanda, teniendo como objetivo determinar el segmento del mercado al que nos enfocaremos y la cantidad de producto que se desea vender, para así lograr los objetivos planteados al que me enfoqué. Arribando a conclusiones que avalen la propuesta.

Se continúa en un Estudio técnico, Análisis económico y financiero para arribar a Conclusiones.

En primer lugar, se utilizará un sistema solar fotovoltaico por columna, con su respectivo sistema de acumulación individual denominado autónomo, para así poder descentralizarlo del sistema tradicional de conexión por transformador.

En la segunda se evaluará, la posibilidad de realizar una planta de generación fotovoltaica tipo isla, con un sistema centralizado de comando y medición, a fin de reemplazar el puesto de transformación.

Para el sistema autónomo se diseñó una columna de iluminación en material PRFV o poliéster reforzado con fibra de vidrio, reemplazando las tradicionales columnas de iluminación, y dando provecho de las ventajas técnicas del material. Y a su vez se la compara con una columna de iluminación en acero tradicional, que daría soporte al mismo sistema. Con el objetivo de evaluar la viabilidad de implantar una planta de fabricación destinada a las columnas de PRFV.

Índice

	Pág.
Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Resumen	5
Introducción	13
Necesidades Detectadas – Problemas	14
Objetivos Específicos	14
Estudio de Mercado	15
El Producto	15
Mercado Actual	16
Mercado Especifico	20
Demanda	22
Oferta	30
Precios	32
Capítulo 1- Bases para el Desarrollo del Proyecto	34
1.1 Historia	34
1.2 Sistemas Fotovoltaicos Autónomos	35
1.3 Sistema Autónomo	36
1.4 Sistema Fotovoltaico en Isla	37
1.4.1 Panel Solar Fotovoltaico	38

1.4.2 El regulador	39
1.4.3 Inversor	40
1.4.4 Baterías	40
1.4.5 PVGIS	42
1.4.6 Geometría Solar	43
1.4.7 Declinación solar	43
1.4.8 Latitud geográfica	44
1.4.9 Inclinación	44
1.4.10 Azimut	45
1.4.11 Altura	46
1.4.12 Ángulo de Incidencia	46
Capítulo 2- Columnas para Sistema Solar Fotovoltaico	48
2.1 Presentación del PRFV	49
2.2 Composición del PRFV	50
2.3 Materiales	50
2.4 Fabricación	51
2.4.1 Proceso de fabricación FILAMENT WINDING	52
2.4.2 El proceso de Bobinado	53
2.4.3 Maquinaria	56
2.4.4 Pieza Final – Resumen	61

2.5 Ventajas	61
2.6 Desventajas	62
2.7 Estudio Técnico: Diseño y cálculo de la columna de iluminación en acero	62
2.7.1 Cálculo de las fuerzas del viento sobre la columna y equipos	63
2.7.2 Cálculo de tensiones sobre la columna	70
2.7.3 Cálculo de las resistencias de la columna	76
2.7.4 Cálculo de fundaciones	79
2.8 Estudio Técnico: Diseño y cálculo de la columna de iluminación en PRFV	82
2.8.1 Cálculo de las fuerzas del viento	82
2.8.2 Cálculo de tensiones sobre la columna	87
2.8.3 Cálculo de las resistencias de la columna	90
2.8.4 Cálculo de fundaciones	93
Capítulo 3- <i>Planta de generación fotovoltaica</i>	96
3.1 Diseño y cálculo plantas de generación autónomo y en isla	96
3.2 Cálculo de sistema fotovoltaico para instalaciones aisladas de la red eléctrica – Sistema autónomo	97
3.3 Cálculo de sistema fotovoltaico para instalaciones aisladas de la red eléctrica Tipo Isla	107
3.4 Protecciones tablero seccional de mando y control – Lado Corriente Alterna	122

Capítulo 4- Comparación entre Sistemas y Estudio Técnico sobre Luminarias	151
4.1 Sistema de iluminación para rutas provinciales y accesos a distintas localidades	151
4.1.1 Sistema autónomo	151
4.1.2 Sistema Off Grid tipo isla	158
Capítulo 5- Proyección de inversión de una planta productiva	162
5.1 Distribución física	162
Capítulo 6- Análisis Económico y Financiero	168
6.1 Análisis planta productiva	168
6.1.1 Datos para el cálculo	169
6.1.2 Inversión inicial	169
6.1.3 Costos variables	170
6.1.4 Costos fijos	170
6.1.5 Amortización	174
6.1.6 Flujo De Caja	174
6.1.7 TIR y VAN	175
6.1.8 Punto de Equilibrio en Unidades Físicas	175
6.2 Análisis para Obras Viales	176
6.2.1 Bases del cálculo	176
6.2.2 Sistema de iluminación vial tipo Isla	179

6.2.3 Sistema de iluminación vial tipo Autónomo	180
6.2.4 Sistema de iluminación vial Tradicional	181
Conclusiones	184
Anexos	185
Anexos - Estudio de Mercado	186
Planilla circular relevamiento instalaciones de alumbrado público (2021)	187
Sistemas de Iluminación- Dirección Provincial de Vialidad- Listado DPV	189
Anexos Cap. 2	193
Plano con variables medidas - columna 10 m- material Acero	194
Plano con variables medidas - columna 10 m- material PRFV	195
Plano simulación 1 - columna 10 m- material Acero- Programa SolidWorks	196
Plano simulación 2 - columna 10 m- material Acero- Programa SolidWorks	197
Plano simulación 1 - columna 10 m- material PRFV- Programa SolidWorks	198
Plano simulación 2 - columna 10 m- material PRFV- Programa SolidWorks	199
Anexos Cap. 3	200
3.1 - Cálculo de sistema fotovoltaico para instalaciones aisladas de la red eléctrica - Sistema autónomo	201
Simulación PVGIS-5 OffgridPV (-31.747;-60.515) 440Wp	202
Simulación PVGIS-5 OffgridPV (-31.747;-60.515) 5.985Wp	203
Simulación Global Solar Atrás reporte Paraná	204
Simulación PVGIS-5 DailyIrradiance (-31.746;-60.515)	208

Catálogo Batería BLUE CARBON UU24-200-CAST-ALUMINIUM-VERSION	209
Catálogo PANEL TallmaxM 430a450Wp Datasheet TSM-DE17M.T0(II)	215
Catálogo Inversor ENERTIK 150W 24 A 220V ONDA MODIFICADA	217
Catálogo Estructuras Solartec EP	218
3.2 - Cálculo de sistema fotovoltaico para instalaciones centralizadas	
Catálogo aisladas de la red eléctrica tipo isla	219
Catálogo Baterías LifePo4 litio SMS 48V 200Ah	220
Catálogo Panel TRINA SOLAR Vertex 665wp	225
Catálogo Inversor SOLAR INVERTER CHARGER 3.6KW 5.6KW	227
Catálogo Estructura soporte para contenedor	234
Catálogo Estructuras Solartec GST-GSTR	236
Anexos Cap. 4	238
Catálogo Luminarias INGEMAR	239
Catálogo Luminarias JEG Modelo STP	240
Catálogo Luminarias KADOS IGNIS	245
Catálogo Luminarias ROAD Bael	246
Plano Cruce normalizado- SISTEMA AISLADO-Sistema Aislado Autónomo	247
Plano Cruce bajo norma - Planta solar aislada-SISTEMA EN ISLA LADO AC	248
Plano Cruce bajo norma - Planta solar aislada-SISTEMA EN ISLA LADO DC	249
Plano Unifilar PSFV-Unifilar planta FV	250
Simulación y comparación entre luminarias para un mismo escenario –	
Prueba de luminarias del mercado actual – Dialux	251

Evaluación de las luminarias seleccionadas- Sistema autónomo – Dialux	321
Evaluación de las luminarias- Sistema en isla – Dialux	332
Anexos Cap. 5	361
Plano Original planta	362
Plano Ubicación- Planta productiva	363
Plano de fabricación de la columna de iluminación 10m – material Acero	364
Plano de fabricación de la columna de iluminación 10m – material PRFV	365
Anexos Cap. 6	366
Planilla de salarios – Abril 2023	367
Planilla Maquinarias Viales	368
Planilla Análisis de precios – Abril 2023	370
Planilla Materiales Gral. – Abril 2023	373
Planilla Materiales auxiliares – Abril 2023	375
Planilla Materiales Sist. Autónomo y en Isla – Abril 2023	376
Simulación Horas Nocturnas Entre Ríos año 2023	377
Bibliografía	379

INTRODUCCIÓN

Actualmente la provincia de Entre Ríos consta de sistemas tradicionales de iluminación sobre los distintos corredores viales de la provincia, esto quiere decir sistemas que utilizan energía eléctrica por medio de transformadores a medidores de energía conectados por medio de cables subterráneos o directamente conectado a la red eléctrica existente en la zona por medio de cable aéreo. Pero actualmente estos sistemas no tienen en cuenta las riquezas que nuestra provincia ofrece en materia de energía solar, o la contaminación ambiental que generan los materiales eléctricos y metálicos ante los desgastes de estos a la exposición diaria con el medio ambiente.

En la actualidad la energía está teniendo un protagonismo notable en el debate económico nacional, por lo que vale la pena diversificar las opciones disponibles para lograr el autoabastecimiento energético, por lo que las energías renovables juegan un papel muy importante en dicho cambio.

Entre Ríos tiene un potencial eléctrico fotovoltaico de entre 4,4 y 4,8 kWh/kWp promedio diario, y una energía solar disponible para generación eléctrica con un promedio total anual de Irradiación Directa Normal (DNI) de aproximadamente 2.054,7 kWh/m².o un total de 1,65 GWh por año de potencia fotovoltaica, para la ciudad de Paraná (Solargis - Global Solar Atlas, 2017). El reporte de Global Solar Atlas sirve para tener un resumen de los beneficios solares en la región, pero los cálculos específicos del sistema fotovoltaico serán explicados más adelante (Global Solar Atlas - World Bank Group , s.f.).

Utilizando estos grandes recursos para aprovechar el potencial de la energía renovable en mención, es que se fundamenta la utilización de sistemas de almacenamiento fotovoltaico a baja escala en el que se fundamenta este proyecto.

Palabras claves:

Sistemas energético – Energía solar – Células fotovoltaicas – Alumbrado en rutas.

NECESIDADES DETECTADAS - PROBLEMAS

La necesidad radica en la gran demanda y la necesidad de contar con sistemas de iluminación, en rutas y accesos a distintas localidades de la provincia de Entre Ríos, donde por diferentes causas no todos tienen acceso a estos sistemas, ya sea por falta de líneas eléctricas existentes en la zona, o por los elevados costos que requiere llevar una línea eléctrica hasta el lugar. Esta falta de iluminación conlleva a accidentes y delitos en horarios diurnos, o falta de luz solar.

Otro aspecto importante es que actualmente todos los sistemas de iluminación viales en la provincia se están realizando con columnas metálicas tradicionales de acero, con muchos problemas para ser trasladadas por su peso propio y colocación en obra, teniendo problemas de corrosión con el tiempo de uso, y siendo un material conductor eléctrico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Profundizar acerca de la posibilidad de no utilizar el sistema eléctrico tradicional, y utilizar un sistema solar fotovoltaico por columna, con su respectivo sistema de acumulación individual, para así poder descentralizarlo del sistema tradicional de conexión por transformador.

Estudiar la posibilidad de realizar una planta de generación fotovoltaica tipo centralizada de comando y medición, a fin de reemplazar el puesto de transformación.

Evaluar la posibilidad de fabricar columnas de iluminación en material PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio), reemplazando las tradicionales columnas de iluminación, y aprovechando las ventajas técnicas del material.

Comparar los tipos de tecnología. Arribar a Conclusiones.

Estas propuestas de alternativas tecnológicas serían innovadoras para la provincia, ya que actualmente no hay un sistema similar en los corredores viales.

Brindando mejoras significativas a lugares donde no hay transformador o tendido eléctrico cercano, pero que se pueda aplicar a cualquier lugar que se desee reemplazar o dar utilidad a dichos sistemas.

ESTUDIO DE MERCADO

Esta etapa de estudio se enmarca en que sector del mercado se van a posicionar los productos a diseñar en este proyecto y su efecto, en la oferta y demanda actual.

EL PRODUCTO

Los paneles fotovoltaicos podrían ser utilizados de manera limitada para abastecer de energía a los sistemas de iluminación en los corredores viales de la provincia. Estos sistemas de paneles, aparte de brindar ventajas económicas, también aportarían beneficios medio ambientales y sociales.

Desde el punto de vista económico: Se lograrían ahorros en la construcción de la infraestructura de red eléctrica al reducir el tiempo de ejecución de la obra, ya que solo se requiere la instalación de postes. Además, esto genera un ahorro mensual en el pago de la electricidad debido al consumo más eficiente.

Desde el punto de vista medio ambiental: se utilizan energías renovables que son amigables con el medio ambiente, y se aplican principios de eficiencia energética.

Desde el punto de vista social: Se promueve el desarrollo territorial basado en el cuidado del medio ambiente, estableciendo conexiones entre la comunidad y la idea de una ciudad sostenible, resiliente, inclusiva y sustentable. De esta manera, se mejoran las condiciones de infraestructura y se contribuye a la mitigación de los accidentes de tránsito.

Dicho las ventajas antes mencionadas, estos sistemas son un mercado potencial que a mi parecer están poco explotados para sistemas viales.

Los sistemas fotovoltaicos pueden separarse en dos configuraciones distintas:

El panel de energía fotovoltaica irá instalado sobre la columna de iluminación. Esta disposición posibilita separar por completo la columna del resto del sistema de iluminación, ya que durante el día puede generar su propia energía y almacenarla en una batería individual para brindar iluminación durante la noche.

La planta fotovoltaica brinda la oportunidad de liberarse del sistema eléctrico convencional a través de un transformador y enfocarse en producir su propia energía eléctrica, mediante comandos y controles exclusivos en la instalación.

Como subproducto se puede adicionar al sistema de generación una estación meteorológica que por medio de sensores permita cambiar el color de las luces led en días de tormentas, utilizando Arduino como mando y control.

Columna de iluminación de PRFV fabricadas en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio, cuyas ventajas son:

Reducción de costos (transportes, manipulación manual, cero mantenimientos, instalación y durabilidad). Reducción de riesgos (material dieléctrico, no atrae rayos, auto extingible, laborales de montaje, no corrosivo, resistente a la humedad ambiental y de suelo). Sustentabilidad (responsable con el medio ambiente, libre de conservantes tóxicos, no filtran químicos a la tierra o a las napas freáticas, excelente protección UV, reducción de uso de combustible en transporte y colocación).

MERCADO ACTUAL

El estudio se centrará en la Provincia de Entre Ríos, Argentina.

La provincia de Entre Ríos cuenta con alrededor de 2.900 kilómetros de rutas asfaltadas (tanto en la red nacional como provincial), siendo las rutas más importantes la RN 12, 14, 18 y 127, y las Provinciales 11, 6 y 39.

	Red	Pavimentada	Mejorado	Tierra	TOTAL
Red Provincial	Primaria	1321,52	737,88	762,80	2822,20
	Secundaria	280,67	1427,95	8359,39	10083,54
	Terciaria	0,00	854,90	13832,50	14687,40
	Total	1617,72	3020,73	22954,69	
Red Nacional		1293,00		197,00	

Imagen: Tabla de cantidad de kilómetros de ruta pavimentada de la provincia de Entre Ríos (Entre Ríos Total, s.f.)

El estado de los caminos se considera aceptable, en el ámbito provincial, aproximadamente el 70-80% de ellas, según su clasificación, se encuentran en condiciones adecuadas para el tránsito. (Entre Ríos Total, s.f.).

Entre ríos tiene un total de 83 municipios y 53 comunas, todas con accesos a la red vial tanto pavimentada, como mejorada o natural (Gobierno de Entre Ríos, s.f.).

Además, es importante mencionar la cantidad de columnas presentes en los diferentes corredores viales de la provincia. La Dirección Nacional de Vialidad cuenta con un total de 174 cruces iluminados equipados con 2.366 columnas. Por otro lado, la Dirección Provincial de Vialidad dispone de 177 sistemas de iluminación, con 3.153 columnas instaladas, tanto en los accesos a las comunas como en los cruces de las rutas que atraviesan toda la provincia. Los datos fueron proporcionados tanto por ambas reparticiones, y están disponibles para verificar en los anexos del proyecto.

El Observatorio Vial de la Agencia Nacional de Seguridad Vial en su informe anual de Siniestralidad Vial Fatal posicionó a la Provincia de Entre Ríos en el décimo lugar a nivel país en cantidad de accidentes de tránsito fatales. En el año 2021 murieron 3.866 víctimas fatales, en el año 2020 hubo 1.517 personas muertas en siniestros viales, en el año 2019 un total de 6.627 personas fallecidas, y por último en el año 2018 un total de 8.215 personas fallecidas por siniestros viales. Los datos son extraídos de los hospitales donde ingresan personas lesionadas o fallecidas en siniestros viales

(unoentrerios.com.ar, 2022). Entre Ríos presenta una tasa de fatalidad muy alta con respecto a la densidad de población que tiene.

Según fuentes consultadas en el 2021 la mayoría de los siniestros viales fatales se deben a una colisión y los horarios de los accidentes son: 53% en horario nocturno (19:01hs a 7:00hs) y 46% en horario diurno (7:01 a 19hs) (Ministerio de Transporte, Agencia Nacional de Seguridad Vial, Observatorio vial, s.f.).

Transito Medio Diario Anual TMDA, dato expresado en porcentaje, y por año.

Este valor expresa el porcentaje de los vehículos comprendidos a continuación por año que circulan en rutas censadas:

- **Autos y ctas:**

Porcentaje de vehículos livianos, autos y camionetas, del total de vehículos.

- **S/A:**

Porcentaje de camiones sin acoplado, ómnibus de corta distancia y combis de pasajeros.

- **Bus:**

Porcentaje de ómnibus de larga distancia.

- **C/A:**

Porcentaje de camiones con acoplado.

- **Semi:**

Porcentaje de camiones con semi-remolque.

Tomando como referencia las Rutas Nacionales N°12, 14, 18 y 127;

Y las Rutas Provinciales N°11, 6 y 39.

TRANSITO EN LA RED NACIONAL DE CAMINOS		DNV	AÑO	2018	2017	2016
PROVINCIA DE ENTRE RIOS		PROGRESIVA				
Límites del Tramo		Inicio	Fin	TMDA	TMDA	TMDA
R.N. N° 12	LTE.C/BUENOS AIRES - INT.R.P.45 (I) (IBICUY)	112,60	143,32	14.458,00	14.670,00	13.513,00
	INT.R.P.45 (I) - A/N.R.N.14 (CEIBAS)	143,32	160,59	13.100,00	13.300,00	12.500,00
	A/N.R.N.14 (CEIBAS) - GUALEGUAY (ENT.)	160,59	228,67	2.323,00	2.263,00	2.254,00
	GUALEGUAY (SAL.) - INT.R.P.39 (D)	231,79	317,54	1.680,00	1.780,00	2.000,00
	INT.R.P.39 (D) - NOGOYA	317,54	361,95	4.140,00	4.400,00	4.300,00
	NOGOYA - INT.R.N.131 (I)	361,95	420,10	3.046,00	3.174,00	3.099,00
	INT.R.N.131 (I) - ACC.A SAN BENITO (D)	420,10	451,75	4.884,00	5.019,00	4.843,00
	B/N ACC.NORTE A PARANA - CERRITO	467,08	500,72	4.353,00	4.410,00	4.403,00
	CERRITO - INT.R.N.127 (D)	500,72	511,77	3.650,00	3.700,00	4.000,00
	INT.R.N.127 (D) - INT.R.P.7 (I) (A HERNANDARIAS)	511,77	543,21	1.780,00	1.800,00	1.940,00
	INT.R.P.7 (I) (A HERNANDARIAS) - INT.R.P.6 (D)	543,21	592,03	1.800,00	1.840,00	1.800,00
	INT.R.P.6 (D) - INT.R.P.1 (I) (LA PAZ)	592,03	604,71	2.760,00	2.849,00	2.775,00
	INT.R.P.1 (I) (LA PAZ) - LTE.C/CORRIENTES	604,71	647,26	1.740,00	1.800,00	1.740,00
		PROMEDIO TMDA			4.593,38	4.692,69
R.N. N° 14	B/N R.N.12 (CEIBAS) - ACC.A GUALEGUAYCHU (D)	0,00	58,90	12.648,00	12.587,00	11.476,00
	ACC.A GUALEGUAYCHU (D) - INT.R.P.20	58,90	72,72	8.650,00	8.700,00	7.950,00
	INT.R.P.20 - B/N R.P.39 (A C.DEL URUGUAY)	72,72	124,79	8.850,00	8.900,00	8.100,00
	B/N R.P.39 - INT.R.N.135 (D) (A PTE.INTERN.)	124,79	151,14	11.600,00	11.700,00	10.600,00
	INT.R.N.135 (D) (A PTE.INTERN.) - INT.R.N.130 (I)	151,14	163,20	10.100,00	10.200,00	9.250,00
	INT.R.N.130 (I) - INT.R.N.18 (I)	163,20	239,71	7.790,00	7.864,00	7.100,00
	INT.R.N.18 (I) - CONCORDIA (D) (ENT.)	239,71	252,60	10.000,00	10.900,00	9.800,00
	CONCORDIA (D) (ENT.) - INT.R.N.A015 (D) (A SALTO GRANDE)	252,60	268,65	7.982,00	8.301,00	7.306,00
	INT.R.N.A015 (D) (A S.GRANDE) - ACC.A FEDERACION (D)	268,65	296,45	9.100,00	9.450,00	8.300,00
	ACC.A FEDERACION (D) - ACC.A CHAJARI (D)	296,45	327,71	8.150,00	8.450,00	7.450,00
	ACC.A CHAJARI (D) - LTE.C/CORRIENTES	327,71	343,18	7.601,00	7.918,00	7.071,00
	PROMEDIO TMDA			9.315,55	9.542,73	8.582,09
R.N. N° 18	INT.R.N.12 - ACC.A VIALE (D)	14,55	52,81	3.000,00	3.000,00	2.880,00
	ACC.A VIALE (D) - A/N R.P.32	52,81	60,17	1.999,00	1.937,00	1.860,00
	A/N R.P.32 - INT.R.P.6	60,17	136,17	2.000,00	1.980,00	1.900,00
	INT.R.P.6 - INT.R.P.20 (ACC.A VILLAGUAY)	136,17	150,37	3.940,00	4.150,00	4.050,00
	INT.R.P.20 (ACC.A VILLAGUAY) - SAN SALVADOR	150,37	206,50	2.320,00	2.450,00	2.350,00
	SAN SALVADOR - INT.R.N.14	206,50	241,26	3.438,00	3.651,00	3.560,00
	PROMEDIO TMDA			2.782,83	2.861,33	2.766,67
R.N. N° 127	INT.R.N.12 - INT.R.P.32 (HASENKAMP)	64,11	71,37	2.540,00	2.700,00	2.500,00
	INT.R.P.32 (HASENKAMP) - INT.R.P.6	71,37	140,00	1.740,00	1.841,00	1.700,00
	INT.R.P.6 - INT.R.P.22 (D) ACC.A FEDERAL	140,00	198,07	1.460,00	1.480,00	1.520,00
	INT.R.P.22 (D) ACC.A FEDERAL - INT.R.P.2	198,07	251,24	1.258,00	1.272,00	1.220,00
	INT.R.P.2 (LOS CONQUISTADORES) - LTE.C/CORRIENTES	251,24	292,23	840,00	840,00	780,00
	PROMEDIO TMDA			1.567,60	1.626,60	1.544,00

Imagen: Tabla del Transito Medio Diario Anual para los años 2018, 2017 y 2016.

Fuente: elaboración propia en base a (Direccion Nacional de Vialidad, s.f.)

Tal y como se observó en la imagen previa, la provincia tuvo el mayor flujo de vehículos durante el año 2017.

La Asociación de fábricas de automotores ADEFA nos proporciona datos muy importantes para saber la cantidad de vehículos circulante en Argentina y en la provincia de Entre Ríos.

A nivel provincial se ve un alza en la cantidad de vehículos del 102%, pero contrariamente a nivel nacional los números muestran una disminución del 99% en los

periodos comprendidos entre el año 2016 y el año 2020 (Asociación de Fabricas de Automotores, 2023).

PARQUE AUTOMOTOR	ADEFA ASOCIACION DE FABRICAS DE AUTOMOTORES				
	Dirección Nacional del Registro de la Propiedad del Automotor (DRNPA)				
PROVINCIA DE ENTRE RIOS					
AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
AUTOMOVILES	333.849	335.522	337.239	338.449	339.433
LIVIANOS	96.665	97.542	98.353	99.284	100.022
TRANSPORTE DE CARGA	25.167	25.371	25.446	25.583	25.752
TRANSPORTE DE PASAJEROS	2.359	2.398	2.443	2.454	2.487
TOTAL GENERAL	458.040	460.833	463.481	465.770	467.694
ARGENTINA					
AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
AUTOMOVILES	10.711.696	10.689.885	10.668.228	10.632.480	10.617.281
LIVIANOS	2.657.562	2.654.647	2.652.396	2.648.051	2.645.941
TRANSPORTE DE CARGA	680.284	679.605	679.216	678.380	677.907
TRANSPORTE DE PASAJEROS	85.023	84.767	84.486	84.125	83.984
TOTAL GENERAL	14.134.565	14.108.904	14.084.326	14.043.036	14.025.113

*Imagen: Tabla de comparación anual del crecimiento automotor del parque automotor en la provincia y nación. Fuente: elaboración propia en base a Estadísticas-
 anuarios (Asociación de Fabricas de Automotores, 2023)*

MERCADO ESPECÍFICO

El mercado específico para la comercialización de columnas de PRFV en la provincia de Entre Ríos puede estar influenciado por diversos factores. A continuación, se proporcionan algunas características y consideraciones relevantes para entender mejor el mercado de este producto en la región:

En la Industria de la construcción, el mercado de las columnas de PRFV y energías renovables a través de las estaciones de generación por paneles fotovoltaicos está estrechamente vinculado a la industria de la construcción, distritos viales, municipios y comunas. Es importante analizar la situación actual y las perspectivas de crecimiento

de la industria en Entre Ríos. Habiendo un auge en el desarrollo urbanístico, la inversión en infraestructura y otros factores que puedan influir en la demanda de estos sistemas.

Sostenibilidad y durabilidad: El PRFV es conocido por su durabilidad, resistencia a la corrosión y su capacidad para soportar condiciones climáticas adversas. En un mercado donde se valora la sostenibilidad y la búsqueda de materiales de construcción más resistentes y de larga duración, las columnas de PRFV pueden destacarse como una alternativa atractiva.

En el ámbito de la ecología, las energías renovables también desempeñan un papel muy importante al proporcionar una fuente de energía limpia y sostenible a largo plazo. En relación a la energía solar, se evidencia claramente que la región es altamente propicia para la implementación de estas tecnologías de almacenamiento.

Es de suma importancia familiarizarse con las normativas y regulaciones locales relacionadas con la construcción y los materiales utilizados. Asegúrate de que las columnas de PRFV y sistemas fotovoltaicos cumplan con los requisitos establecidos y obtengan las certificaciones necesarias para su comercialización en la provincia de Entre Ríos.

Diferenciarse del resto de la competencia, destacar las ventajas competitivas, como la calidad del producto, el servicio al cliente o la personalización de las soluciones.

Dado que el mercado se segmenta en la iluminación vial, tanto nacional como provincial, accesos, comunas y municipios que no cuenten con red eléctrica en las cercanías. También se puede agregar segmentos de diferentes sectores, como se mencionó anteriormente el sector de la construcción, viviendas residenciales, zonas con edificios comerciales, infraestructura pública, entre otros. Esto puede representar una mayor oportunidad para la comercialización de columnas de PRFV en Entre Ríos, las energías renovables y adapta la estrategia en consecuencia.

Establece relaciones comerciales sólidas con actores clave en la industria y sectores públicos. Esto incluye contratistas, arquitectos, ingenieros, desarrolladores inmobiliarios, municipios, comunas y otras partes interesadas relevantes. Estas relaciones van a ayudar a generar recomendaciones, obtener información sobre proyectos futuros y aumentar la visibilidad de tus productos en el mercado.

En algunos casos, puede ser necesario educar y crear conciencia sobre las ventajas y beneficios de las columnas de PRFV, los sistemas fotovoltaicos y compararlos con otros sistemas y materiales tradicionales. Esto implica proporcionar información técnica, demostraciones o testimonios de proyectos exitosos en los que se hayan utilizado nuestras tecnologías.

Es importante realizar un monitoreo continuo y adaptar tu estrategia en función de las condiciones del mercado y las necesidades de los clientes dado que el mercado específico en la provincia de Entre Ríos puede evolucionar y cambiar con el tiempo.

DEMANDA

Al determinar la demanda específica de las columnas de PRFV y los sistemas fotovoltaicos en la provincia de Entre Ríos se requiere de datos más detallados y específicos, por lo que se pueden proporcionar algunos puntos de vista que podrían influir en la demanda de este producto.

La demanda de columnas de PRFV estará vinculada a las tendencias y la actividad de la industria de la construcción en la provincia. Si hay una tendencia positiva y activa en la construcción de viviendas, edificios comerciales, infraestructura pública u otros proyectos, es probable que haya una mayor demanda de columnas de PRFV, así como la provincia de Entre Ríos cuenta con un gran potencial para el desarrollo de energías renovables, especialmente en el ámbito de la energía solar.

Entre Ríos es una provincia con una creciente demanda de viviendas, tanto en zonas urbanas como en áreas rurales. El sector de la construcción ha respondido a esta

demanda con el desarrollo de nuevos proyectos residenciales, comerciales e industriales en diferentes localidades de la provincia.

Además, se han llevado a cabo obras de infraestructura pública, como la construcción y mejora de carreteras, puentes, escuelas y centros de salud, impulsadas tanto por el gobierno provincial como por el gobierno nacional. Estas inversiones en infraestructura también han contribuido al crecimiento del sector de la construcción en la provincia.

La creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la búsqueda de materiales de construcción duraderos y resistentes a largo plazo pueden impulsar la demanda de columnas de PRFV. Estos productos son conocidos por su resistencia a la corrosión y su capacidad para soportar condiciones climáticas adversas, lo que los convierte en una opción atractiva para nuevos proyectos que buscan una vida útil prolongada.

Es importante tener en cuenta que las tendencias en la construcción pueden estar sujetas a cambios a lo largo del tiempo, debido a factores económicos, políticos y sociales.

Históricamente, la demanda de energías renovables ha ido en aumento en todo el mundo, y Argentina ha estado promoviendo activamente la expansión de estas fuentes de energía. El gobierno argentino ha implementado políticas y programas para fomentar la inversión en energías renovables, como incentivos fiscales y programas de apoyo, lo que ha generado un mayor interés en proyectos renovables en diversas regiones del país.

La provincia de Entre Ríos cuenta con condiciones naturales favorables, como la presencia de vientos constantes en determinadas áreas y una alta radiación solar. Esto ha llevado al desarrollo de proyectos sobre estas fuentes renovables en la provincia.

Para verificar los datos y obtener información actualizada sobre la tendencia de la construcción en la provincia de Entre Ríos, se mencionan algunas fuentes que podrían proporcionarte información relevante.

En el informe publicado por la Secretaria de Modernización del Gobierno de Entre Ríos, publicada en el año 2022, se mencionan los siguientes proyectos:

- Responsable: Ministerio de Gobierno y Justicia.

Intervención: Mil Evitas.

Objetivo General: Facilitar el acceso progresivo a la vivienda de los sectores de escasos recursos cuya situación habitacional es deficitaria, mediante la adquisición de materiales necesarios, ya sea para la construcción de un prototipo básico, la refacción y/o la ampliación de las viviendas existentes que permita mejorar las condiciones habitacionales de los destinatarios.

Destinatarios: Familias con escasos recursos residentes en Juntas de Gobierno.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de la Producción, Turismo y Desarrollo Económico.

Intervención: Programa de asistencia financiera para el sostenimiento productivo. Inicio: 2020.

Objetivo General: El Programa busca favorecer la sostenibilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) entrerrianas, en el marco de las consecuencias económicas generadas por la pandemia internacional del Covid-19 a nivel local, provincial, nacional e internacional. A tal fin, el Programa otorga créditos dirigidos a las MiPyMEs entrerrianas en marcha, destinados a capital de trabajo o proyectos de inversión y capital de trabajo asociado, por un monto de hasta \$1.000.000, a una tasa del 50% de la Tasa Activa de Cartera General Nominal Anual en pesos del Banco de la Nación Argentina y a sola firma.

Destinatarios: MiPyMes entrerrianas.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de la Producción, Turismo y Desarrollo Económico.
Intervención: Programa de asistencia técnica para el fortalecimiento MyPyMe.
Inicio: 2021.

Objetivo General: El programa busca contribuir al incremento de la productividad, competitividad e internacionalización de las MiPyMEs entrerrianas, mediante capacitaciones; asesoramiento técnico y profesional y ANR de hasta \$400.000 para proyectos de asistencia integral.

Destinatarios: MiPyMes entrerrianas.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de la Producción, Turismo y Desarrollo Económico.
Intervención: Programa de financiamiento para cooperativas de trabajo. Inicio: 2021.

Objetivo General: El programa está destinado a las cooperativas de trabajo entrerrianas que buscan financiar proyectos de adquisición de capital de trabajo o de inversión y capital de trabajo incremental. Se otorga crédito de hasta \$3.000.000 a sola firma y a tasa subsidiada del 50% de la Tasa Activa de Cartera General Nominal Anual en pesos del Banco de la Nación Argentina menos dos puntos porcentuales. En caso de que las cooperativas sean lideradas por mujeres o jóvenes, podrán acceder a 2 puntos porcentuales más de bonificación de la tasa.

Destinatarios: MiPyMes entrerrianas.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de la Producción, Turismo y Desarrollo Económico.
Intervención: Programa de proyectos estratégicos de inversión. Inicio: 2022.

Objetivo General: El Programa busca favorecer el acceso al financiamiento por parte de MiPyMES entrerrianas. El mismo otorga créditos de hasta \$10.000.000 a una TNA fija del 18%, pudiendo obtener el subsidio de 1 punto porcentual más aquellas empresas lideradas por mujeres que presenten un proyecto estratégico a financiar.

Destinatarios: MiPyMes entrerrianas.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de la Producción, Turismo y Desarrollo Económico.
Intervención: Programa de Fortalecimiento de la I+D. Inicio 2019.

Objetivo General: 1. Aportar a la divulgación de actividades científicas con la finalidad de promover la relación de la ciencia con la sociedad.

2. Apoyar la Investigación aplicada (I+D) promoviendo la generación de trabajos originales dirigidos a generar respuestas prácticas a problemáticas relevantes para la provincia.

3. Impulsar servicios tecnológicos dirigidos a la capacitación, asistencia técnica, ensayos y calibraciones requeridos por el sector productivo entrerriano.

4. Fortalecer los Emprendimientos de Base Tecnológica (EBT) con el fin de generar nuevos productos y/o servicios a partir de la transferencia de resultados de la investigación científica y tecnológica.

Destinatarios: Personas físicas y jurídicas legalmente constituidas y que tengan domicilio real en la provincia de Entre Ríos. De esta manera podrán aplicar a la presente convocatoria universidades públicas y privadas, centros de investigación, asociaciones civiles en general, cámaras empresarias, cooperativas, entre otras.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de Desarrollo Social.

Intervención: Encuentro con Universidades. Inicio: 2020.

Objetivo General: Promover espacios de debate y estrategias entre provincia y las universidades.

Destinatarios: Rectores de universidades entrerrianas.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Sertvicios.

Intervención: Formación en energías sustentables. Inicio: 2010.

Objetivo General: Formación docente, formación de alumnos y formación profesional en energías sustentables.

Destinatarios: Docentes, alumnos y técnicos.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios.

Intervención: Programa de Electrificación para la Producción y el Arraigo Rural. Inicio: 2020

Objetivo General: Financiar con el 40% de los costos de la obra para obtener un suministro eléctrico rural, quedando el 60% queda a cargo del interesado.

Destinatarios: Población rural de la provincia.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios

Intervención: PROMEBA III - Programa de Mejoramiento de Barrios. Inicio: 2012.

Objetivo General: Mejorar la calidad de vida y contribuir a la inclusión urbana y social de los hogares de los hogares de los segmentos más humildes de la población residentes en villas y asentamientos irregulares.

Destinatarios: Población más vulnerable de la provincia, residentes en villas o asentamientos irregulares.

Financiamiento: Nacional.

- Responsable: Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas.

Intervención: Generación y Análisis de Información Financiera. Inicio: 1995.

Objetivo General: Aportes económicos no reintegrables de hasta \$150.000 para destinar a diversos fines que llevan adelante las distintas instituciones.

Destinatarios: Asociaciones Civiles; Fundaciones; Clubes; Cooperadoras Escolares; Cooperadoras Asistenciales; Comisiones Vecinales; Municipios; Comunas; Juntas de gobierno.

Financiamiento: Provincial.

- Responsable: Secretaria de Energía

Intervención: Programa de energías alternativas.

Destinatarios: Aprovechamiento de energía eólica: 8 escuelas que poseen Generadores Eólicos para obtener energía eléctrica, desde el área de Energías Alternativas y Eficiencia Energética se realiza gestiones de mantenimiento y se atienden las consultas de docentes o encargados de dichos escuelas. De la misma manera, para este subprograma se realizaron tareas administrativas, para la realización de un estudio de vientos a los fines de obtener un mapa de isocletas y evaluar el recurso eólico de la Provincia.

Aprovechamiento de Energía Solar: Proyecto de Adquisición e Instalación de Paneles Solares a Usuarios Residenciales de bajos recursos de la Provincia

que no poseen energía eléctrica por red. Se ha realizado el Convenio con la Secretaría de Energía de la Nación –PERMER Programa de Energías Renovables en Mercados Rurales-, el que trata la Provisión e Instalación de 850 paneles Solares para ser instalados en toda la Provincia de Entre Ríos.

Aprovechamiento de Energía con Biomasa: En este subprograma se han llevado a cabo acciones en lo referente al trabajo administrativo y de asesoramiento técnico, entre otras tareas en lo referente al Convenio realizado con el Municipio de Oro Verde, para la construcción de un Biodigestor con la finalidad de atacar el problema de los residuos orgánicos. Cabe aclarar que dicha construcción se está terminando, en la Escuela Rural Alberdi de la Localidad de Oro Verde.

Financiamiento: Provincial.

El sitio web oficial del Gobierno de Entre Ríos ofrece los datos actualizados sobre secciones relacionadas con el desarrollo económico, infraestructura o noticias sobre proyectos de construcción (Secretaría de Modernización Gobierno de Entre Ríos, 2022).

Como información relevante es que la provincia se puso el objetivo de alcanzar 30% de la energía eléctrica con fuentes sustentables y 50 MW instalados en generación distribuida hacia el 2030. Programa de Energías Alternativas (Secretaría de Energía, s.f.).

“Entre Ríos reglamentó su ley N° 10.933, de Energía Eléctrica Sostenible, por la cual se planteó el objetivo de que el 30% de la energía eléctrica de la provincia provenga de fuentes renovables hacia el año 2030”. (Energía Estratégica, 2023).

Todos los proyectos antes mencionados son solo factores generales que podrían influir en la demanda de columnas de PRFV y los sistemas fotovoltaicos en la provincia de Entre Ríos.

OFERTA

La oferta de columnas de PRFV como también la energía fotovoltaica en la provincia de Entre Ríos dependerá de la presencia de fabricantes, distribuidores y proveedores en la región.

La oferta de columnas de PRFV puede provenir de fabricantes locales que producen este tipo de productos en la provincia de Entre Ríos. No se encontró empresas en la provincia que realicen la fabricación de columnas de PRFV. Muchas de las existentes provienen de la Provincia de Córdoba, Buenos Aires, Mendoza, siendo estas las empresas más demandadas en el rubro.

Como ejemplos se puede mencionar las siguientes empresas:

Otek. Planta industrial se ubica en Avda. La Donosa. Estación Flores, ciudad de Córdoba, Argentina. Sitio Web: <https://o-tek.com/>

FIBROPLAST. Ubicada en calle Igualdad N°3950, Córdoba, Argentina. Sitio Web: <https://fibroplas.com/>

Straplas S.A. Ubicada en calle José Garibaldi N°2235, Lavallol, Lomas de Zamora, Buenos Aires, Argentina. Sitio Web: <http://straplas.com.ar/straplas/>

Fiberkuvet S.A. RP6 Km. 96,7, B1814 Cañuelas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Sitio Web: <http://www.fiberkuvet.com/>

Grupo Petroplast. Ruta 50, Santa Rosa, Provincia de Mendoza, Argentina. Sitio Web: <http://www.petroplast.com.ar/>

Además de los fabricantes, también hay distribuidores como la empresa PETROPLST que se mencionó anteriormente. Ésta comercializa columnas de PRFV en la provincia de Entre Ríos, para la empresa de telefonía, TELECOM Argentina S.A. las mismas incluyen el certificado de calidad Norma IRAM.

En la siguiente imagen se visualiza la placa de una columna de la empresa en mención, ubicada en inmediaciones de la ciudad de Paraná, Entre Ríos.



Imagen: Columna de PRFV para poste de tendido telefónico. Fuente: elaboración propia.

La capacidad de producción de los fabricantes y la disponibilidad de inventario por parte de los proveedores son factores importantes en la oferta de columnas de PRFV. Y para los sistemas fotovoltaicos. Los plazos de entrega y la capacidad de satisfacer la demanda de manera oportuna no sería un riesgo, dado que las distancias de traslado son grande, por ejemplo la empresa PETROPLST debe trasladar sus columnas desde la provincia de Mendoza, hasta Entre Ríos, y esto puede ser determinantes para los clientes.

En cuanto a la fabricación de paneles fotovoltaico en la provincia de Entre Ríos, solo han figurado proyectos, pero ninguno que se haya concretado hasta el momento. Se encuentran algunos distribuidores eh instaladores de plantas fotovoltaicas en la zona, como por ejemplo:

Energiu. Acceso Norte República de Entre Ríos 3790, Ruta 168, Paraná, Entre Ríos.
Sitio Web: <https://energiu.com/landing-parana/>

Cersolar Paraná. Intendente Berduc 672. Paraná, Entre Ríos. Sitio Web:
<https://cersolarparana.com.ar/>

LG Energías Renovables. Gral. Manuel Belgrano 358, Paraná, Entre Ríos. Sitio Web:
<http://www.lgenergias.com/>

BioSolares. French, Lopez Jordan, Crespo, Entre Ríos. Sitio Web:
<https://biosolares.com.ar/>

Sinergia Energía Renovable. Los Jilgueros 300, Oro Verde, Entre Ríos. Sitio Web:
<https://sinergia-er.com/>

COENERGY S.A. Magnasco 403 Local 1, Gualeguaychú, Entre Ríos. Sitio Web:
<https://coenergysa.com.ar/>

EcoEnergy. Blvd. 12 de Octubre 920, Concepción del Uruguay, Entre Ríos. Sitio Web:
<https://ecoenergy.com.ar/>

Argener. BAF, San Juan 1130, Concordia, Entre Ríos.

INFINITO Energía Solar. San Antonio 1984, Chajarí, Entre Ríos. Sitio Web:
<https://infinitoenergia.com.ar/>

PRECIOS

Los precios aproximados de las columnas de PRFV pueden variar dependiendo de diversos factores: por el tamaño, el diseño, la calidad, la demanda y la competencia en

el mercado. Además, las fluctuaciones en los costos de los materiales y la mano de obra también pueden influir en los precios.

Columnas de PRFV estándar de tamaño 8m a 12m: Pueden tener un rango de precios de aproximadamente 770 USD a 1.240 USD por unidad, o más, dependiendo de las especificaciones técnicas y el diseño personalizado.

Hay que tener en cuenta que estos precios son solo estimaciones aproximadas y pueden variar significativamente según los requerimientos del cliente.

Además, es importante considerar otros costos asociados, como el transporte, la instalación y cualquier otro servicio adicional que pueda ser necesario. Estos costos pueden variar según la ubicación, la cantidad de columnas requeridas y las condiciones específicas del proyecto.

Capítulo 1 – Bases para el Desarrollo del Proyecto

1.1 Historia

Entre los años 1801 y 1900 la industria se caracterizó por el uso del hierro y el acero. Y en la segunda mitad del siglo XX hacia el año 1950 y el siglo XXI los productos sintéticos fueron los plásticos, las fibras artificiales, etc.

Iniciada la era del plástico, comenzó en 1907, con la creación de la baquelita. Fue el primer polímero totalmente sintético, compuesta por una resina de fenolformaldehído creada por el químico, Leo Baekeland.

Las propiedades de los polímeros sintéticos pueden ser mejoradas mezclándolas con otros componentes, produciéndose así un material más apto para desempeñar una función que una sustancia simple.

La comercialización comenzó en los años 30 como desarrollo de los polímeros reforzados con fibra.

Ya en el año 1932 se producen a escala industrial las primeras partidas de fibra de vidrio. En 1936 la empresa du Pont desarrolla la resina de poliéster.

Durante la II Guerra Mundial el PRFV empezó a utilizarse para la fabricación de cubiertas, para equipos de radares electrónicos y componentes para aviones.

El PRFV se siguió usando para el desarrollo de nuevos diseños dado la facilidad que tiene el material para adquirir formas complejas al moldearlo pero como contra tiene un costo elevado.

En los años 50 ya se utilizaba para fabricar láminas translúcidas. En los años 60 el interés por el material compuesto de fibra de vidrio/poliéster creció para la industria de la construcción, así como su investigación.

Actualmente su usos son en la industria náutica se utiliza para confeccionar el cascos de algunas embarcaciones; en aeronáutica y en la industria automovilística para piezas y carrocerías, y en el sector de la construcción como envolvente o fachada en edificios singulares con formas de irregulares.

1.2 Sistemas Fotovoltaicos Autónomos

Una instalación autónoma utiliza la energía eléctrica que se genera a través de paneles fotovoltaicos y se consumirá principalmente para cubrir la iluminación en el periodo nocturno o sin presencia de la luz solar. Por lo general, se recurre a este tipo de instalaciones debido a una falta de infraestructuras en la zona o bien por razones medioambientales.

En estos sistemas la energía disponible es limitada, por tanto, no se puede derrochar.

Si se consume en los momentos de mayor incidencia solar, la energía consumida es proveniente directamente de los paneles solares, con lo que obtenemos una mayor eficacia al no tener que suministrar la energía de la batería, y a la vez, se consigue alargar su vida útil.

Generalmente, una vez en funcionamiento, y transcurrido un plazo no muy largo de tiempo, se produce un incremento de la energía demandada por parte del usuario, llegándose a sobrepasar los cálculos de dimensionado y acumulación de la instalación, con las inevitables desconexiones por falta de energía, sobre todo en los períodos de menor incidencia solar.

Se denomina Off-Grid, a los equipos que se utilizan para la generación de energía eléctrica completamente desconectados de la red de distribución. Se trata de sistemas autónomos o en isla que se utilizan en ubicaciones remotas, allí donde el tendido eléctrico no existe o fuera muy costoso trasladarlo. Estos aprovechan la energía disponible en fuentes renovables, la cual es gestionada por un equipo inversor para ser

utilizada en tiempo real y almacenando los excedentes en baterías para su utilización en momentos no hay generación solar.

Como se mencionó anteriormente, este sistema se diseña según las necesidades de consumo. Su versatilidad los hace óptimos para entornos rurales, residenciales, sectores productivos o de recreación pueden ser los siguientes: cabañas o casas de fin de semana, motorhomes o casillas rodantes y embarcaciones. Una de las aplicaciones más comunes en argentina, es en el sector Agropecuario, donde las instalación del tipo Off-Grid son la única llave que posibilita la producción y mejora la calidad de vida de las personas.

1.3 Sistema Autónomo

Se plantearon dos situaciones distintas de cálculo, para dos columnas de igual aplicación. En primer lugar se evaluara una columna en material de acero, se diseñó en 4 tramos de distintas dimensiones. La segunda opción es en material PRFV y su diseño es una columna de sección troncocónica de 1 tramo.

Ambas opciones fueron diseñadas para soportar el peso de un panel fotovoltaico, al que se le adiciona un tablero estanco de comando y control, que incluye un kit de baterías y un regulador de carga, eh inversor. La columna llevará un brazo que soporta el equipo LED de iluminación.

Calculando las fuerzas actuantes, para las situaciones más desfavorables, en cada tramo o sección de la columna, para luego encontrar las tensiones en la columna. Siendo estos, los momentos flectores, momentos torsores y fuerzas de compresión.

Por último, se aplica el cálculo de la resistencia de la columna, utilizando la Teoría de Esfuerzos Combinados, Teorías de Rotura - Teoría del Esfuerzo Cortante Octaédrico.

Teniendo estos valores por cada punto crítico, se escogen de tabla los diámetros en función al módulo resistente hallado en el cálculo.

Utilizando el método de cálculo para fundaciones de Sulzberger, se verificará las bases de las columnas, para ambos materiales. Se aplican los cálculos de esfuerzos y momentos, se verifica el tipo de suelo, y se da como resultado las dimensiones del dado de base de hormigón armado.

A continuación se verá un esquema básico del sistema fotovoltaico autónomo.

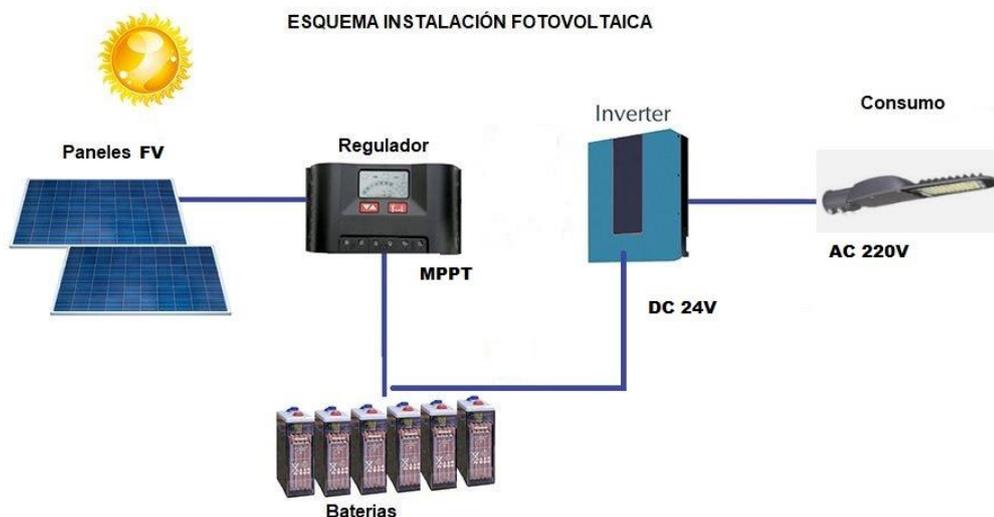


Imagen: Esquema sistema fotovoltaico autónomo por columna. Fuente: elaboración propia.

Este sistema será el que se usará para instalar el panel en la columna de iluminación y se describe como sistema puntual autónomo, el diseño de este sistema se desarrollará en los capítulos subsiguientes Sistema autónomo – Sistema fotovoltaico para instalaciones aisladas de la red eléctrica por columna.

1.4 Sistema Fotovoltaico en Isla

En el siguiente esquema se ejemplificará un esquema Off Grid. Que será usado para la planta fotovoltaica tipo isla. Este sistema será la generación eléctrica que alimentará el cruce al cual se le proveerá iluminación, como su nombre lo indica en isla se denominó

dado que no requiere de red eléctrica por transformador y dará reemplazo a este con la energía limpia del sol. A su vez este sistema se puede acoplar a las necesidades del usuario, siendo muy versátil. El esquema del sistema es el siguiente:

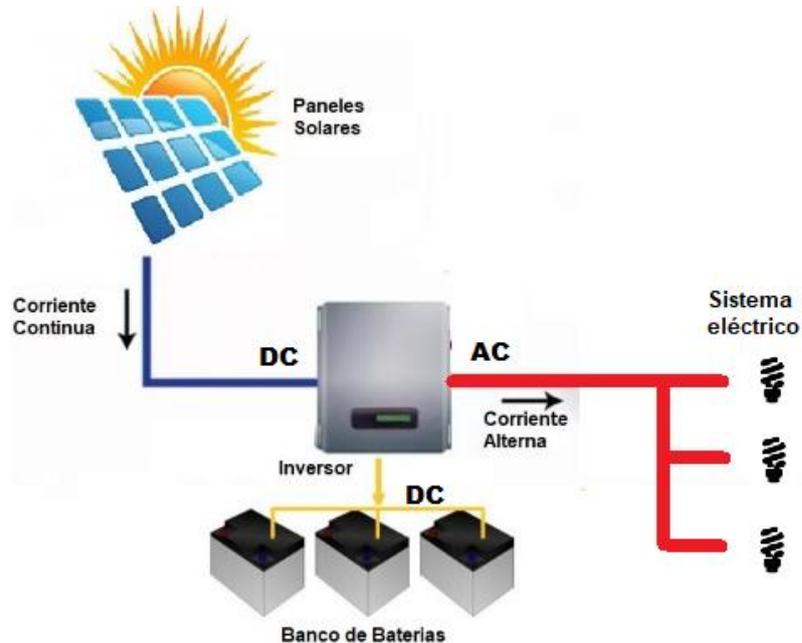


Imagen: Esquema sistema fotovoltaico en isla. Fuente: elaboración propia.

A continuación se hará una breve descripción de los componentes que forman ambos sistemas.

1.4.1 Panel Solar Fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares están formados por un conjunto de células fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos mediante el efecto fotoeléctrico, que consiste en la emisión de electrones por un material al incidir sobre él una radiación electromagnética.

En función del tipo de célula que los forman, se pueden dividir en:

Cristalinos: compuestos por secciones de un único cristal de silicio (Si). Reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los 4 lados cortos, son curvos, debido a que es una célula circular recortada.

Policristalinos: están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.

Amorfos: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor cuanto mayor son los cristales, pero también su peso, grosor y costo. El rendimiento de los paneles cristalinos puede alcanzar el 22% mientras que el de las últimas puede no llegar al 10%, sin embargo su costo y peso es muy inferior.

El costo de los paneles fotovoltaicos se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales y su costo medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas.

1.4.2 El regulador

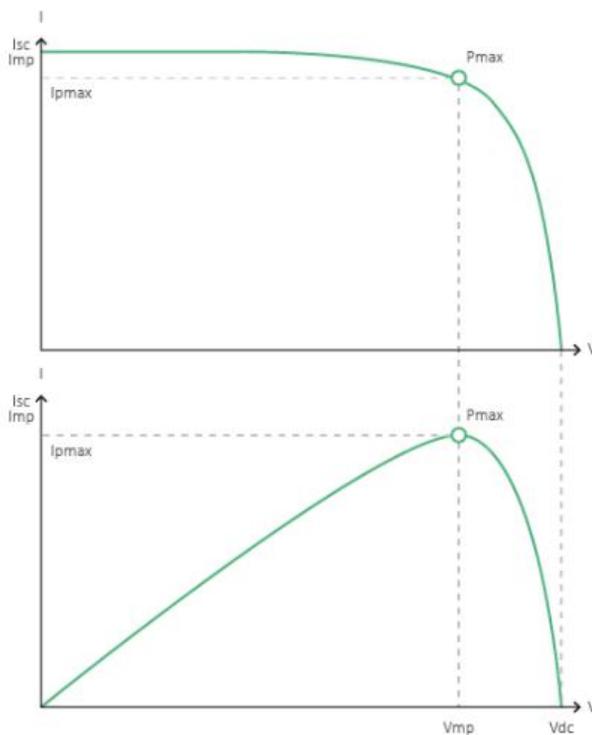
Una instalación diseñada para funcionar todo el año está calculada para poder cargar la batería en las peores condiciones, que se corresponderían con la época invernal. Ahora bien, cuando llega el verano, la radiación que recibe la instalación se puede duplicar, permaneciendo inalterable el consumo. De no existir un regulador, la batería recibiría una sobrecarga de corriente que elevaría su temperatura. Por lo tanto, este dispositivo se basa en gestionar la energía de manera que no pueda dañarla por la corriente excesiva proporcionada por el campo de paneles fotovoltaicos.

El objetivo fundamental del regulador es evitar que la batería siga recibiendo energía del módulo solar una vez que ha alcanzado su carga máxima.

Un buen regulador debe gestionar la carga y a la vez controlar su descarga, ya que la vida de una batería está ligada a la descarga que se produce en ésta.

Los reguladores MPPT permiten obtener la máxima potencia de los paneles solares ya que trabajan siempre en ese punto. Con los reguladores MPPT se saca generalmente más rendimiento a los paneles.

SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE POTENCIA MÁXIMA



Curva superior

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).
El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de $I \times V$ alcanza su pico.

Curva inferior

Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida.
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a V_{mp} .

Imagen: Graficas del seguimiento del punto de potencia máxima para MPPT y PWM. Fuente: (Autosolar Energy Solutions SLU, s.f.).

1.4.3 Inversor.

Equipo que transforma la corriente continua (DC) producida por los módulos (paneles solares) en corriente alterna (AC) no necesariamente senoidal (DC-AC, en inglés).

Los inversores solares pueden abarcar tensiones de entrada de 12V, 24V o 48V cuando se utilizan en instalaciones aisladas. Los que están destinados a instalaciones conectados a la red eléctrica la tensión de entrada suele ser mayor, ya que se prioriza alcanzar tensiones más elevadas.

1.4.4 Baterías

También denominadas como acumuladores, son dispositivos capaces de almacenar la energía que proviene de las placas solares en forma de energía química y, posteriormente, usando procedimientos electroquímicos, producir energía eléctrica. En

las baterías solares este ciclo puede repetirse un determinado número de veces, por ejemplo, las de descargas profundas lo pueden repetir muchas veces.

La transformación de energía se repetirá constantemente y dependerá del uso que se le dé, lo que marcará su vida útil. Existen baterías para placas solares que con un buen mantenimiento pueden llegar a durar 15 años aproximadamente. La batería debe tener energía acumulada para poder utilizarse y se mide en voltios.

El principio de funcionamiento de las baterías solares se basa en el proceso químico de reducción-oxidación (redox), en el cual uno de los componentes se oxida por lo que pierde electrones y el otro se reduce ganando electrones.

Dentro del catálogo de baterías solares podemos encontrar: baterías AGM, baterías de gel, baterías estacionarias y baterías de litio

Las baterías AGM no presentan mantenimiento ni desprenden gases tóxicos ya que el electrolito va sellado entre capas de fibra de vidrio lo que además la convierte en una batería solar resistente a derrames y permiten la colocación adaptativa al espacio disponible. En definitiva, debido a su calidad, precio y rendimiento éstas son las más populares del sector fotovoltaico.

Las baterías gel son las recomendables para instalaciones de un tamaño pequeño y mediano. Se caracterizan por su durabilidad y elevada garantía. Pueden llegar a aproximadamente 800 ciclos de vida realizando descargas de hasta el 70%.

Las baterías estacionarias son una excelente opción para las instalaciones solares más exigentes debido a su gran durabilidad, su larga vida útil, sus competitivas características técnicas como la disposición de una amplia gama con una gran relación capacidad y precio frente a otras tecnologías.

Por último, están las baterías de litio que tienen varias ventajas. Cuentan con una mayor vida útil, ofrecen una mayor densidad energética, por lo que en un menor espacio

se obtiene mayor autonomía y además se caracterizan por realizar la carga mucho más rápido.

A modo resumen, si nos centraremos en la calidad de la batería y sus aplicaciones, las baterías de litio son las que mejor rendimiento ofrecen ya que su rendimiento a la hora de acumular la energía generada por las placas solares es muy alto. Por lo que serán las utilizadas en este proyecto.

Seguidamente se explicaran los parámetros de cálculos usados en el diseño de ambos sistemas y la herramienta empleada para el desarrollo de cálculo.

1.4.5 PVGIS

En este capítulo se utilizó la herramienta de Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica, es una calculadora online gratuita de energía solar fotovoltaica para plantas y sistemas fotovoltaicos autónomos o conectados a la red, con el que se puede obtener información sobre la radiación solar y el rendimiento del sistema para cualquier lugar de América.

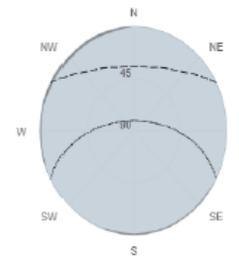
Utilizando esta herramienta se puede visualizar la Irradiancia media diaria en un plano fijo con pendiente de 47° y azimut de 180° durante las horas de sol y las horas nocturnas, para un mes dado. Para nuestro caso utilizamos como peor día el 21 del mes de junio (invierno para el hemisferio sur) y la provincia de Entre Ríos.

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

Provided inputs

Latitude/Longitude: -31.746,-60.515
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-ERA5
 Month: June

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 47° and azimuth 180°

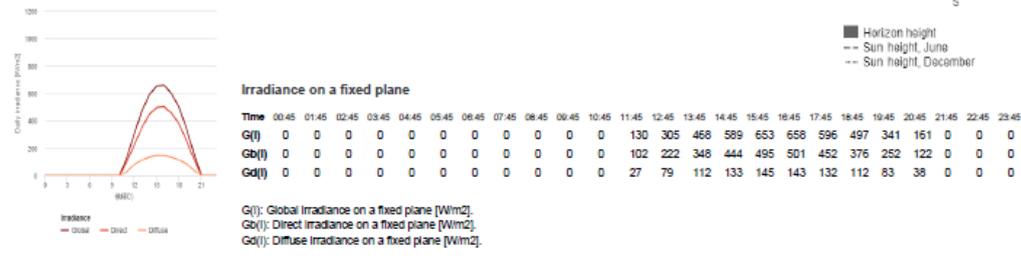


Imagen: PVG resultado de irradiación media para la Provincia de Entre Ríos. Fuente: elaboración propia en base a (Photovoltaic Geographical Information System PVGIS, 2023)

Se puede apreciar que durante el peor mes de producción solar, tendremos solo 10hs de sol incidiendo sobre el plano del panel F.V. y 14hs nocturnas que funcionara el sistema de forma continua. Este resultado se adjunta como planilla generada por dicha aplicación. También se podrá ver otra planilla donde se pondrá en manifiesto el rendimiento del sistema fotovoltaico fuera de la red (Off-Grid) para la planta en cuestión.

1.4.6 Geometría solar

Las relaciones geométricas entre un plano de cualquier orientación particular relativa a la tierra en cualquier momento, y la posición relativa del sol respecto de este plano, son descritos mediante la combinación de los siguientes factores: Declinación solar, Latitud geográfica, Inclinación, Azimut, Altura, Ángulo de Incidencia.

1.4.7 Declinación solar

El ángulo que se genera entre la línea que conecta la Tierra y el Sol al mediodía y el plano del ecuador se conoce como declinación. La declinación está relacionada con el

día Juliano en el que se realiza el cálculo. En este sentido, al primer día de enero se le asigna un valor de $D=1$ en el sistema de días Julianos, mientras que para el día 31 de diciembre, el valor de D es $D=365$. Aunque se puede obtener a partir de tablas astronómicas, es importante tener en cuenta esta dependencia con el día Juliano.

1.4.8 Latitud geográfica

Es el ángulo formado entre la vertical del punto geográfico en la superficie terrestre y el plano del ecuador. Su rango varía de -90° (latitud sur) hasta 90° (latitud norte). Para los puntos ubicados en el ecuador, la latitud es 0° , mientras que en los polos es 90° en el hemisferio norte y -90° en el hemisferio sur. Es conveniente considerar la latitud como positiva en el hemisferio norte y negativa en el hemisferio sur.

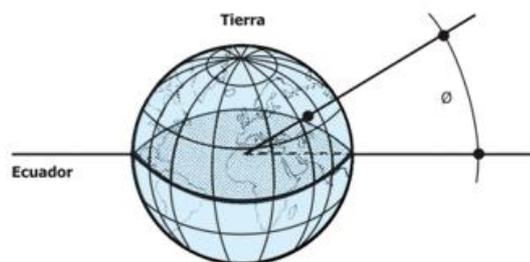


Imagen: Latitud geográfica. Fuente: Elaboración propia

1.4.9 Inclinación

El primer parámetro a determinar en un captador solar (panel solar) es la inclinación necesaria del colector para lograr la mayor captación de radiación solar directa. La inclinación es el ángulo formado entre el plano de la superficie del panel solar y la horizontal del punto en consideración.

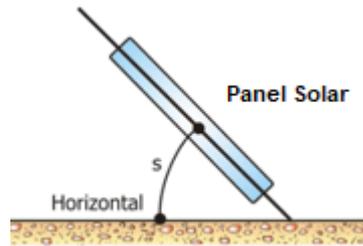


Imagen: Ángulo s de inclinación del captador o panel solar. Fuente: Elaboración propia

El ángulo de inclinación dependerá del tipo de utilización de la instalación, y podrá variarse a lo largo del año si se prevé que en la aplicación existirán pequeñas diferencias respecto la demanda de unos meses a otros, para que sea más favorable en los períodos de mayor demanda energética. Estos detalles respecto al ángulo de inclinación, se encuentran en tablas que los desarrollan e indican la radiación incidente sobre las superficies inclinadas para los diferentes meses del año y latitudes geográficas.

1.4.10 Azimut

En el hemisferio norte, el azimut se refiere al ángulo resultante de la proyección de los rayos solares sobre el plano tangente a la superficie terrestre y el meridiano del lugar, que está en dirección al sur geográfico. En otras palabras, el ángulo azimutal es cero cuando la superficie está perfectamente orientada hacia el sur, 90° cuando está orientada hacia el este y -90° cuando está orientada hacia el oeste, con una variación que va desde -180° hasta $+180^\circ$.

En el hemisferio norte, la orientación óptima para los paneles solares es hacia el sur, mientras que en el hemisferio sur, como en Argentina, la orientación adecuada es hacia el norte, como se especifica en el diseño.

Cuando se menciona el panel solar, el azimut se define como el ángulo entre la proyección horizontal de la línea perpendicular a la superficie captadora y la línea que

conecta el captador con el sur geográfico, siguiendo la convención utilizada en el hemisferio norte.

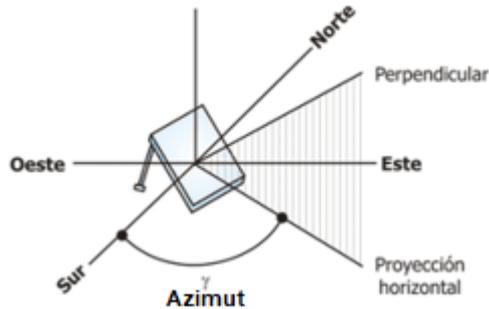


Imagen: Ángulo de Azimut en el panel solar ubicado en el hemisferio norte. Fuente: Elaboración propia

1.4.11 Altura

A partir del ángulo de azimut y la altura, se puede obtener la posición del sol sobre el horizonte. El azimut corresponde a la orientación, mientras que la altura es el ángulo formado por la posición del sol y el horizonte. Cuando transita la salida y ocaso del sol, la altura solar (h) es nula.

Los valores del azimut y la altura están tabulados.

1.4.12 Ángulo de Incidencia

El ángulo de incidencia es el que forma la radiación directa sobre la superficie del panel solar, es decir, la línea sol-panel solar y la perpendicular al panel.

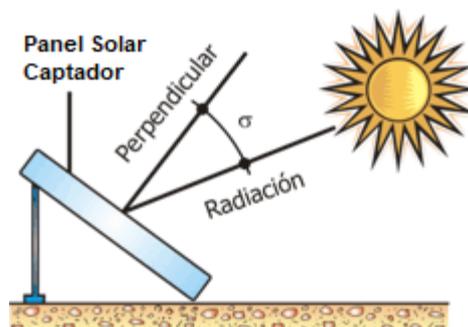


Imagen: Ángulo de incidencia. Fuente: Elaboración propia

Una teoría que ha sido comprobada y puede ser aplicada en la realidad es que al mantener el panel mirando hacia el sur en el hemisferio norte o hacia el norte en el hemisferio sur, se logra el máximo equilibrio energético anual cuando la inclinación del panel es igual a la latitud. Sin embargo, al calcular el proyecto, se tomará como premisa utilizar el mes más desfavorable como la peor situación según la ubicación del proyecto.

A lo largo de esta sección, se tuvieron en cuenta las páginas de referencia mencionadas a continuación. Como fuente de información sobre los Sistemas off grid aislado la red. (Austro Energy Store, 2023), los paneles fotovoltaicos. (Wikipedia, 2023), un artículo titulado "Cuando las placas fotovoltaicas son más baratas que la red eléctrica". (El País, 12/2011), el informe PV Grid Parity Monitor, que destaca que la igualdad de costos entre la red eléctrica y la energía fotovoltaica ya comienza a ser una realidad. Consultora Eclareon, citado en (ESEficiencia, 2012), y finalmente, un recurso técnico que explica qué es un regulador MPPT (Autosolar Energy Solutions SLU, s.f.)

Capítulo 2 – Columnas para Sistema Solar Fotovoltaico

En el presente capítulo, se busca llevar a cabo la elaboración y evaluación del diseño de la columna de iluminación con el sistema autónomo fotovoltaico, tanto en acero y PRFV, en estricto cumplimiento de las normativas aplicables en cuanto al alumbrado público en vías, las cuales son las siguientes:

Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas de alumbrado público – AEA 95703. (Asociación Electrotécnica Argentina, 2018)

Pliego Técnico. (Dirección Nacional de Vialidad, 2018)

Pliego Técnico. (Dirección Provincial de Vialidad Entre Ríos, 2017)

Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones- INTI – CIRSOC 102. (Instituto Nacional de Tecnología Industrial CIRSOC - INTI, 2001)

Tablas de Perfiles laminados y Tubos estructurales para aplicación de los reglamentos CIRSOC 301 y 302. (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad Para Obras Civiles del Sistema INTI, 2001)

Alumbrado Público IRAM – AADL J 2022-2 (Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 2010)

Además de estas reglamentaciones, se han consultado obras sobre Diseño de elementos de máquinas. (Faires), Diseño de elementos de máquinas (Robert L. Mott, 2006), y Mecánica de materiales. (Gere, 2009)

2.1 Presentación del PRFV

El PRFV, conocido también como GFRP (Glass-Fiber Reinforced Plastic) o GRP (Glass Reinforced Plastic), pertenece a la familia de los materiales compuestos. Está compuesto por una matriz de plástico o resina reforzada con fibras de vidrio.

Este material es ligero, resistente y fácil de moldear, y se utiliza principalmente en la fabricación de piezas con formas suaves y complejas.

Los plásticos más comúnmente empleados son el epoxi, el poliéster, el viniléster y otros termoplásticos.

Los materiales compuestos son aquellos que se forman al unir dos o más materiales, con el objetivo de combinar propiedades que no se pueden obtener con los materiales originales. Estos compuestos pueden ser seleccionados para lograr combinaciones poco comunes y presentar un rendimiento excelente en términos de rigidez, resistencia, peso, resistencia a altas temperaturas, resistencia a la corrosión, dureza o conductividad. Los materiales compuestos cumplen las siguientes características:

- Formados por dos o más componentes distinguibles físicamente y separables mecánicamente.
- Presentan varias fases químicamente distintas, completamente insolubles entre sí y separadas por una interface.
- La sinergia de sus propiedades mecánicas son superiores a la simple suma de las propiedades independientes de sus componentes.
- No pertenecen a los materiales, como las aleaciones metálicas, en las que mediante un tratamiento térmico se cambia la composición de las fases presentes.

El PRFV nace de la necesidad de obtener materiales que combinen las propiedades de los cerámicos, los plásticos y los metales.

2.2 Composición del PRFV

Está compuesto por fibra y resina. Las resinas tienen las siguientes propiedades: gran resistencia a la compresión y a altas temperaturas, pero no son flexibles y presentan escasa resistencia a flexión y tracción. Para mejorar sus propiedades se refuerzan con otros materiales.

Para mejorar las características propias de la resina se utiliza un refuerzo fibra de vidrio. Más utilizado por su costo y sus características mecánicas dando gran resistencia a la tracción y alta flexibilidad.

La resistencia mecánica del PRFV depende de la cantidad de fibra de vidrio que contenga y del tipo de resina. Por lo que a mayor cantidad de fibra de vidrio, mayor resistencia mecánica.

2.3 Materiales

1- REFUERZOS DE FIBRA DE VIDRIO

Filamentos de fibra de vidrio, es una hebra de hilos continuos de filamentos de fibra de vidrio. Estas se consiguen en la industria como bobinas.

También se encuentran en el mercado como mantas de fibra de vidrio no tejidas unidas entre sí utilizando un aglutinante, tejidos de fibra de vidrios conformados por telas en forma de mechas tejidos, o velos de finas telas de fibra de vidrio (tejida o no tejida).

Las fibras usadas son: las de vidrio, aramida, carbono y boro. Las fibras que se utilizaran son directamente ovillos de las bobinas o carreteles.

2- RESINAS

Las resinas constituyen la matriz del PRFV y son plásticos termoestables. Se utilizan en estructuras que requieren alta resistencia y propiedades físicas elevadas. La resina de poliéster es la más comúnmente usada, pero también se pueden emplear resinas epoxi, viniléster, fenólicas, entre otras. Las resinas de poliéster más utilizadas son las Parody, Gabriel Ignacio.

Ortoftálica e Isoftálica. Las Ortoftálicas se destacan por ser más económicas y versátiles, mientras que las Isoftálicas poseen mayor resistencia a los rayos UV, toleran temperaturas más altas y presentan mejores características de resistencia química.

3- CATALIZADORES Y ACELERANTES

El catalizador, conocido como Peróxido de Mek, se agrega a la resina de poliéster y desencadena la reacción química que inicia el proceso de gelificación y endurecimiento final. El Peróxido de Metil Etil Cetona es el catalizador más utilizado. Las resinas de poliéster contienen un compuesto químico que acelera el tiempo de secado. El acelerante más común es el Octoato de Cobalto.

4- GELCOAT

Son resinas que recubren la superficie de las piezas de PRFV y generalmente proporcionan el acabado final.

Función del Gelcoat:

- Proteger el PRFV contra los efectos de la humedad y los rayos UV.
- Proporcionar acabados de color, una textura lisa y brillante a la superficie de la pieza.
- Mejorar la resistencia química frente a ácidos.
- Sirve de base para aplicar otros tratamientos o pinturas especiales.

La resina gelcoat se puede aplicar con pistola o rodillo sobre la pieza ya desmoldada o sobre la superficie del molde.

2.4 FABRICACIÓN

Los procesos de fabricación pueden ser muy variados, a continuación se mencionan algunos:

- Moldeo SMC

- Moldeo por proyección
- Moldeo por vía húmeda o contacto
- Apilado por bolsa de vacío
- Resine Transfer Moulding, RTM
- Vacuum Assisted Resine Transfer Moulding, VARTM
- Resine Infusion Moulding, RIM
- Filament Winding
- Fiber Placement
- Pultrusión
- Automatic Tape Laying, AT
- Eb curing

2.4.1 Proceso de fabricación FILAMENT WINDING

En este proyecto, emplearemos el método de fabricación conocido como enrollado de filamentos, también llamado bobinado de filamentos o devanado de filamentos, o en inglés, Filament Winding. Esta técnica se utiliza para producir moldes de materiales compuestos, generalmente en forma de estructuras cilíndricas.

Consiste en envolver filamentos o cintas tensadas, impregnadas con una resina termoestable, alrededor de un molde macho cilíndrico o mandril. Mientras el mandril gira, un carro se mueve horizontalmente para configurar las fibras en el patrón deseado y así obtener las características de resistencia deseadas. Los filamentos más comunes utilizados son de carbono o fibra de vidrio, los cuales se recubren con una resina sintética mientras se enrollan. Una vez que el mandril está completamente cubierto con el grosor deseado, se somete a un proceso de curado para solidificar la resina.

Cuando la resina ha sido curada, se procede a retirar el mandril como parte del proceso de desmolde, dejando como resultado final un producto hueco.

La técnica de bobinado de filamento es muy adecuada para la automatización, permitiendo un control preciso de la tensión de los filamentos. Si se aplican altas tensiones, el producto final adquirirá mayor rigidez y fuerza, mientras que bajas tensiones resultarán en una mayor flexibilidad. Además, es posible controlar cuidadosamente la orientación de los filamentos, de manera que las capas se superpongan y se orienten de forma diferente a la capa anterior.

Es de suma importancia establecer el ángulo adecuado para las fibras de las capas inferiores, ya que esto determinará las propiedades del producto final. Ángulos altos proporcionarán resistencia a la compresión, mientras que un patrón con ángulos más bajos, también conocido como sistema cerrado o helicoidal, ofrecerá mayor resistencia a la tracción.

2.4.2 El proceso de Bobinado

Existen tres modelos básicos:

El primero es el bobinado helicoidal donde el movimiento de rotación del mandril se combina con el movimiento de traslación longitudinal del cabezal de impregnación. Siendo este método el más frecuentemente utilizado. Éste es el proceso seleccionado para la fabricación de la columna, con un ángulo de 45° y -45° .

El segundo proceso es el bobinado circunferencial, se trata de una variante del bobinado helicoidal pero con un ángulo de enrollado de 90° .

Tercero y último el bobinado polar o plano, tanto el movimiento de rotación como el de traslación longitudinal es realizado por el mandril, permaneciendo fijo el cabezal de impregnación.

Cualquiera de los procesos anteriores puede ser utilizados o en combinación, según las prestaciones que se requieran de la pieza.

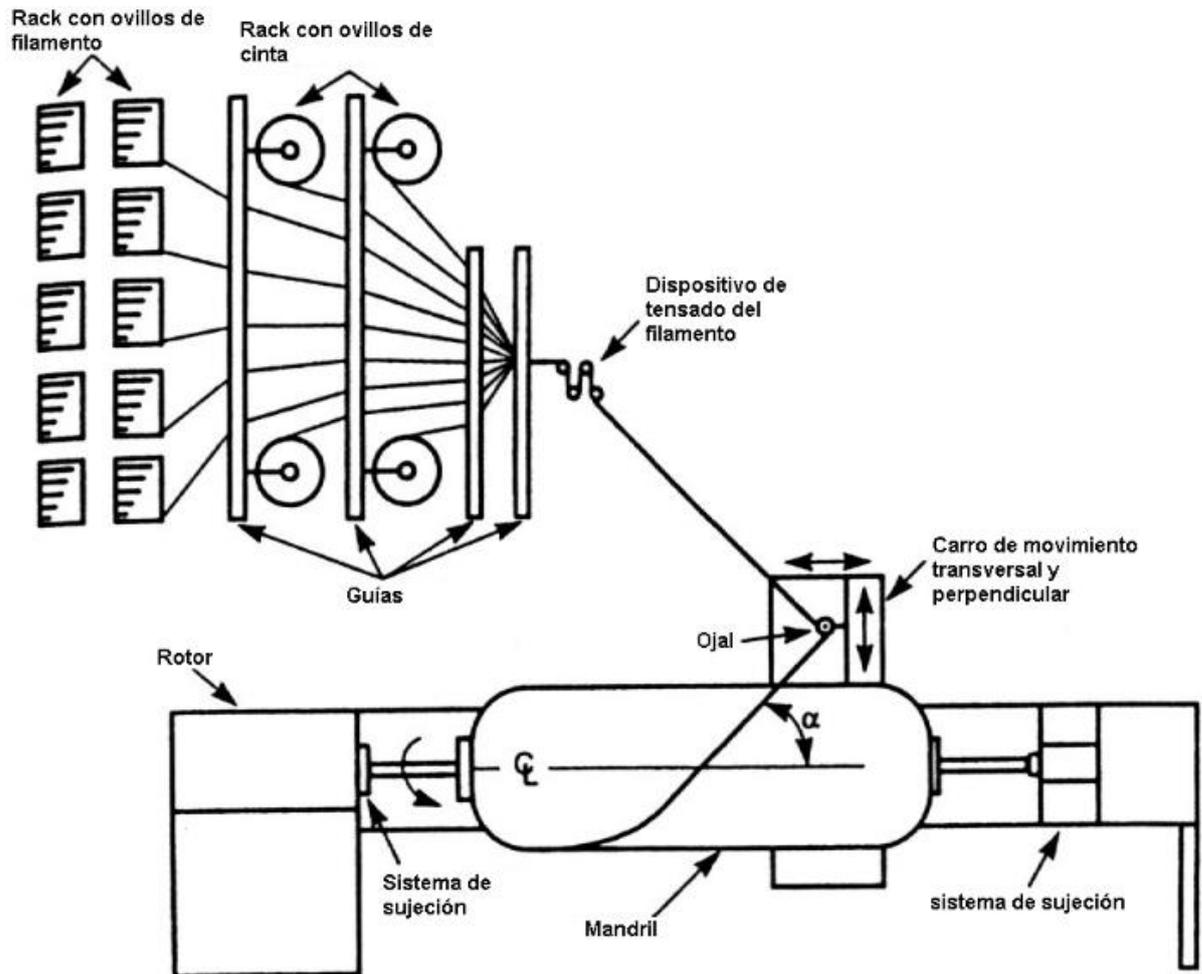


Imagen: Esquema del Proceso. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)

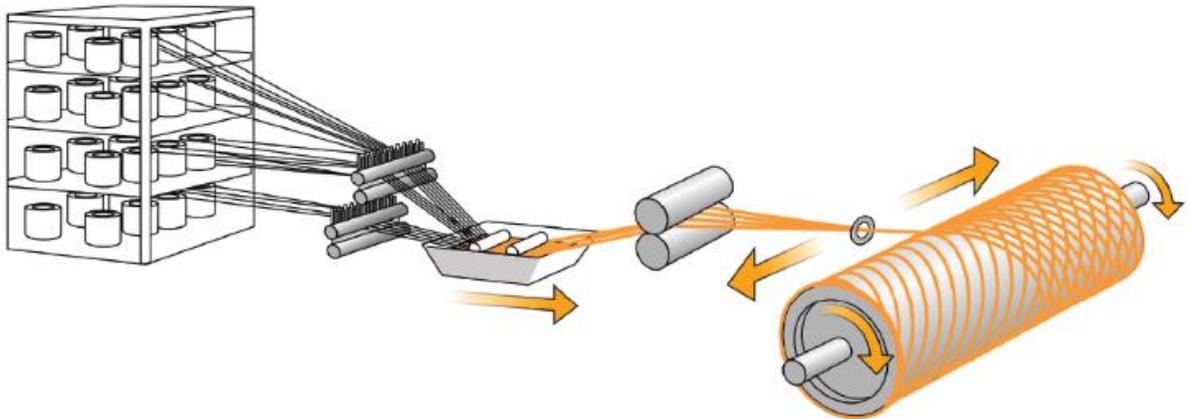


Imagen: Proceso Filament Winding. Fuente: (Owens Corning, 2018)

Al proceso también se puede describir como la fabricación de piezas por un lado el alto volumen de fibra y por el otro la orientación de las fibras controlada. A las fibras se le aplica un baño de resina en el que se recubren con resina de bajo o medio peso molecular. Estas fibras impregnadas posteriormente son enrollados alrededor de un mandril llamado molde, en un patrón controlado para formar la forma de la pieza. Las velocidades de trabajo para fibra de vidrio se encuentran entre los 90 a 100 m/min mientras que para otros materiales como fibras de carbono y aramida rondan los 15 a 30 m/min. Después de acabar, viene el proceso de cura de la resina, por lo general utilizando el calor como medio de curación. El núcleo de molde puede ser removido o se puede dejar como un componente integral de la pieza. Este proceso se utiliza principalmente para piezas huecas, generalmente los componentes de sección circular u ovalada, como ser tuberías y tanques. Recipientes a presión, tuberías y ejes de transmisión pueden ser fabricados por bobinado de filamento.

El proceso en mención se puede combinar con otros métodos de aplicación de fibra tales como moldeo manual, pultrusión, y el trenzado. La compactación es principalmente a través de la medición de la tensión de la fibra y el contenido de resina. Otra opción

puede ser que las fibras puedan estar impregnadas con resina antes del bobinado también llamado devanado húmedo o impregnadas posteriormente al bobinado o bobinado en seco.

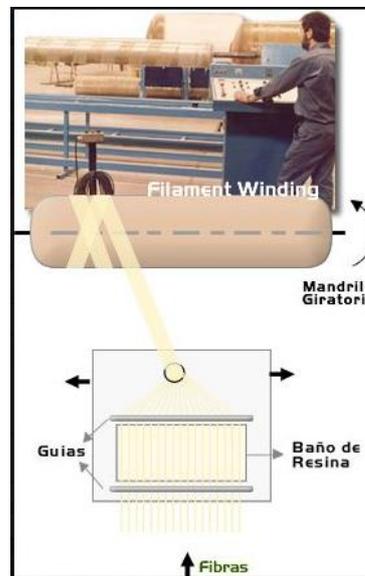


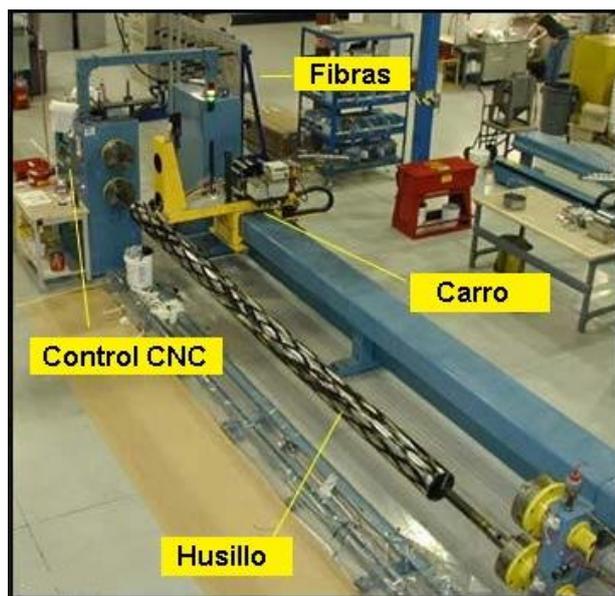
Imagen: Proceso vista superior y frente. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)

2.4.3 Maquinaria

Una máquina de bobinado de filamento continuo o CFW es un equipo mediante el cual se realiza el bobinado de filamento en forma continua, sobre una banda de acero cilíndrica. El proceso de bobinado de filamento continuo también se conoce como el Proceso de Drostholm.



*Imagen: Maquina de bobinado de filamento - 3 Axis. Fuente: Filament Winder
(IndiaMART, s.f.)*



*Imagen: Equipo de bobinado de filamento. Fuente: (Escuela Superior de
Ingenieros – San Sebastián, 2011)*

El equipo consta de un carro encargado de guiar los filamentos para su enrollado en un cilindro que gira denominado mandril o husillo. El carro va montado sobre un riel que permite su movimiento a lo largo del cilindro a fin de que el recubrimiento sea uniforme a lo largo del mismo siguiendo un patrón geométrico constante, y este a su vez realiza

un movimiento tangencial al cilindro molde para mantener una distancia uniforme cuando la circunferencia aumenta su radio producto del crecimiento de las capas de fibras. En algunos casos, también puede realizar movimientos radiales, efectuados en los extremos redondeados de tubos.

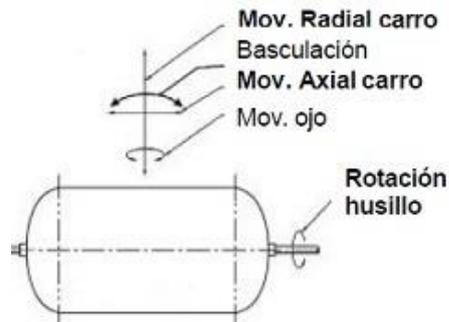


Imagen: Movimientos del carro. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)

El carro hace el recubrimiento del molde en varias pasadas de ida y vuelta manteniendo tensado el o los filamentos, controlando siempre el espesor. El impregnado de la fibra puede ser efectuado en una etapa previa o en el mismo carro.

Los carretes de filamento y/o cinta son montados en un dispositivo denominado fileta (rodillos desenrolladores) o en ingles creel (tensor fijado en vigueta vertical de la fileta), el cual puede presentar guías para aunar todos los filamentos y un dispositivo de tensado regulable.



Imagen: Rack de filamentos. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)



Imagen: Impregnado de filamentos. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)



Imagen: Carro. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)

El bobinado de filamento se puede utilizar para la fabricación de tubos de gran diámetro. Existe un diámetro mínimo por debajo del cual la técnica se convierte en poco práctica. Las máquinas están disponibles para diámetros de 0,25 a 4,0 m.

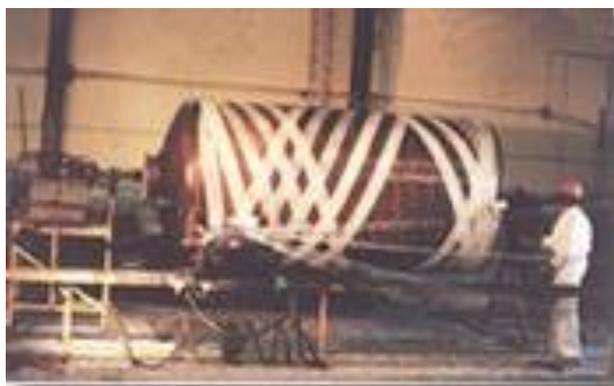


Imagen: Bobinadora de filamentos de gran diámetro. Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)

Los parámetros claves del proceso son: la tensión en las fibras, ratio de impregnación y geometría del bobinado

La resistencia y la rigidez del ovillado pueden ser optimizadas alineando las fibras en las direcciones de las cargas. Esto hace que la orientación de la fibra sea crítica para el funcionamiento de la pieza y determina en gran parte la performance final de la misma.

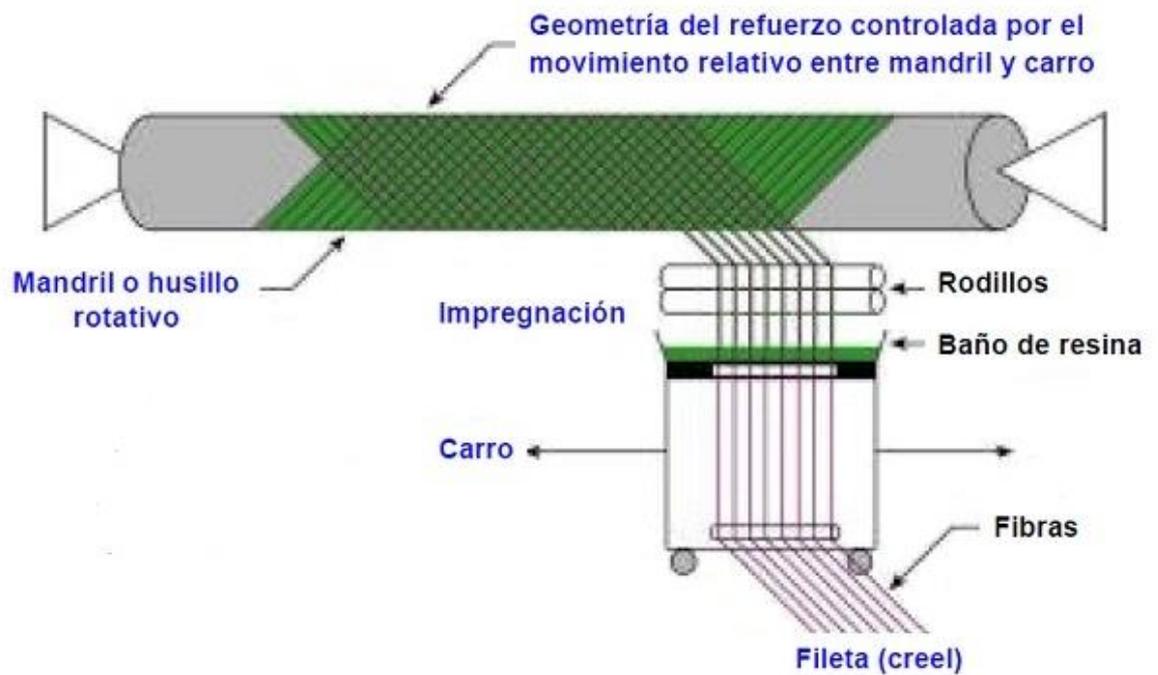


Imagen: Componentes del proceso: fibras, baño de resina, rodillos, mandril rotativo.

Fuente: (Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián, 2011)

Para alimentar a la maquina se necesita áreas de almacenamiento de materias primas, de mezcla de resinas, catalizadores, etc. Normalmente, también se incluye el calentamiento de la mezcla de químicos.

Una vez enrolado el filamento del grosor deseado, puede ser curado ya sea a temperatura ambiente, o mediante el uso de vapor o bien a alta temperatura mediante un horno para acelerar el curado.

Para realizar el desmoldado, una vez curada la pieza, generalmente se realiza de forma manual. Eventualmente se pueden utilizar dispositivos de empuje o tiro para facilitar dicha tarea.

2.4.4 Pieza Final - Resumen

El Poste de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) es una estructura monolítica circular que se utiliza para redes de transmisión eléctrica. Tiene una geometría circular tronco-cónica continua y es fabricado a través de procesos donde se combinan filamentos de fibra de vidrio en angulaciones bajas para soportar las cargas axiales, e hilos perpendiculares para soportar cargas de pandeo o colapso sobre el empotramiento, con resina de poliéster.

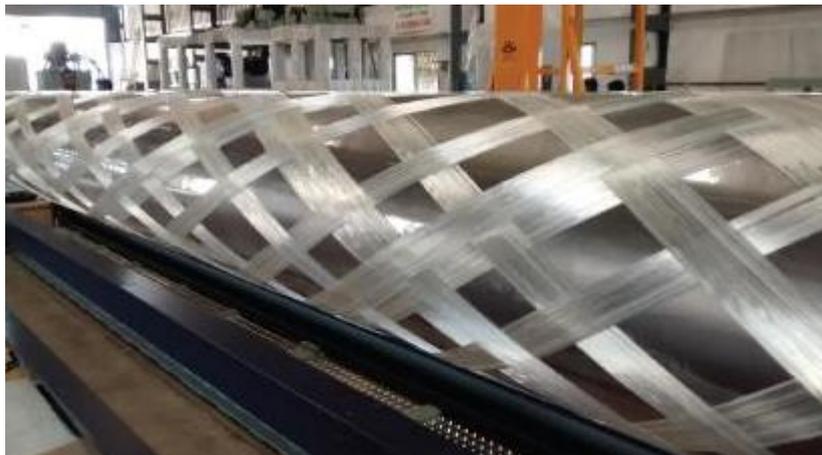


Imagen: Vista lateral de las fibras sobre la columna. Fuente: (Fiberpole, 2020)

2.5 Ventajas

Su bajo peso es una de las características más llamativas. Un poste de PRFV pesa cuatro veces menos que la madera y cuarenta veces menos que el hormigón. Otra cuestión importante es la alta resistencia a la corrosión y humedad. Además su acabado, gracias a los materiales utilizados sumado a la tecnología productiva, aseguran una vida útil que supera ampliamente a otros materiales. No son conductores de la electricidad, lo que permiten una seguridad absoluta ante accidentes de electrocución.

Otro punto importante es la capacidad de traslado, lo que reduce fuertemente el número de viajes necesarios para transportar dicho producto. La relación puede llegar hasta cinco viajes a uno.

2.6 Desventajas

Limitado a formas convexas.

Problemas para controlar algunas geometrías del refuerzo (axial, tendencia a seguir la línea geodésica).

Costo del mandril (según tamaño).

Generalmente se necesitan resinas de baja viscosidad (peores propiedades mecánicas problemas de seguridad laboral).

En esta sección, se consideraron las páginas de referencia mencionadas a continuación: PRFV o Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (wordpress.com, s.f.); ¿Qué es PRFV? (Plaremesa, s.f.); Material compuesto (Wikipedia, 2022); Enrollado de filamentos (Wikipedia, 2022).

2.7 ESTUDIO TÉCNICO: DISEÑO Y CÁLCULO DE LA COLUMNA DE ILUMINACION EN ACERO

En esta sección veremos el cálculo de una columna de iluminación denominada estándar, dado que cumple las condiciones tradicionales de las columnas de acero como materia primas más utilizadas en el mercado actual, pero que debe cumplir las siguientes características:

Característica estándar: Columna 10 m totales, 9 m libres, con brazo de 2,5 m.

Empotrada en la base, 10% de la altura total de la columna.

COLUMNA DE ILUMINACION ESTÁNDAR

Dato: Columna 10 m totales, 9 m libres, con brazo de 2,5 m.
 Base empotrada: 10% de la altura total de la columna.

2.7.1 CÁLCULO DE LAS FUERZAS DEL VIENTO SOBRE LA COLUMNA Y EQUIPOS

Para realizar el cálculo del viento sobre la columna, se utilizó el reglamento de cálculo CIRSOC 102 INTI- Viento. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las construcciones.

Factor de direccional del viento, K_d . Utilizando tabla 6 para carteles llenos.

$$K_d := 0.85$$

Coficiente de exposición, K_z . Para exposición C de tabla 4 y 5, eh interpolando los valores obtenidos, para $5\text{ m} \leq 9\text{ m} \leq 274\text{ m}$.

$$K_z := 0.976$$

Factor topográfico, K_{zt} .

$$K_{zt} := 1$$

Velocidad básica del viento, V . se utiliza la Tabla Figura 1B.

$$V := 52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Factor de importancia, I . Apéndice A, tabla 1, para categoría II.

$$I := 1$$

Para toda la estructura el valor de la Presión dinámica será igual a:

$$q_z := 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I$$

$$q_z := 1375.11 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Factor de efecto de ráfaga, G . Se recomienda para estructuras rígidas 0,85.

$$G := 0.85$$

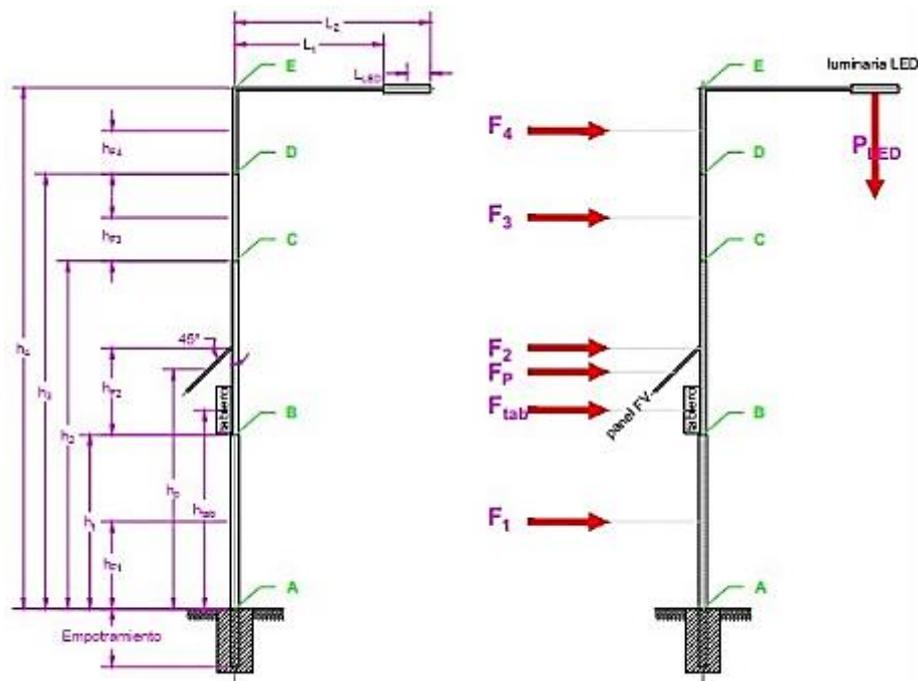


Imagen: Grafico de la Columna Vista Frente. Fuente: elaboración propia

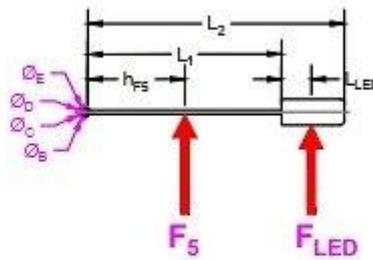


Imagen: Grafico de la Columna Vista Superior. Fuente: elaboración propia

Cálculo de las distintas fuerzas que actúan en la columna de iluminación.

Como se ve en la figura columna vista frente, la misma está dividida en 4 tramos de distintos diámetros, por lo que será necesario encontrar la fuerza del viento actuante por cada una de ellas.

Tramo A-B

Coefficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II.

Adoptamos un diámetro exterior para la sección = $\Phi_{AB} := 0.2191 \text{ m}$

por lo que será igual a $b_{AB} := 0.2191 \text{ m}$

De Anexo II-7 obtenemos, la velocidad Vz, a la altura z.

$Z_{AB} := 1.5 \text{ m}$ La altura del baricentro del área

$V := 52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Velocidad básica del viento

$\hat{\alpha}$ la inversa del exponente α para la ley potencial de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 4

$$\alpha := 9.5$$

$$\hat{\alpha} := \frac{1}{\alpha} = 0.11$$

$$V_{z_{AB}} := \left(\frac{Z_{AB}}{10} \right)^{\hat{\alpha}} \cdot V \quad \therefore \quad V_{z_{AB}} := 42.59 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De Tabla II.1- Anexo II, procedemos a calcular el Coeficiente de fuerza neta, para superficie lisa.

$$b_{AB} \cdot V_{z_{AB}} = 9.33 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad \text{Interpolando los valores obtenidos}$$

$$y_{AB} := \frac{1.2 \cdot (10 - 9.33) + 0.6 \cdot (9.33 - 4)}{10 - 4} = 0.67$$

$$Cf_{AB} := y_{AB} = 0.67 \quad \text{Coeficiente de fuerza neta, para el tramo A-B}$$

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$$h_{AB} := 3 \text{ m} \quad \text{Altura del tramo}$$

$$A_{AB} := \Phi_{AB} \cdot h_{AB} = 0.66 \text{ m}^2$$

La carga de viento de diseño, para el tramo está dada por:

$$F_1 := q_z \cdot G \cdot Cf_{AB} \cdot A_{AB} = 512.44 \text{ N}$$

Tramo B-C

Coefficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II.

Adoptamos un diámetro para la sección = $\Phi_{BC} := 0.1683 \text{ m}$

por lo que será igual a $b_{BC} := 0.1683 \text{ m}$

De Anexo II-7 obtenemos, la velocidad Vz, a la altura z.

$Z_{BC} := 1.5 \text{ m}$ La altura del baricentro del área

$V := 52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Velocidad básica del viento

$\hat{\alpha}$ la inversa del exponente α para la ley potencial de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 4

$$\alpha := 9.5$$

$$\hat{\alpha} := \frac{1}{\alpha} = 0.11$$

$$Vz_{BC} := \left(\frac{Z_{BC}}{10} \right)^{\hat{\alpha}} \cdot V \quad \therefore \quad Vz_{BC} := 42.59 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De Tabla II.1- Anexo II, procedemos a calcular el Coeficiente de fuerza neta, para superficie lisa.

$$b_{BC} \cdot Vz_{BC} = 7.17 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad \text{Interpolando los valores obtenidos}$$

$$y_{BC} := \frac{1.2 \cdot (10 - 7.17) + 0.6 \cdot (7.17 - 4)}{10 - 4} = 0.88$$

$$Cf_{BC} := y_{BC} = 0.88 \quad \text{Coeficiente de fuerza neta, para el tramo B-C}$$

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$$h_{BC} := 3 \text{ m} \quad \text{Altura del tramo}$$

$$A_{BC} := \Phi_{BC} \cdot h_{BC} = 0.5 \text{ m}^2$$

La carga de viento de diseño, para el tramo está dada por:

$$F_2 := q_z \cdot G \cdot Cf_{BC} \cdot A_{BC} = 521.1 \text{ N}$$

Tramo C-D

Coefficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II.

Adoptamos un diámetro para la sección = $\Phi_{CD} := 0.10 \text{ m}$

por lo que será igual a $b_{CD} := 0.10 \text{ m}$

De Anexo II-7 obtenemos, la velocidad Vz, a la altura z.

$Z_{CD} := 0.75 \text{ m}$ La altura del baricentro del área

$V := 52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Velocidad básica del viento

$\hat{\alpha}$ la inversa del exponente α para la ley potencial de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 4

$$\alpha := 9.5$$

$$\hat{\alpha} := \frac{1}{\alpha} = 0.11$$

$$Vz_{CD} := \left(\frac{Z_{CD}}{10} \right)^{\hat{\alpha}} \cdot V \quad \therefore \quad Vz_{CD} := 39.59 \frac{m}{s}$$

De Tabla II.1- Anexo II, procedemos a calcular el Coeficiente de fuerza neta, para superficie lisa.

$$b_{CD} \cdot Vz_{CD} = 3.96 \frac{m^2}{s} \quad ; \text{Si: } 3.96 \frac{m^2}{s} < 4 \frac{m^2}{s} \quad \text{Interpolando los valores obtenidos}$$

$$y_{CD} := \frac{1.2 \cdot (10 - 3.96) + 0.6 \cdot (3.96 - 4)}{10 - 4} = 1.2$$

$$Cf_{CD} := y_{CD} = 1.2 \quad \text{Coeficiente de fuerza neta, para el tramo C-D}$$

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$$h_{CD} := 1.5 \, m \quad \text{Altura del tramo}$$

$$A_{CD} := \Phi_{CD} \cdot h_{CD} = 0.15 \, m^2$$

La carga de viento de diseño, para el tramo está dada por:

$$F_3 := q_z \cdot G \cdot Cf_{CD} \cdot A_{CD} = 211.09 \, N$$

Tramo D-E

Coeficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II.

Adoptamos un diámetro para la sección = $\Phi_{DE} := 0.09 \, m$

por lo que será igual a $b_{DE} := 0.09 \, m$

De Anexo II-7 obtenemos, la velocidad Vz, a la altura z.

$Z_{DE} := 0.75 \, m$ La altura del baricentro del área

$V := 52 \frac{m}{s}$ Velocidad básica del viento

$\hat{\alpha}$ la inversa del exponente α para la ley potencial de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 4

$$\alpha := 9.5$$

$$\hat{\alpha} := \frac{1}{\alpha} = 0.11$$

$$Vz_{DE} := \left(\frac{Z_{DE}}{10} \right)^{\hat{\alpha}} \cdot V \quad \therefore \quad Vz_{DE} := 39.59 \frac{m}{s}$$

De Tabla II.1- Anexo II, procedemos a calcular el Coeficiente de fuerza neta, para superficie lisa.

$$b_{DE} \cdot Vz_{DE} = 3.56 \frac{m^2}{s} \quad ; \text{Si: } 3.6 \frac{m^2}{s} < 4 \frac{m^2}{s} \quad \text{por lo tanto el coeficiente será el de la Tabla II.1.}$$

$$y_{DE} := \frac{1.2 \cdot (10 - 3.6) + 0.6 \cdot (3.6 - 4)}{10 - 4} = 1.24$$

$$Cf_{DE} := 1.2 \quad \text{Coeficiente de fuerza neta, para el tramo D-E}$$

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$$h_{DE} := 1.5 \, m \quad \text{Altura del tramo}$$

$$A_{DE} := \Phi_{DE} \cdot h_{DE} = 0.14 \text{ m}^2$$

La carga de viento de diseño, para el tramo está dada por:

$$F_A := q_z \cdot G \cdot C_{f_{DE}} \cdot A_{DE} = 189.35 \text{ N}$$

Cálculo de las distintas fuerzas que actúan en el brazo de la columna de iluminación y el equipo LED.

Se utilizarán los valores ya calculados, que son genéricos para toda la estructura.

$$q_z = 1375.11 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad \text{Presión dinámica;}$$

$$G = 0.85 \quad \text{Factor de efecto de ráfaga;}$$

y la ecuación 20 de Carga de viento de diseño: $F = q_z \cdot G \cdot C_f \cdot A$

Tramo Brazo

Coeficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II.

Adoptamos un diámetro para la sección del brazo= $\Phi_b := 0.09 \text{ m}$

por lo que será igual a $b_b := 0.09 \text{ m}$

De Anexo II-7 obtenemos, la velocidad Vz, a la altura z.

$$Z_b := 9 \text{ m} \quad \text{La altura del baricentro del área}$$

$$V := 52 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{Velocidad básica del viento}$$

$\hat{\alpha}$ la inversa del exponente α para la ley potencial de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 4

$$\alpha := 9.5$$

$$\hat{\alpha} := \frac{1}{\alpha} = 0.11$$

$$V_{z_b} := \left(\frac{Z_b}{10} \right)^{\hat{\alpha}} \cdot V \quad \therefore \quad V_{z_b} := 51.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De Tabla II.1- Anexo II, procedemos a calcular el Coeficiente de fuerza neta, para superficie lisa.

$$b_b \cdot V_{z_b} = 4.63 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad ; \text{Si: } 4.6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} > 4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \text{ por lo tanto el coeficiente será el valor interpolado de la Tabla II.1.}$$

$$y_b := \frac{1.2 \cdot (10 - 4.6) + 0.6 \cdot (4.6 - 4)}{10 - 4} = 1.14$$

$$C_{f_b} := y_b = 1.14 \quad \text{Coeficiente de fuerza neta, para el brazo.}$$

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$$L_1 := 2.5 \text{ m} \quad \text{Largo del tramo}$$

$$A_b := \Phi_b \cdot L_1 = 0.23 \text{ m}^2$$

La carga de viento de diseño, para el brazo está dada por:

$$F_b := q_z \cdot G \cdot C_{f_b} \cdot A_b = 299.81 \text{ N}$$

Tramo Equipo LED

Coefficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla 11. Carteles llenos.

$M := 0.81 \text{ m}$ mayor dimensión del cartel

$N := 0.135 \text{ m}$ menor dimensión del cartel

$\frac{M}{N} = 6$ por lo que, sobre el nivel del terreno: $Cf_{LED} := 1.2$ Coeficiente de fuerza neta, para el brazo.

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$L2_{LED} := 0.81 \text{ m}$ Largo del equipo

$h_{LED} := 0.135 \text{ m}$ Alto del equipo

$A_{LED} := h_{LED} \cdot L2_{LED} = 0.11 \text{ m}^2$

La carga de viento de diseño, para el equipo LED está dada por:

$F_{LED} := q_z \cdot G \cdot Cf_{LED} \cdot A_{LED} = 153.38 \text{ N}$

Cálculo de las distintas fuerzas que actúan en el panel solar fotovoltaico y el tablero estanco de mando- control.

Tramo Tablero Estanco de mando-control

Coefficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.2. Prisma con aristas vivas.

Forma de sección, cuadrada con cara de frente al viento:

$Cf_{Tab} := 2.2$ Coeficiente de fuerza neta, para el tablero.

Área proyectada normal al viento, para el tablero, se adopta las siguientes medidas:

$h_{Tab} := 0.80 \text{ m}$ Alto del tablero

$A_{Tab} := 0.40 \text{ m}$ Ancho del equipo

$A_{Tab} := h_{Tab} \cdot A_{Tab} = 0.32 \text{ m}^2$

La carga de viento de diseño, para el tablero estanco está dada por:

$F_{Tab} := q_z \cdot G \cdot Cf_{Tab} \cdot A_{Tab} = 822.87 \text{ N}$

Tramo Panel Solar F.V.

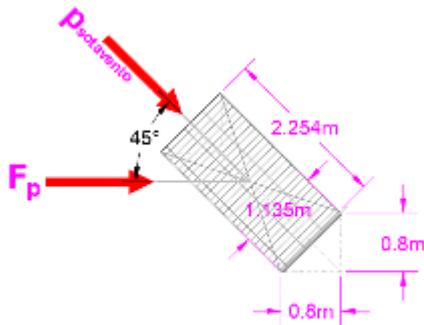
Se considera al panel solar fotovoltaico, como una cubierta aislada.

Del Anexo I-I.1 Tenemos que la Presión de diseño es: $p = q_h \cdot G \cdot C_{pm}$

$G = 0.85$ Factor de efecto de ráfaga ;

$\alpha := 45^\circ$ entonces $x_p := 1.135 \text{ m} \cdot \sin(\alpha) = 0.8 \text{ m}$

Si : $h_p := 1.135 \text{ m}$ $y_p := \sqrt{(h_p^2 - x_p^2)} = 0.8 \text{ m}$



El área del panel esta dada por:
 $A_p := 2.254 \text{ m} \cdot 1.135 \text{ m} = 2.56 \text{ m}^2$

Quedando definidos los valores como se pueden ver en la imagen del panel fotovoltaico, y la fuerza del viento sobre el panel inclinado.

Hacemos que: $q_h := q_z$

FUERZA DEL VIENTO SOBRE PANEL SOLAR F.V.

De Tabla I.1, buscamos el valor del coeficiente de presión neta C_{pn} , para cubiertas aisladas de vertiente única.

La Tabla solo menciona valores para un ángulo máximo de inclinación de cubierta de 30°, por lo que se obtienen los siguientes valores:

Para un Máximo ξ , tenemos: $C_{pn30.1} := 1.2$ Sotavento

Para un mínimo ξ , tenemos: $C_{pn30.2} := -1.8$ Barlovento

La Presión de Diseño para un ángulo de 30°, tanto para sotavento, como barlovento es la siguiente:

$$p_{30.1} := q_h \cdot G \cdot C_{pn30.1} = 1402.61 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{30.2} := q_h \cdot G \cdot C_{pn30.2} = -2103.92 \frac{N}{m^2}$$

Para llevar estos valores a 45°, como será instalado el panel fotovoltaico, interpolaremos los valores obtenidos en la tabla I.1.

$$y_{45.1} := \frac{1.2 \cdot (45 - 25) - 1 \cdot (45 - 30)}{30 - 25} = 1.8$$

$$y_{45.2} := \frac{-1.8 \cdot (45 - 25) - (-1.6) \cdot (45 - 30)}{30 - 25} = -2.4$$

Por lo tanto queda definido que:

$$C_{pn45.1} := 1.8$$

$$C_{pn45.2} := -2.4$$

La Presión de Diseño para nuestro ángulo de instalación de 45°, tanto para sotavento, como barlovento es la siguiente:

$$p_{45.1} := q_h \cdot G \cdot C_{pn45.1} = 2103.92 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{45.2} := q_h \cdot G \cdot C_{pn45.2} = -2805.22 \frac{N}{m^2}$$

La norma está orientada a una ecuación de riesgo que para este caso no aplica, pero se calcula para tener la peor situación.

La fuerza perpendicular al área del panel es la siguiente:

$$F_{perpend} := p_{45.1} \cdot A_p = 5382.43 \text{ N}$$

La Fuerza del viento sobre el panel inclinado a 45°, para la situación más desfavorable, a sotavento.

$$F_p := F_{perpend} \cdot \cos(45^\circ) = 3805.95 \text{ N}$$

2.7.2 CÁLCULO DE TENSIONES SOBRE LA COLUMNA

Hipótesis de carga

Viento lateral. Según el reglamento de cálculo CIRSOC 102 INTI- Viento. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las construcciones.

Definimos los valores de las variables para la columna, de la siguiente manera:

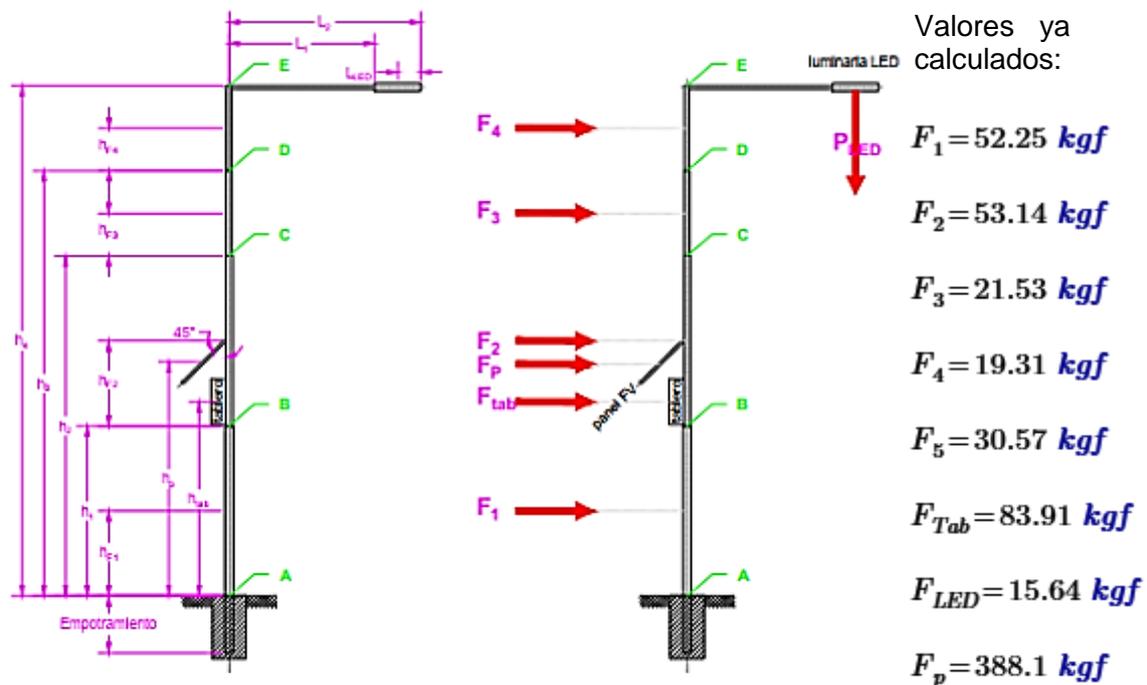


Imagen: Gráfico de la Columna Vista Frente. Fuente: elaboración propia

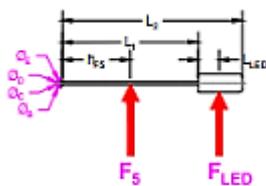


Gráfico de la Columna Vista Superior

Valores que se adoptaran para la columna de 9 m libres:

$$h_1 := 300 \text{ cm}$$

$$h_2 := 300 \text{ cm} + 300 \text{ cm} = 600 \text{ cm}$$

$$h_3 := 300 \text{ cm} + 300 \text{ cm} + 150 \text{ cm} = 750 \text{ cm}$$

$$h_4 := 300 \text{ cm} + 300 \text{ cm} + 150 \text{ cm} + 150 \text{ cm} = 900 \text{ cm}$$

$$h_p := 450 \text{ cm} \quad ; \quad h_{tab} := 400 \text{ cm} \quad ; \quad h_{f1} := \frac{h_1}{2} = 150 \text{ cm} \quad ; \quad h_{f2} := \frac{(300 \text{ cm})}{2} = 150 \text{ cm} ;$$

$$h_{f3} := \frac{(150 \text{ cm})}{2} = 75 \text{ cm} \quad ; \quad h_{f4} := \frac{(150 \text{ cm})}{2} = 75 \text{ cm}$$

$$P_{LED} := 10.70 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 104.97 \text{ N}; \quad L_1 = 250 \text{ cm} \quad ; \quad L_{LED} := \frac{(81 \text{ cm})}{2} = 40.5 \text{ cm}$$

$$P_{LED} := 10.7 \text{ kgf} \quad ; \quad P_5 := 18.93 \text{ kgf}$$

La reacción debido al peso en 5 (brazo), está calculada en las compresiones sobre la columna.

Momentos Flectores

En punto de cálculo A - subdividimos el momento en A para no hacer tan largo el cálculo.

$$F_{A1} := F_5 \cdot h_4 + F_4 \cdot (h_{f4} + h_3) + F_3 \cdot (h_{f3} + h_2) + F_2 \cdot (h_{f2} + h_1) + F_1 \cdot h_{f1}$$

$$F_{A2} := F_p \cdot h_p + F_{Tab} \cdot h_{tab} + F_{LED} \cdot h_4 + P_5 \cdot \frac{L_1}{2} + P_{LED} \cdot (L_1 + L_{LED})$$

$$Mf_A := F_{A1} + F_{A2}$$

$$Mf_A = 317483.05 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

En punto de cálculo B - subdividimos el momento en B para no hacer tan largo el cálculo.

$$F_{B1} := F_5 \cdot (h_4 - h_1) + F_4 \cdot (h_{f4} + h_3 - h_1) + F_3 \cdot (h_{f3} + h_2 - h_1) + F_2 \cdot (h_{f2})$$

$$F_{B2} := F_p \cdot (h_p - h_1) + F_{Tab} \cdot (h_{tab} - h_1) + F_{LED} \cdot (h_4 - h_1) + P_5 \cdot \frac{L_1}{2} + P_{LED} \cdot (L_1 + L_{LED})$$

$$Mf_B := F_{B1} + F_{B2}$$

$$Mf_B = 125987.27 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

En punto de cálculo C

$$Mf_C := F_5 \cdot (h_4 - h_2) + F_4 \cdot (h_{f4} + h_3 - h_2) + F_3 \cdot (h_{f3}) + F_{LED} \cdot (h_4 - h_2) + P_5 \cdot \frac{L_1}{2} + P_{LED} \cdot (L_1 + L_{LED})$$

$$Mf_C = 25297.02 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

En punto de cálculo D

$$Mf_D := F_5 \cdot (h_4 - h_3) + F_4 \cdot (h_{f4}) + F_{LED} \cdot (h_4 - h_3) + P_5 \cdot \frac{L_1}{2} + P_{LED} \cdot (L_1 + L_{LED})$$

$$Mf_D = 13854.53 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Momento Torsor

El mismo cálculo será constante para todo el tramo.

$$M\tau_{ABCD} := F_5 \cdot \left(\frac{L_1}{2} \right) + F_{LED} \cdot (L_1 + L_{LED})$$

$$M\tau_{ABCD} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

No fue considerado el momento torsor del panel FV, ni del tablero estanco, ya que se tuvieron en cuenta en la carga frontal para el momento flector, considerado más desfavorable.

Compresión sobre la columna

De Tabla CIRSOC - INTI para perfiles laminados y tubos estructurales, de los reglamentos 301 y 302, obtenemos los valores de P1 a P5 para sección circular.

Cálculo de P para el tramo A-B

Adoptando los siguientes valores:

$D_{AB} := 219.1 \text{ mm}$ Diámetro externo del tramo.

$h_{AB} = 3 \text{ m}$ Altura del tramo.

$t_{AB} := 6.35 \text{ mm}$ Espesor del caño circular.

De tabla obtenemos el valor más próximo para el peso por metro lineal, dado el diámetro externo del tramo y el espesor.

$$g_{AB} := 33.35 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

La presión P1 está dada por:

$$P_1 := g_{AB} \cdot h_{AB} = 100.05 \text{ kgf}$$

Cálculo de P para el tramo B-C

Adoptando los siguientes valores:

$D_{BC} := 168.3 \text{ mm}$ Diámetro externo del tramo.

$h_{BC} = 3 \text{ m}$ Altura del tramo.

$t_{BC} := 4.75 \text{ mm}$ Espesor del caño circular.

De tabla obtenemos el valor más próximo para el peso por metro lineal, dado el diámetro externo del tramo y el espesor.

$$g_{BC} := 19.16 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

La presión P2 está dada por:

$$P_2 := g_{BC} \cdot h_{BC} = 57.48 \text{ kgf}$$

Cálculo de P para el tramo C-D

Adoptando los siguientes valores:

$D_{CD} := 100 \text{ mm}$ Diámetro externo del tramo.

$h_{CD} = 1.5 \text{ m}$ Altura del tramo.

$t_{CD} := 3.6 \text{ mm}$ Espesor del caño circular.

De tabla obtenemos los valores más próximos para el diámetro externo del tramo, el espesor y el peso por metro lineal.

$$D_{CD1} := 88.9 \text{ mm} \quad ; \quad t_{CD1} := 4 \text{ mm} \quad ; \quad g_{CD1} := 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$
$$D_{CD2} := 101.6 \text{ mm} \quad ; \quad t_{CD2} := 4 \text{ mm} \quad ; \quad g_{CD2} := 9.63 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Interpolamos los valores obtenidos para encontrar el valor de P.

$$y_{P3} := \frac{88.9 \cdot (101.6 - 100) + 9.63 \cdot (100 - 88.9)}{101.6 - 88.9} = 19.62$$

$$g_{CD} := 19.62 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

La presión P3 está dada por:

$$P_3 := g_{CD} \cdot h_{CD} = 29.43 \text{ kgf}$$

Cálculo de P para el tramo D-E

Adoptando los siguientes valores:

$$D_{DE} := 90 \text{ mm} \quad \text{Diámetro externo del tramo.}$$
$$h_{DE} = 1.5 \text{ m} \quad \text{Altura del tramo.}$$
$$t_{DE} := 3.6 \text{ mm} \quad \text{Espesor del caño circular.}$$

De tabla obtenemos los valores más próximos para el diámetro externo del tramo, el espesor y el peso por metro lineal.

$$D_{DE1} := 88.9 \text{ mm} \quad ; \quad t_{DE1} := 3.2 \text{ mm} \quad ; \quad g_{DE1} := 6.76 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$
$$D_{DE2} := 88.9 \text{ mm} \quad ; \quad t_{DE2} := 4 \text{ mm} \quad ; \quad g_{CD2} := 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Interpolamos los valores obtenidos para encontrar el valor de P.

$$y_{P4} := \frac{6.76 \cdot (4 - 3.6) + 8.38 \cdot (3.6 - 3.2)}{4 - 3.2} = 7.57$$

$$g_{DE} := 7.57 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

La presión P4 está dada por:

$$P_4 := g_{DE} \cdot h_{DE} = 11.36 \text{ kgf}$$

Cálculo de P para el brazo

Adoptando los siguientes valores:

$D_b := 90 \text{ mm}$ Diámetro externo del tramo.
 $L_1 := 2.5 \text{ m}$ Largo del tramo.
 $t_b := 3.6 \text{ mm}$ Espesor del caño circular.

De tabla obtenemos los valores más próximos para el diámetro externo del tramo, el espesor y el peso por metro lineal.

$D_{b1} := 88.9 \text{ mm}$; $t_{b1} := 3.2 \text{ mm}$; $g_{b1} := 6.76 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
 $D_{b2} := 88.9 \text{ mm}$; $t_{b2} := 4 \text{ mm}$; $g_{b2} := 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

Interpolamos los valores obtenidos para encontrar el valor de P.

$$y_{P5} := \frac{6.76 \cdot (4 - 3.6) + 8.38 \cdot (3.6 - 3.2)}{4 - 3.2} = 7.57$$

$$g_b := 7.57 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

La presión P5 está dada por:

$$P_5 := g_b \cdot L_1 = 18.93 \text{ kgf}$$

La presión para el panel fotovoltaico, P_p esta dada por:

Se adopta el siguiente valor.

$$P_p := 29 \text{ kgf}$$

La presión para la luminaria LED, P_{LED} esta dada por:

Se adopta el siguiente valor.

$$P_{LED} := 10.7 \text{ kgf}$$

La presión para el Tablero estanco de mando-control, P_{Tab} está dada por:

Se adopta el siguiente valor, incluye componentes y gabinete metálico.

$$P_{Tab} := 70 \text{ kgf}$$

Cálculo del Área para el tramo A-B

Si: $D_{AB} = 21.91 \text{ cm}$; $t_{AB} = 0.64 \text{ cm}$;

$d_{AB} := D_{AB} - t_{AB} = 21.28 \text{ cm}$ Diámetro interno del tramo.

$$A_1 := \frac{(D_{AB}^2 - d_{AB}^2) \cdot \pi}{4} = 21.54 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Área para el tramo B-C

Si: $D_{BC} = 16.83 \text{ cm}$; $t_{BC} = 0.48 \text{ cm}$;

$d_{BC} := D_{BC} - t_{BC} = 16.36 \text{ cm}$ Diámetro interno del tramo.

$$A_2 := \frac{(D_{BC}^2 - d_{BC}^2) \cdot \pi}{4} = 12.38 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Área para el tramo C-D

$$\text{Si: } D_{CD} = 10 \text{ cm} \quad ; \quad t_{CD} = 0.36 \text{ cm}$$

$$d_{CD} := D_{CD} - t_{CD} = 9.64 \text{ cm} \quad \text{Diámetro interno del tramo.}$$

$$A_3 := \frac{(D_{CD}^2 - d_{CD}^2) \cdot \pi}{4} = 5.55 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Área para el tramo D-E

$$\text{Si: } D_{DE} = 9 \text{ cm} \quad ; \quad t_{DE} = 0.36 \text{ cm}$$

$$d_{DE} := D_{DE} - t_{DE} = 8.64 \text{ cm} \quad \text{Diámetro interno del tramo.}$$

$$A_4 := \frac{(D_{DE}^2 - d_{DE}^2) \cdot \pi}{4} = 4.99 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Área para el tramo brazo

$$\text{Si: } D_b = 9 \text{ cm} \quad ; \quad t_b = 0.36 \text{ cm}$$

$$d_b := D_b - t_b = 8.64 \text{ cm} \quad \text{Diámetro interno del tramo.}$$

$$A_5 := \frac{(D_b^2 - d_b^2) \cdot \pi}{4} = 4.99 \text{ cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión para el tramo A-B

$$C_1 := \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_p + P_{LED} + P_{Tab}}{A_1} = 15.18 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de la fuerza de compresión para el tramo B-C

$$C_2 := \frac{P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_p + P_{LED} + P_{Tab}}{A_2} = 18.33 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de la fuerza de compresión para el tramo C-D

$$C_3 := \frac{P_3 + P_4 + P_5 + P_{LED}}{A_3} = 12.68 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de la fuerza de compresión para el tramo D-E

$$C_4 := \frac{P_4 + P_5 + P_{LED}}{A_4} = 8.22 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

2.7.3 CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS DE LA COLUMNA

Para calcular la resistencia de la columna, se utilizará la Teoría de Esfuerzos Combinados.

Teorías de Rotura - Teoría del Esfuerzo Cortante Octaédrico. Faires ecuación 8.10

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{S}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{S_s}{S_{ys}}\right)^2}$$

Donde:

S= tensión

Ss= esfuerzo cortante

Sy= resistencia a la fluencia

Sys= resistencia a la fluencia cortante

De la Teoría del Esfuerzo Cortante Octaédrico, decimos que $Z' = 0,577 \cdot Z$

Z es el modulo resistente de la sección, y Z' es el modulo polar.

Adoptamos los siguientes valores:

$$\sigma_f := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Tensión límite de fluencia, para un acero SAE F24. } \therefore S_y := \sigma_f$$

$$N := 2 \quad \text{Coeficiente de seguridad.}$$

Resistencia en el Punto A de la columna - la base

$$S_A := M f_A = 317483.05 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$C_1 = 15.18 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{S_{ABCD}} := M_{\tau_{ABCD}} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{S_A}{Z} + C_1\right)^2 + \left(\frac{S_{S_{ABCD}}}{0.577 \cdot Z}\right)^2}$$

Dado que: $\frac{C_1}{S_y} = 0.0063$ Es despreciable, dado que no varía el resultado significativamente. Su resolución lleva a variables cuadráticas, luego de utilizar la propiedad distributiva. Por lo que se considera despreciable.

$$Z_A := N \cdot \sqrt{\left(\frac{S_A}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{S_{S_{ABCD}}}{0.577 \cdot S_y}\right)^2} = 264.84 \text{ cm}^3$$

De tabla INTI-CIRSOC se seleccionan los siguientes valores, para el modulo resultante de la sección circular de la sección, que fue calculada.

$$D_A := 219.1 \text{ mm} \quad \text{Diámetro exterior de la sección.}$$

$$t_A := 6.35 \text{ mm} \quad \text{Espesor de pared.}$$

$$d_A := D_A - t_A = 212.75 \text{ mm} \quad \text{Diámetro interior de la sección.}$$

$$\phi_A := 8 \text{ in} \quad \text{Diámetro comercial.}$$

Resistencia en el Punto B de la columna

$$S_B := Mf_B = 125987.27 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$C_2 = 18.33 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ss_{ABCD} := M\tau_{ABCD} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\frac{S_B}{Z} + C_2}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{Ss_{ABCD}}{0.577 \cdot Z}\right)^2}$$

Dado que: $\frac{C_2}{S_y} = 0.0076$ Es despreciable, dado que no varía el resultado significativamente. Su resolución lleva a variables cuadráticas, luego de utilizar la propiedad distributiva. Por lo que se considera despreciable.

$$Z_B := N \cdot \sqrt{\left(\frac{S_B}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{Ss_{ABCD}}{0.577 \cdot S_y}\right)^2} = 105.68 \text{ cm}^3$$

De tabla INTI-CIRSOC se seleccionan los siguientes valores, para el modulo resultante de la sección circular de la sección, que fue calculada.

$D_B := 168.3 \text{ mm}$ Diámetro exterior de la sección.

$t_B := 4.75 \text{ mm}$ Espesor de pared.

$d_B := D_B - t_B = 163.55 \text{ mm}$ Diámetro interior de la sección.

$\phi_B := 6 \text{ in}$ Diámetro comercial.

Resistencia en el Punto C de la columna

$$S_C := Mf_C = 25297.02 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$C_3 = 12.68 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ss_{ABCD} := M\tau_{ABCD} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\frac{S_C}{Z} + C_3}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{Ss_{ABCD}}{0.577 \cdot Z}\right)^2}$$

Dado que: $\frac{C_3}{S_y} = 0.0053$ Es despreciable, dado que no varía el resultado. Su resolución lleva a variables cuadráticas, luego de utilizar la propiedad distributiva. Por lo que se considera despreciable.

$$Z_C := N \cdot \sqrt{\left(\frac{S_C}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{S_{S_{ABCD}}}{0.577 \cdot S_y}\right)^2} = 24.3 \text{ cm}^3$$

De tabla INTI-CIRSOC se seleccionan los siguientes valores, para el modulo resultante de la sección circular de la sección, que fue calculada.

$D_C := 101.6 \text{ mm}$ Diámetro exterior de la sección.

$t_C := 3.2 \text{ mm}$ Espesor de pared.

$d_C := D_C - t_C = 98.4 \text{ mm}$ Diámetro interior de la sección.

$\phi_C := 3.5 \text{ in}$ Diámetro comercial.

Resistencia en el Punto D de la columna - la cima

$$S_D := Mf_D = 13854.53 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$C_4 = 8.22 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{S_{ABCD}} := M_{\tau_{ABCD}} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\frac{S_D}{Z} + C_4}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{S_{S_{ABCD}}}{0.577 \cdot Z}\right)^2}$$

Dado que: $\frac{C_4}{S_y} = 0.0034$ Es despreciable, dado que no varía el resultado significativamente. Su resolución lleva a variables cuadráticas, luego de utilizar la propiedad distributiva. Por lo que se considera despreciable.

$$Z_D := N \cdot \sqrt{\left(\frac{S_D}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{S_{S_{ABCD}}}{0.577 \cdot S_y}\right)^2} = 16.71 \text{ cm}^3$$

De tabla INTI-CIRSOC se seleccionan los siguientes valores, para el modulo resultante de la sección circular de la sección, que fue calculada.

$D_D := 88.9 \text{ mm}$ Diámetro exterior de la sección.

$t_D := 2.5 \text{ mm}$ Espesor de pared.

$d_D := D_D - t_D = 86.4 \text{ mm}$ Diámetro interior de la sección.

$\phi_D := 3 \text{ in}$ Diámetro comercial.

Los mismos valores hallados para la sección en D, serán para el brazo.

2.7.4 CÁLCULO DE FUNDACIONES - METODO SULZBERGER

Datos de la columna:

Columna: Acero

Tipo de fundación: Prismática de base cuadrada

Altura Total: $H := 10 \text{ m}$

Altura libre: $h := 9 \text{ m}$

Brazo: $L_{\text{brazo}} := 2.5 \text{ m}$

Empotramiento: $Empotr := 1 \text{ m}$

Diámetro de la base: $D_B := 0.2191 \text{ m}$

Peso de la columna y accesorios:

$P_{LED} := 10.7 \text{ kgf}$ Peso equipo LED

$P_{\text{brazo}} := 18.93 \text{ kgf}$ Peso del brazo

$P_{\text{panel}} := 29 \text{ kgf}$ Peso del panel fotovoltaico

$P_{\text{Tab}} := 70 \text{ kgf}$ Peso del tablero estanco de mando y control

Columna de Acero 4 tramos.

$P_1 := 100.05 \text{ kgf}$ Tramo A-B

$P_2 := 57.48 \text{ kgf}$ Tramo B-C

$P_3 := 29.43 \text{ kgf}$ Tramo C-D

$P_4 := 11.36 \text{ kgf}$ Tramo D-E

Peso total de la columna: $P_T := P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 198.32 \text{ kgf}$

Peso Total columnas y

$PesoS := P_{LED} + P_{\text{brazo}} + P_{\text{panel}} + P_{\text{Tab}} + P_T = 326.95 \text{ kgf}$

Tipo de suelo:

$C_f := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3} = 3000000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Coeficiente de compresibilidad de fondo - Suelo compacto.

$C_l := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3} = 3000000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Coeficiente de compresibilidad lateral - Suelo compacto.

$\beta := 5^\circ$ Angulo de la tierra gravante.

$PeH := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Peso específico del hormigón armado.

$PeTierra := 1700 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Peso específico de la tierra gravante.

Verificación Inicial:

Se adoptan los siguientes valores para la base de hormigón armado:

$a := 0.90 \text{ m} = 90 \text{ cm}$

$t := 1.80 \text{ m} = 180 \text{ cm}$

Diámetro del agujero: $D_{\text{agujero}} := D_B + 0.15 \text{ m} = 0.37 \text{ m}$

Volumen del poste empotrado: $V_P := \pi \cdot \left(\frac{D_B^2}{4}\right) \cdot Empotr = 0.04 \text{ m}^3$

Volumen de la fundación: $V_F := (a^2 \cdot t) - V_P = 1.42 \text{ m}^3$



Peso de la fundación: $G_F := V_F \cdot \rho_e H = 3408.71 \text{ kgf}$

Volumen de la tierra gravante:

$$V_{tg} := \frac{t}{3} \cdot \left(\left(a^2 + (a + 2 \cdot t \cdot \tan(\beta))^2 \right) + \sqrt{a^2 (a + 2 \cdot t \cdot \tan(\beta))^2} \right) - t \cdot a^2 = 0.57 \text{ m}^3$$

Peso de la tierra gravante: $G_{tg} := V_{tg} \cdot \rho_{Tierra} = 968.58 \text{ kgf}$

Peso Total: $G := G_F + G_{tg} + \text{PesoS} = 4704.24 \text{ kgf}$

Esfuerzo en la cima de la columna:

Valores ya calculados, en el cálculo de las fuerzas del viento sobre la columna de iluminación para columna de acero.

$$F_1 := 52.25 \text{ kgf} \quad ; \quad F_2 := 53.14 \text{ kgf} \quad ; \quad F_3 := 21.53 \text{ kgf} \quad ; \quad F_4 := 19.31 \text{ kgf} \quad ;$$

$$F_5 := 30.57 \text{ kgf} \quad ; \quad F_{Tab} := 83.91 \text{ kgf} \quad ; \quad F_p := 388.1 \text{ kgf} \quad ; \quad F_{LED} := 15.64 \text{ kgf}$$

$$F_{VC} := F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_{Tab} + F_p + F_{LED} = 664.45 \text{ kgf}$$

Momento de encastramiento (M_S):

$\mu := 0.5$ Coeficiente de la fricción entre el terreno y hormigón - tipo escabroso.

$$\tan(\alpha_1) := \frac{(6 \cdot \mu \cdot G)}{(a \cdot t^2 \cdot C_l)} = 0.00161 < 0.01 \quad \therefore \quad \tan(\alpha) := 0.01$$

$$M_S := \frac{a \cdot t^3}{36} \cdot C_l \cdot \tan(\alpha) = 4374 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_S = 437400 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Momento de fondo (M_b):

$$\tan(\alpha_2) := \frac{(2 \cdot G)}{(a^3 \cdot C_f)} = 0.0043 < 0.01 \quad \therefore \quad \tan(\alpha) := 0.01$$

$$M_b := G \cdot \left(\frac{a}{2} - 0.47 \cdot \sqrt{\frac{G}{a \cdot C_f \cdot \tan(\alpha)}} \right) = 1194.02 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_b = 119401.81 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Factor "s"

$$\frac{M_S}{M_b} = 3.66 \quad \therefore \quad s := 1$$

Momento flector (M):

$$M := F_{VC} \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t \right) = 6777.39 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Verificación:

$$M_S + M_b = 5568.02 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$s \cdot M = 6777.39 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_S + M_b > s \cdot M \quad \text{Verifica.}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } \text{CoefSeg} := \frac{M_S + M_b}{s \cdot M} = 0.82$$

Conclusión:

Se adopta una fundación con un bloque de hormigón de las siguientes dimensiones.

Dimensión de la base:

$$a = 0.9 \text{ m}$$

$$t = 1.8 \text{ m}$$

Volumen de Hormigón total:

$$V_F = 1.42 \text{ m}^3$$

Verificación del hundimiento

$$\text{Adopto: } \sigma_{adm} := 0.8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Presión admisible - suelo compacto.}$$

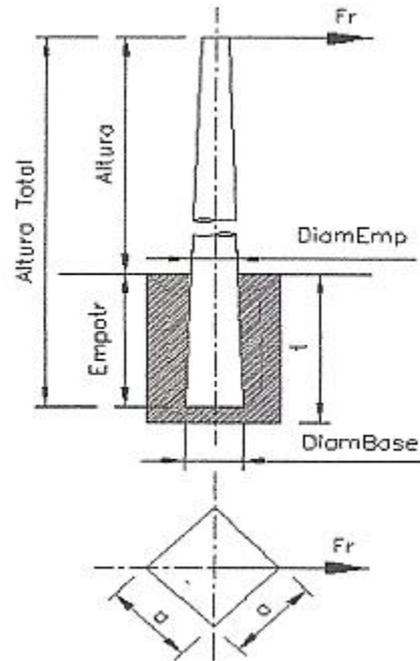
$$A_b := a \cdot a = 8100 \text{ cm}^2$$

$$\text{Peso } S = 326.95 \text{ kgf} \quad \text{Peso total del poste}$$

$$G_P := \text{Peso } S$$

$$G_F = 3408.71 \text{ kgf} \quad \text{Peso de la fundación}$$

$$\sigma := \frac{G_P + G_F}{A_b} = 0.461 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \therefore \sigma \leq \sigma_{adm} \quad \text{Verifica al hundimiento.}$$



2.8 ESTUDIO TÉCNICO: DISEÑO Y CÁLCULO DE LA COLUMNA DE ILUMINACION EN PRFV

Característica estándar: Columna 10 m totales, 9 m libres, con brazo de 2,5 m.
Empotrada en la base, 10% de la altura total de la columna.

Resumen: El PRFV ó plástico reforzado con fibra de vidrio, es un material compuesto, formado por una matriz de plástico o resina que se combina con fibras de vidrio para obtener un producto con mejores propiedades mecánicas.

2.8.1 CÁLCULO DE LAS FUERZAS DEL VIENTO

Para realizar el cálculo del viento sobre la columna tipo tronco cónica, se utilizó el reglamento de cálculo CIRSOC 102 INTI- Viento. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las construcciones.

Se calculan los siguientes valores que son comunes para toda la columna.
Factor de direccional del viento, K_d . Utilizando tabla 6 para carteles llenos.

$$K_d := 0.85$$

Coeficiente de exposición, K_z . Para exposición C de tabla 4 y 5, eh interpolando los valores obtenidos, para $5 m \leq 9 m \leq 274 m$.

$$K_z := 0.976$$

Factor topográfico, K_{zt} .

$$K_{zt} := 1$$

Velocidad básica del viento, V . se utiliza la Tabla Figura 1B.

$$V := 52 \frac{m}{s}$$

Factor de importancia, I . Apéndice A, tabla 1, para categoría II.

$$I := 1$$

Para toda la estructura el valor de la Presión dinámica será igual a:

$$q_z := 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I$$

$$q_z := 1375.11 \frac{N}{m^2}$$

Factor de efecto de ráfaga, G . Se recomienda para estructuras rígidas 0,85.

$$G := 0.85$$

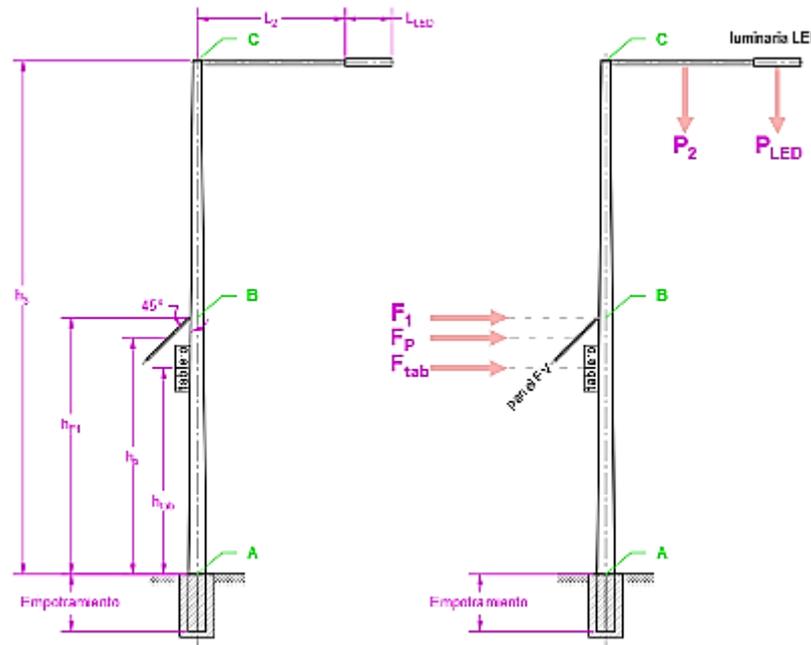


Imagen: Grafico de la Columna Vista Frente. Fuente: elaboración propia

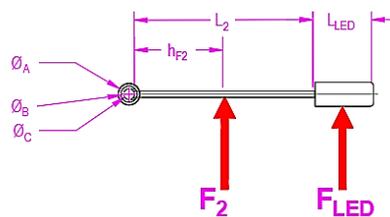


Imagen: Grafico de la Columna Vista Superior. Fuente: elaboración propia

Cálculo de las distintas fuerzas que actúan en la columna de iluminación.

Tomando en consideración la figura columna vista frente, la misma tiene una forma tronco cónica, con distintos diámetros, por lo que será necesario encontrar la fuerza del viento actuante para los puntos más críticos marcado.

Tramo A-C

Coefficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II-8.

Para formas redondeadas, con superficie rugosa o con salientes

$Cf_T := 1.2$ Coeficiente de fuerza neta, para el tramo A

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

Adoptamos un diámetro exterior para la base = $\Phi_A := 0.300 \text{ m}$

Adoptamos un diámetro exterior para la cima = $\Phi_C := 0.150 \text{ m}$

$h_3 := 9 \text{ m}$ Altura del tramo.

$A_T := \frac{(\Phi_A + \Phi_C) \cdot h_3}{2} = 2.03 \text{ m}^2$ Área proyectada normal al viento.

La carga de viento de diseño, para el tramo está dada por:

$$F_1 := q_z \cdot G \cdot C_{fT} \cdot A_T = 2840.29 \text{ N}$$

Tramo Brazo

Coeficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.1- Anexo II-8.

Adoptamos un diámetro para la sección del brazo= $\Phi_b := 0.09 \text{ m}$

por lo que será igual a $b_b := 0.09 \text{ m}$

De Anexo II-7 obtenemos, la velocidad Vz, a la altura z.

$Z_b := 9 \text{ m}$ La altura del baricentro del área

$V := 52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Velocidad básica del viento

$\hat{\alpha}$ la inversa del exponente α para la ley potencial de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 4

$$\alpha := 9.5$$

$$\hat{\alpha} := \frac{1}{\alpha} = 0.11$$

$$V_{z_b} := \left(\frac{Z_b}{10} \right)^{\hat{\alpha}} \cdot V \quad \therefore \quad V_{z_b} := 51.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De Tabla II.1- Anexo II, procedemos a calcular el Coeficiente de fuerza neta, para superficie lisa.

$b_b \cdot V_{z_b} = 4.63 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$; Si: $4.6 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} > 4 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ por lo tanto el coeficiente será el valor interpolado de la Tabla II.1.

$$y_b := \frac{1.2 \cdot (10 - 4.6) + 0.6 \cdot (4.6 - 4)}{10 - 4} = 1.14$$

$C_{f_b} := y_b = 1.14$ Coeficiente de fuerza neta, para el brazo.

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$L_2 := 2.5 \text{ m}$ Largo del tramo

$A_b := \Phi_b \cdot L_2 = 0.23 \text{ m}^2$

La carga de viento de diseño, para el brazo está dada por:

$$F_2 := q_z \cdot G \cdot C_{f_b} \cdot A_b = 299.81 \text{ N}$$

Tramo Equipo LED

Coeficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla 11. Carteles llenos.

$M := 0.81 \text{ m}$ mayor dimensión del cartel

$N := 0.135 \text{ m}$ menor dimensión del cartel

$\frac{M}{N} = 6$ por lo que, sobre el nivel del terreno: $C_{f_{LED}} := 1.2$ Coeficiente de fuerza neta, para el brazo.

Área proyectada normal al viento, para el tramo, está dada por:

$L_{2_{LED}} := 0.81 \text{ m}$ Largo del equipo

$h_{LED} := 0.135 \text{ m}$ Alto del equipo

$$A_{LED} := h_{LED} \cdot L2_{LED} = 0.11 \text{ m}^2$$

La carga de viento de diseño, para el equipo LED está dada por:

$$F_{LED} := q_z \cdot G \cdot C_{f_{LED}} \cdot A_{LED} = 153.38 \text{ N}$$

Tramo Tablero Estanco de mando-control

Coficiente de fuerza neta, Cf. Según Tabla II.2. Prisma con aristas vivas.

Forma de sección, cuadrada con cara de frente al viento:

$$C_{f_{Tab}} := 2.2 \quad \text{Coficiente de fuerza neta, para el tablero.}$$

Área proyectada normal al viento, para el tablero, se adopta las siguientes medidas:

$$h_{Tab} := 0.80 \text{ m} \quad \text{Alto del tablero}$$

$$A_{Tab} := 0.40 \text{ m} \quad \text{Ancho del equipo}$$

$$A_{Tab} := h_{Tab} \cdot A_{Tab} = 0.32 \text{ m}^2$$

La carga de viento de diseño, para el tablero estanco está dada por:

$$F_{Tab} := q_z \cdot G \cdot C_{f_{Tab}} \cdot A_{Tab} = 822.87 \text{ N}$$

Tramo Panel Solar F.V.

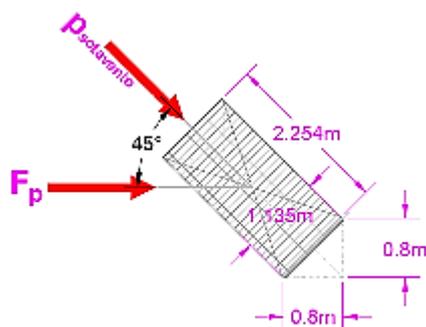
Se considera al panel solar fotovoltaico, como una cubierta aislada.

Del Anexo I-I.1 Tenemos que la Presión de diseño es: $p = q_h \cdot G \cdot C_{pm}$

$G = 0.85$ Factor de efecto de ráfaga ;

$$\alpha := 45^\circ \quad \text{entonces} \quad x_p := 1.135 \text{ m} \cdot \sin(\alpha) = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{Si:} \quad h_p := 1.135 \text{ m} \quad y_p := \sqrt{(h_p^2 - x_p^2)} = 0.8 \text{ m}$$



El área del panel está dada por:

$$A_p := 2.254 \text{ m} \cdot 1.135 \text{ m} = 2.56 \text{ m}^2$$

Quedando definidos los valores como se pueden ver en la imagen del panel fotovoltaico, y la fuerza del viento sobre el panel inclinado.

$$\text{Hacemos que:} \quad q_h := q_z$$

FUERZA DEL VIENTO SOBRE PANEL SOLAR F.V.

De Tabla I.1, buscamos el valor del coeficiente de presión neta Cpn, para cubiertas aisladas de vertiente única.

La Tabla solo menciona valores para un ángulo máximo de inclinación de cubierta de 30°, por lo que se obtienen los siguientes valores:

Para un Máximo ξ , tenemos: $C_{pn30.1} := 1.2$ Sotavento
 Para un mínimo ξ , tenemos: $C_{pn30.2} := -1.8$ Barlovento

La Presión de Diseño para un ángulo de 30° , tanto para sotavento, como barlovento es la siguiente:

$$p_{30.1} := q_h \cdot G \cdot C_{pn30.1} = 1402.61 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{30.2} := q_h \cdot G \cdot C_{pn30.2} = -2103.92 \frac{N}{m^2}$$

Para llevar estos valores a 45° , como será instalado el panel fotovoltaico, interpolaremos los valores obtenidos en la tabla I.1.

$$y_{45.1} := \frac{1.2 \cdot (45 - 25) - 1 \cdot (45 - 30)}{30 - 25} = 1.8$$

$$y_{45.2} := \frac{-1.8 \cdot (45 - 25) - (-1.6) \cdot (45 - 30)}{30 - 25} = -2.4$$

Por lo tanto queda definido que:

$$C_{pn45.1} := 1.8$$

$$C_{pn45.2} := -2.4$$

La Presión de Diseño para nuestro ángulo de instalación de 45° , tanto para sotavento, como barlovento es la siguiente:

$$p_{45.1} := q_h \cdot G \cdot C_{pn45.1} = 2103.92 \frac{N}{m^2}$$

$$p_{45.2} := q_h \cdot G \cdot C_{pn45.2} = -2805.22 \frac{N}{m^2}$$

La norma está orientada a una ecuación de riesgo que para este caso no aplica, pero se calcula para tener la peor situación.

La fuerza perpendicular al área del panel es la siguiente:

$$F_{perpend} := p_{45.1} \cdot A_p = 5382.43 N$$

La Fuerza del viento sobre el panel inclinado a 45° , para la situación más desfavorable, a sotavento.

$$F_p := F_{perpend} \cdot \cos(45^\circ) = 3805.95 N$$

Aclaración: Las fuerzas del viento sobre el panel, tablero de control-mando y equipo LED, son las mismas que se calculó en el cálculo de la columna de acero, dado que los componentes son iguales.-

2.8.2 CÁLCULO DE TENSIONES SOBRE LA COLUMNA

Hipótesis de carga

Viento lateral. Según el reglamento de cálculo CIRSOC 102 INTI- Viento. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las construcciones.

Definimos los valores de las variables para la columna, de la siguiente manera:

Valores ya calculados:

$$F_1 = 289.63 \text{ kgf}$$

$$F_2 = 30.57 \text{ kgf}$$

$$F_{LED} = 15.64 \text{ kgf}$$

$$F_{Tab} = 83.91 \text{ kgf}$$

$$F_p = 388.1 \text{ kgf}$$

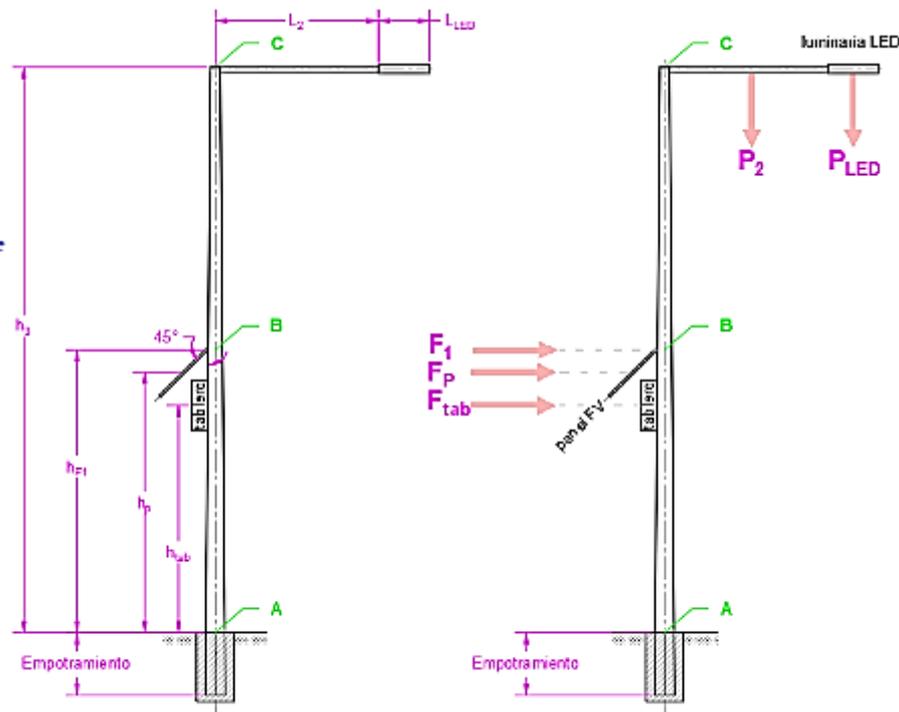


Imagen: Grafico de la Columna Vista Frente. Fuente: elaboración propia

Valores que se adoptaran para la columna de 9 m libres:

$$h_3 := 900 \text{ cm}$$

$$h_{f1} := \frac{h_3}{2} = 450 \text{ cm}$$

$$h_p := 450 \text{ cm}$$

$$h_{tab} := 400 \text{ cm}$$

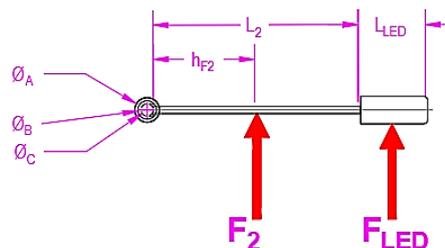


Imagen: Grafico de la Columna Vista Superior. Fuente: elaboración propia

$$P_{LED} := 10.70 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 104.97 \text{ N} \quad ; \quad L_2 = 250 \text{ cm} \quad ; \quad L_{LED} := 81 \text{ cm}$$

$$P_{LED} := 10.7 \text{ kgf} \quad ; \quad P_2 := 18.93 \text{ kgf}$$

La reacción debido al peso en 2 (brazo), está calculada en las compresiones sobre la columna.

Momentos Flectores

En punto de cálculo A

$$Mf_A := F_1 \cdot h_{f1} + F_2 \cdot h_3 + F_p \cdot h_p + F_{Tab} \cdot h_{tab} + F_{LED} \cdot h_3 + P_2 \cdot \frac{L_2}{2} + P_{LED} \cdot \left(L_2 + \frac{L_{LED}}{2} \right)$$

$$Mf_A = 385606.66 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

En punto de cálculo C

$$Mf_C := P_2 \cdot \frac{L_2}{2} + P_{LED} \cdot \left(L_2 + \frac{L_{LED}}{2} \right)$$

$$Mf_C = 5474.6 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Momento Torsor

El mismo cálculo será constante para todo el tramo.

$$M_{\tau AC} := F_2 \cdot \left(\frac{L_2}{2} \right) + F_{LED} \cdot \left(L_2 + \frac{L_{LED}}{2} \right)$$

$$M_{\tau AC} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

No fue considerado el momento torsor del panel FV, ni del tablero estanco, ya que se tuvieron en cuenta en la carga frontal para el momento flector, considerado más desfavorable.

Compresión sobre la columna tronco cónica

De Tabla CIRSOC - INTI para perfiles laminados y tubos estructurales, de los reglamentos 301 y 302, obtenemos los valores de P para sección circular.

Cálculo de P para el punto A y C

Adoptando los siguientes valores:

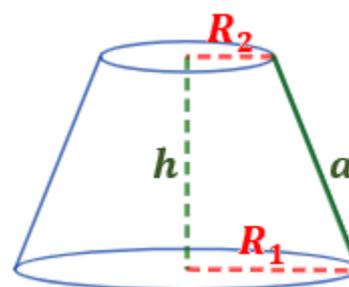
$$R_1 := \frac{30}{2} \text{ cm} = 15 \text{ cm} \quad \text{Radio externo de la base.}$$

$$R_2 := \frac{15}{2} \text{ cm} = 7.5 \text{ cm} \quad \text{Radio externo de la cima.}$$

$$h_3 = 900 \text{ cm} \quad \text{Altura del tramo.}$$

$$r_1 := \frac{29}{2} \text{ cm} = 14.5 \text{ cm} \quad \text{Radio interno de la base.}$$

$$r_2 := \frac{14}{2} \text{ cm} = 7 \text{ cm} \quad \text{Radio interno de la cima.}$$



Volumen externo para una sección tronco cónica.

$$V_{ext\ col} := \frac{h_3 \cdot \pi}{3} \cdot (R_1^2 + R_2^2 + R_1 \cdot R_2) = 371100.63 \text{ cm}^3$$

Volumen interno para una sección tronco cónica.

$$V_{int_{col}} := \frac{h_3 \cdot \pi}{3} \cdot (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \cdot r_2) = 339998.86 \text{ cm}^3$$

Volumen columna, está dado por:

$$V_{col} := V_{ext_{col}} - V_{int_{col}} = 31101.77 \text{ cm}^3$$

Densidad material PRFV ó plástico reforzado con fibra de vidrio, el mismo va desde 1.8 a 2 gr/cm^3 . Adoptamos el siguiente valor:

$$\delta_{PRFV} := 1.9 \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3} = 0.0019 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

La presión Pcol esta dada por:

$$P_{col} := V_{col} \cdot \delta_{PRFV} = 59.09 \text{ kg} \quad \therefore \quad P_{col} := p_{col} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 59.11 \text{ kgf}$$

Cálculo de P para el brazo

Adoptando los siguientes valores:

$$\begin{aligned} D_b &:= 90 \text{ mm} && \text{Diámetro externo del tramo.} \\ L_2 &:= 2.5 \text{ m} && \text{Largo del tramo.} \\ t_b &:= 3.6 \text{ mm} && \text{Espesor del caño circular.} \end{aligned}$$

De tabla obtenemos los valores más próximos para el diámetro externo del tramo, el espesor y el peso por metro lineal.

$$\begin{aligned} D_{b1} &:= 88.9 \text{ mm} & ; & \quad t_{b1} := 3.2 \text{ mm} & ; & \quad g_{b1} := 6.76 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \\ D_{b2} &:= 88.9 \text{ mm} & ; & \quad t_{b2} := 4 \text{ mm} & ; & \quad g_{b2} := 8.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Interpolamos los valores obtenidos para encontrar el valor de P.

$$y_{P_2} := \frac{6.76 \cdot (4 - 3.6) + 8.38 \cdot (3.6 - 3.2)}{4 - 3.2} = 7.57$$

$$g_b := 7.57 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

La presión P2 esta dada por:

$$P_2 := g_b \cdot L_2 = 18.93 \text{ kgf}$$

La presión para el panel fotovoltaico, P_p esta dada por:

Se adopta el siguiente valor.

$$P_p := 29 \text{ kgf}$$

La presión para la luminaria LED, P_{LED} esta dada por:

Se adopta el siguiente valor.

$$P_{LED} := 10.7 \text{ kgf}$$

La presión para el Tablero estanco de mando-control, P_{Tab} está dada por:
Se adopta el siguiente valor, incluye componentes y gabinete metálico.

$$P_{Tab} := 70 \text{ kgf}$$

Cálculo del Área para el punto A

Si: $D_A := 30 \text{ cm}$ Diámetro externo.
 $t_A := 1.5 \text{ cm}$ Espesor de pared adoptado.

$$d_A := D_A - t_A = 28.5 \text{ cm} \quad \text{Diámetro interno.}$$

$$A_1 := \frac{(D_A^2 - d_A^2) \cdot \pi}{4} = 68.92 \text{ cm}^2$$

Cálculo del Área para el punto C

Si: $D_C := 15 \text{ cm}$ Diámetro externo.
 $t_C := 1.5 \text{ cm}$ Espesor de pared adoptado.

$$d_C := D_C - t_C = 13.5 \text{ cm} \quad \text{Diámetro interno.}$$

$$A_2 := \frac{(D_C^2 - d_C^2) \cdot \pi}{4} = 33.58 \text{ cm}^2$$

Cálculo de la fuerza de compresión para el tramo A

$$C_A := \frac{P_{col} + P_2 + P_p + P_{LED} + P_{Tab}}{A_1} = 2.72 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de la fuerza de compresión para el tramo C

$$C_C := \frac{P_2 + P_{LED}}{A_2} = 0.88 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

2.8.3 CÁLCULO DE LAS RESISTENCIAS DE LA COLUMNA

Para calcular la resistencia de la columna, se utilizará la Teoría de Esfuerzos Combinados.

Teorías de Rotura - Teoría del Esfuerzo Cortante Octaédrico. Faires ecuación 8.10

$$\frac{1}{N} = \left(\left(\frac{S}{S_y} \right)^2 + \left(\frac{S_s}{S_{ys}} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

S= tensión

Ss= esfuerzo cortante

Sy= resistencia a la fluencia

Sys= resistencia a la fluencia cortante

De la Teoría del Esfuerzo Cortante Octaédrico, decimos que $Z' = 0,577 \cdot Z$
Z es el modulo resistente de la sección, y Z' es el modulo polar.

Adoptamos los siguientes valores:

Resistencia a la flexión, para una columna de PRFV, bobinada longitudinalmente los valores de ensayo van desde 240 a 170MPa, mientras que para bobinado en dirección transversal, los valores oscilan entre 70 a 10MPa. Dado que la columna será bobinada a 45° para soportar ambas cargas, tanto transversales como longitudinales, se tomara para dicho cálculo, el valor medio entre el máximo longitudinal y el mínimo transversal.

$$\sigma_R := 125 \text{ MPa} \quad \therefore \quad \sigma_R = 1274.65 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \therefore \quad S_y := \sigma_R$$

$N := 2$ Coeficiente de seguridad.

Resistencia en el Punto A de la columna - la base

$$S_A := Mf_A = 385606.66 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$C_A = 2.72 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ss_{AC} := M\tau_{AC} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\frac{S_A}{Z} + C_A}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{Ss_{AC}}{0.577 \cdot Z}\right)^2}$$

Dado que: $\frac{C_A}{S_y} = 0.0021$ Es despreciable, dado que no varía el resultado significativamente. Su resolución lleva a variables cuadráticas, luego de utilizar la propiedad distributiva. Por lo que se considera despreciable, para facilitar el cálculo.

$$Z_A := N \cdot \sqrt{\left(\frac{S_A}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{Ss_{AC}}{0.577 \cdot S_y}\right)^2} = 605.47 \text{ cm}^3$$

De tabla INTI-CIRSOC se seleccionan los siguientes valores, para el modulo resultante de la sección circular de la sección, que fue calculada.

$D_A := 273 \text{ mm}$ Diámetro exterior de la sección.

$t_A := 9.53 \text{ mm}$ Espesor de pared.

$d_A := D_A - t_A = 263.47 \text{ mm}$ Diámetro interior de la sección.

Resistencia en el Punto C de la columna - la cima

$$S_C := Mf_C = 5474.6 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$C_C = 0.88 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Ss_{AC} := M\tau_{AC} = 8364.9 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{S_C}{Z} + C_C\right)^2 + \left(\frac{Ss_{AC}}{0.577 \cdot Z}\right)^2}$$

Dado que: $\frac{C_C}{S_y} = 0.0007$ Es despreciable, dado que no varía el resultado. Su resolución lleva a variables cuadráticas, luego de utilizar la propiedad distributiva. Por lo que se considera despreciable.

$$Z_C := N \cdot \sqrt{\left(\frac{S_C}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{Ss_{AC}}{0.577 \cdot S_y}\right)^2} = 24.31 \text{ cm}^3$$

De tabla INTI-CIRSOC se seleccionan los siguientes valores, para el modulo resultante de la sección circular de la sección, que fue calculada.

$D_C := 150 \text{ mm}$ Diámetro exterior de la sección.

$t_C := 9.53 \text{ mm}$ Espesor de pared.

$d_C := D_C - t_C = 140.47 \text{ mm}$ Diámetro interior de la sección.

2.8.4 METODO SULZBERGER PARA CÁLCULO DE FUNDACION

Datos de la columna:

Columna: PRFV - Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio.

Tipo de fundación: Prismática de base cuadrada.

Altura Total: $H := 10 \text{ m}$
 Altura libre: $h := 9 \text{ m}$
 Brazo: $L_{\text{brazo}} := 2.5 \text{ m}$
 Empotramiento: $Empotr := 1 \text{ m}$
 Diámetro de la base: $D_B := 0.273 \text{ m}$

Peso de la columna y accesorios:

$P_{LED} := 10.7 \text{ kgf}$ Peso equipo LED
 $P_{\text{brazo}} := 18.93 \text{ kgf}$ Peso del brazo
 $P_{\text{panel}} := 29 \text{ kgf}$ Peso del panel fotovoltaico
 $P_{\text{Tab}} := 70 \text{ kgf}$ Peso del tablero estanco de mando y control
 Columna de Acero 4 tramos.
 $P_{\text{col}} := 59.11 \text{ kgf}$ Tramo A-C

Peso total de la columna: $P_T := P_{\text{col}} = 59.11 \text{ kgf}$

Peso Total columnas y

$PesoS := P_{LED} + P_{\text{brazo}} + P_{\text{panel}} + P_{\text{Tab}} + P_T = 187.74 \text{ kgf}$

Tipo de suelo:

$C_f := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3} = 3000000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Coeficiente de compresibilidad de fondo - Suelo compacto.

$C_l := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3} = 3000000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Coeficiente de compresibilidad lateral - Suelo compacto.

$\beta := 5^\circ$ Angulo de la tierra gravante.

$PeH := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Peso especifico del hormigón armado.

$PeTierra := 1700 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ Peso especifico de la tierra gravante.

Verificación Inicial:

Se adoptan los siguientes valores para la base de hormigón armado:

$a := 0.60 \text{ m} = 60 \text{ cm}$

$t := 1.10 \text{ m} = 110 \text{ cm}$

Diámetro del agujero: $D_{\text{agujero}} := D_B + 0.15 \text{ m} = 0.42 \text{ m}$

Volumen del poste empotrado: $V_P := \pi \cdot \left(\frac{D_B^2}{4}\right) \cdot Empotr = 0.06 \text{ m}^3$

Volumen de la fundación: $V_F := (a^2 \cdot t) - V_P = 0.34 \text{ m}^3$



Peso de la fundación: $G_F := V_F \cdot PeH = 809.92 \text{ kgf}$

Volumen de la tierra gravante:

$$V_{tg} := \frac{t}{3} \cdot \left(\left(a^2 + (a + 2 \cdot t \cdot \tan(\beta))^2 \right) + \sqrt{a^2 (a + 2 \cdot t \cdot \tan(\beta))^2} \right) - t \cdot a^2 = 0.14 \text{ m}^3$$

Peso de la tierra gravante: $G_{tg} := V_{tg} \cdot PeTierra = 239.05 \text{ kgf}$

Peso Total: $G := G_F + G_{tg} + PesoS = 1236.71 \text{ kgf}$

Esfuerzo en la cima de la columna:

Valores ya calculados, en el cálculo de las fuerzas del viento sobre la columna de iluminación para columna de PRFV.

$$F_1 := 289.63 \text{ kgf} \quad ; \quad F_2 := 30.57 \text{ kgf} \quad ;$$

$$F_{Tab} := 83.91 \text{ kgf} \quad ; \quad F_p := 388.1 \text{ kgf} \quad ; \quad F_{LED} := 15.64 \text{ kgf}$$

$$F_{VC} := F_1 + F_2 + F_{Tab} + F_p + F_{LED} = 807.85 \text{ kgf}$$

Momento de encastramiento (M_S):

$\mu := 0.5$ Coeficiente de la fricción entre el terreno y hormigón - tipo escabroso.

$$\tan(\alpha_1) := \frac{(6 \cdot \mu \cdot G)}{(a \cdot t^2 \cdot C_l)} = 0.0017 < 0.01 \quad \therefore \quad \tan(\alpha) := 0.01$$

$$M_S := \frac{a \cdot t^3}{36} \cdot C_l \cdot \tan(\alpha) = 665.5 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_S = 66550 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Momento de fondo (M_b):

$$\tan(\alpha_2) := \frac{(2 \cdot G)}{(a^3 \cdot C_f)} = 0.00382 < 0.01 \quad \therefore \quad \tan(\alpha) := 0.01$$

$$M_b := G \cdot \left(\frac{a}{2} - 0.47 \cdot \sqrt{\frac{G}{a \cdot C_f \cdot \tan(\alpha)}} \right) = 218.66 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_b = 21865.51 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Factor "s"

$$\frac{M_S}{M_b} = 3.04 > 1 \quad \therefore \quad s := 1$$

Momento flector (M):

$$M := F_{VC} \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t \right) = 7863.07 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Verificación:

$$M_S + M_b = 884.16 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$s \cdot M = 7863.07 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_S + M_b > s \cdot M \quad \text{Verifica.}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } \text{CoefSeg} := \frac{M_S + M_b}{s \cdot M} = 0.11$$

Conclusión:

Se adopta una fundación con un bloque de hormigón de las siguientes dimensiones.

Dimensión de la base:

$$a = 0.6 \text{ m}$$

$$t = 1.1 \text{ m}$$

Volumen de Hormigón total:

$$V_F = 0.34 \text{ m}^3$$

Verificación del hundimiento

$$\text{Adopto: } \sigma_{adm} := 0.8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Presión admisible - suelo compacto.}$$

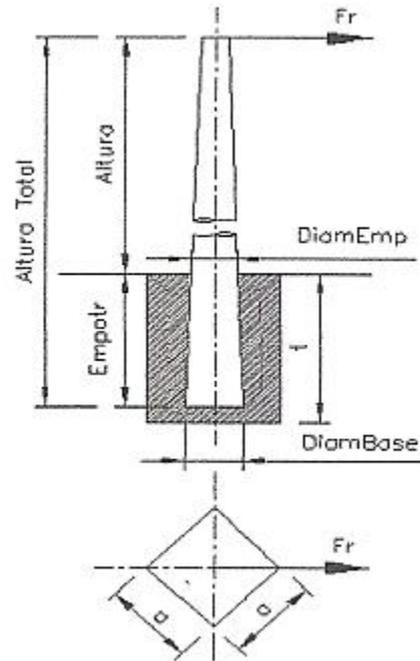
$$A_b := a \cdot a = 3600 \text{ cm}^2$$

$$\text{PesoS} = 187.74 \text{ kgf} \quad \text{Peso total del poste}$$

$$G_P := \text{PesoS}$$

$$G_F = 809.92 \text{ kgf} \quad \text{Peso de la fundación}$$

$$\sigma := \frac{G_P + G_F}{A_b} = 0.277 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \therefore \sigma \leq \sigma_{adm} \quad \text{Verifica al hundimiento.}$$



Capítulo 3 – Plantas de Generación Fotovoltaica

En este capítulo se abordará el estudio de dos sistemas de generación distintos. Siguiendo la referencia del capítulo anterior, en primer lugar se presentará un análisis detallado del sistema solar fotovoltaico por columna, el cual fue denominado como un Sistema de Generación Autónomo. En segundo se realizará el mismo proceso para una planta de generación conocida como Sistema en Isla. Si bien ambos sistemas comparten características de cálculo similares, es importante destacar que difieren en cuanto a su diseño y selección, que se basaron en criterios determinados según el uso y tamaño de la planta. Los detalles y cálculos específicos de cada sistema se presentan a continuación.

3.1 DISEÑO Y CÁLCULO PLANTAS DE GENERACIÓN AUTÓNOMO Y EN ISLA

Ya habiendo definidos los parámetros de cada sistema, en este apartado se verá expuesto el cálculo técnico, tanto para el sistema autónomo instalado en la columna, y la planta centralizada de generación en isla, para vincular un sistema tradicional en reemplazo de un puesto transformación.

En esta sección se han consultado referencias sobre:

“Cálculo sección de cable para paneles solares” (SunFields Europe, 2015)

“Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica”. Adam Hilger. (FERNÁNDEZ SALGADO, JOSÉ M. , 2008)

“Guía de aplicaciones fotovoltaicas de Bussmann” (Eaton Industries Manufacturing GmbH, Octubre 2014)

“Manual de Energía solar térmica”. (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE, 1991)

“Sobretensión transitoria” (Wikipedia.org, 2021)

PVGIS herramienta on line pv-g-tools (Photovoltaic Geographical Information System PVGIS - European Commission, 2023)

3.2 CÁLCULO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA - SISTEMA AUTÓNOMO

Consideraciones para el cálculo:

- Sistema Acumulador

Este será instalado, en un gabinete estanco protegido de la intemperie, seco y aireado, con un fácil acceso al mismo. Para evitar que durante la carga del acumulador se eleven las concentraciones de hidrógeno y oxígeno en el ambiente.

La temperatura del recinto debe ser lo menos fluctuante posible.

Con el fin de prevenir cortocircuitos, se respetará la polaridad, y las baterías o los terminales deben estar cubiertos para prevenir cortocircuitos accidentales por caída de objetos.

Los acumuladores estarán colocadas sobre bancadas que los aisle del suelo y que sean resistentes a los ácidos.

La sección de los cables será la adecuada para soportar la intensidad máxima prevista.

Para el diseño se tomarán siempre las instrucciones dadas por el fabricante.

- Sistema Fotovoltaico

La realización del cálculo de diseño se refiere a una instalación teórica considerando algunas variables de forma hipotética para simplificar el procedimiento de cálculo. El método escogido es el del peor mes, que se basa en el dimensionado y cálculo de una instalación para que funcione correctamente durante un breve período de días sin insolación, en el cual la relación entre el consumo y la radiación solar recibida es mayor.

Si esta condición se cumple, no debería haber, en principio, ningún problema durante el resto del año, cuando la radiación es mayor.

Los factores para el diseño son:

- 1- Necesidades a cubrir de demanda de energía.
- 2- Irradiancia solar del lugar.
- 3- Cálculo del sistema de acumulación.
- 4- Cálculo del número de módulos fotovoltaicos.
- 5- El cálculo del regulador.
- 6- El cálculo del inversor.
- 7- El cálculo de la sección del cableado.
- 8- Elección de la Estructura Soporte

1- NECESIDADES A CUBRIR DE DEMANDA DE ENERGÍA

Luminaria LED:

Carga por equipo:	$P_{LED} := 100 \text{ W}$
Horas de funcionamiento (horas/días):	$h := 14 \text{ hr}$
Días de la semana (días/semanas):	$d := 7 \text{ day}$
Tensión de entrada (Vca):	$V := 220 \text{ V}$

Corriente de entrada: $I := \frac{P_{LED}}{V} = 0.455 \text{ A}$

Consumo Total: $E_t := P_{LED} \cdot h = 1400 \text{ W} \cdot \text{hr}$ (al día)

Factor de seguridad: $F_S := 1.15$; contempla las posibles pérdidas en todos los equipos que componen el sistema (15%).

Como premisa, se deben tener en cuenta una serie de consumos de corriente eléctrica debidos, por una parte, a las pérdidas eléctricas en el cableado de la instalación y en sus conexiones, al consumo interno del regulador, a las pérdidas en la batería y en el inversor, a las potencias de equipos que consumen más de lo inicialmente previsto y, finalmente, a las pérdidas por acoplamiento del generador fotovoltaico con las baterías; y, por otra parte, a las pérdidas en el campo de paneles ocasionadas por un decremento de la energía producida por la acumulación de suciedad en su superficie o por su degradación a lo largo de los años de trabajo.

Consumo Total corregido:

$E_T := E_t \cdot F_S = 1.61 \text{ kW} \cdot \text{hr}$ (al día) ; constante a lo largo de todo el año.

2- IRRADIACIÓN SOLAR DEL LUGAR

Para conocer la disponibilidad de energía solar en un lugar determinado, hace falta consultar la tabla de irradiancia solar, que es una extrapolación de los datos de la energía recibida en cada mes a lo largo de una serie de años. Dicha tabla depende directamente de la latitud, así como de las condiciones meteorológicas predominantes y de las particularidades climatológicas del lugar como nieblas, nevadas, lluvias, temperaturas máximas y mínimas, etc.

La energía que es capaz de absorber el campo de paneles depende, no tan sólo de la climatología, sino también del ángulo de inclinación que tengan respecto de los rayos solares.

Datos de la ubicación del cálculo:

Argentina, provincia de Entre Ríos

Latitud: 31,68

Longitud: -60,12

De la página de la NASA/POWER CERES/MERRA2 (Native Resolution Climatology Climatologies). Se obtiene los valores de la radiación solar necesaria.

También se consultó, en el PAPER PID - Valores de radiación solar horizontal en Entre Ríos. Ambas tablas consultadas se pueden ver en los anexos.

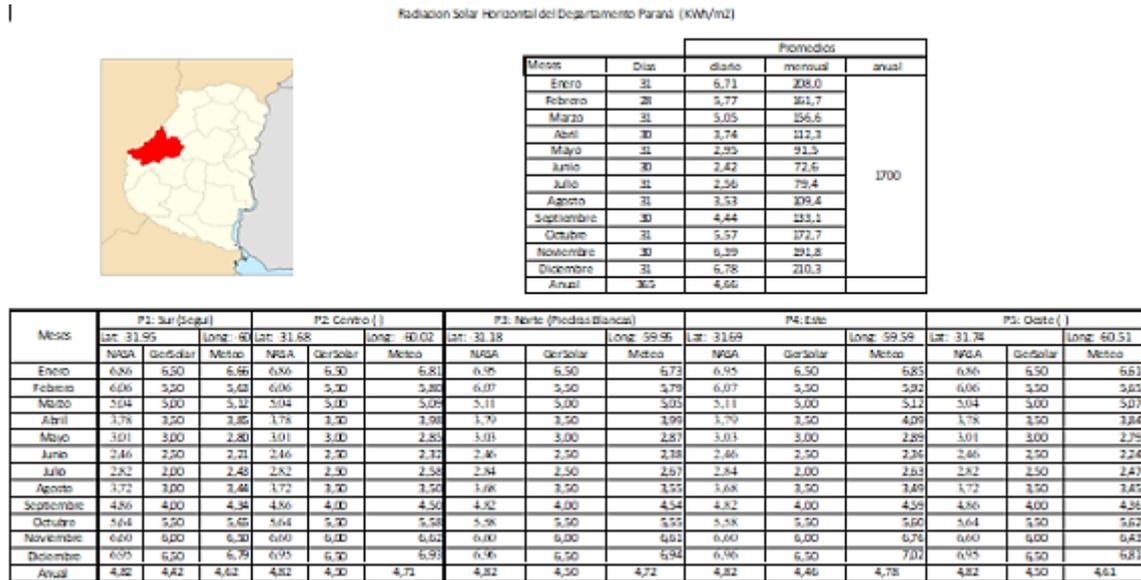


Imagen: Tabla de valores de radiación solar horizontal en Entre Ríos. Fuente: elaboración propia en base a PAPER PID UTN

Inclinación óptima del panel:

Latitud promedio de Entre Ríos, $\phi := 32$ (grados)

Angulo de inclinación óptima (Anual): $\beta_{an} := 3.7 + (0.69 \cdot \phi) = 25.78$ (grados)

Angulo de inclinación óptima (Verano): $\beta_{ver} := \phi - 20 = 12$ (grados)

Angulo de inclinación óptima (Invierno): $\beta_{inv} := \phi + 15 = 47$ (grados)

Bibliografía consultada:

Energía Solar Fotovoltaica (Oscar P. Lamigueiro, 2013, pág. 37)

ABB Cuaderno de aplicaciones técnicas n°10 plantas fotovoltaicas (pág. 22)

Tomando como referencia para el cálculo el mes más desfavorable, siendo éste el mes de Junio, invierno en hemisferio sur. El ángulo de inclinación óptima será β de 47°.

Como se observa en la imagen de la radiación solar horizontal del Departamento Paraná, la hora solar pico esta dada por: $2.40 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot día}$

CALCULO DE IRRADIACION SOBRE EL PLANO INCLINADO

$$S_{horizontal} := 2.4 \frac{kW \cdot hr}{m^2 \cdot day} \quad \text{Irradiación horizontal en junio}$$

$$\alpha := 32.55^\circ \quad \text{Angulo de declinación} \quad \therefore S_{horizontal} = S_{incidente} \cdot \sin \alpha$$

$$\text{---->} \quad S_{incidente} := \frac{S_{horizontal}}{\sin(\alpha)} = 4.461 \frac{kW \cdot hr}{m^2 \cdot day} \quad \text{Irradiación incidente sobre el plano horizontal.}$$

$\beta := 47^\circ$ Angulo de inclinación del panel para la peor condición (mes de junio)

$$S_{modulo} := \frac{S_{horizontal} \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha)} = 4.387 \frac{kW \cdot hr}{m^2 \cdot day} \quad \text{Irradiación incidente sobre el plano perpendicular del módulo.}$$

3- CÁLCULO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN

$$E_T = 1610 \text{ W} \cdot \text{hr} \text{ (al día)}$$

Pérdidas de rendimiento en el sistema acumulador (10%): $P_{ac} := 1.10$

$$ET := E_T \cdot P_{ac} = 1771 \text{ W} \cdot \text{hr} \text{ (al día)} \rightarrow ET := 1771 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{hr}$$

Número máximo de días de autonomía: $D := 2$; Número máximo de días consecutivos que una instalación puede funcionar sin recibir radiación solar.

Profundidad de descarga máxima de la batería: para baterías de litio son del 80%:

$$P_d := 80$$

Tensión de trabajo de la instalación: $V_{sist} := 24 \text{ V}$

$$\text{Cálculo de la capacidad: } C := \frac{ET \cdot D \cdot 100}{P_d \cdot V_{sist}} = 184.479 \text{ A} \cdot \text{hr}$$

$$C = 184 \text{ A} \cdot \text{hr}$$

Marca de batería - acumulador seleccionado: Blue Carbon

Modelo: UU24-200(M) - 24V 200Ah

Tipo: Litio-ion (LiFePO4)

Protección: MPPT y Built-in BMS

Model	UU 24-200		
Storage capacity	5120Wh		
Standard capacity	200Ah/25.6V		
Continuously use ioutput current	100A	Standard charging voltage	28.8V—30V
Continuously use output current	100A	Maximum charging voltage	50V
Charging voltage of solar panel	44V	Cut-off	18-24V
Charging cut-off voltage	27.6V-29.2V	Maximum solar panel input current	100A
Rshoot delay protection	1000mS	Over-discharge delay protection	1000mS
Short circuit protection recovery	Disconnect load	Short circuit protection delay	330uS
Self-Discharge (25°)	<3%/month	Depth of discharge	>80%
Cycle life	>5000 times (<0.5C)	C-rate Discharge	<0.8C
Charge method(CC/CV)	Operation: -15°C—60°C; Recommendation: 10°C—40°C		
Warranty	5 years		
Product size	635±2mm×373±2mm×315±2mm		
Package size	700±5mm×443±5mm×396±5mm/PC		

Imagen: Ficha técnica batería acumuladora. Fuente: (bctvnergy.com)

Se adjunta planilla con todas las descripciones de la batería acumuladora seleccionada.

4- CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Marca Panel Fotovoltaico seleccionado: Trina Solar TallMaxM

Módulo: Monocristalino Módulo de diseño FRAMED 144.

Modelo: TSM-DE17M.T0(II)- 440Wp

ELECTRICAL DATA (STC)					
Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	430	435	440	445	450
Power Output Tolerance- P_{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	40.3	40.5	40.7	40.8	41.0
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	10.67	10.74	10.82	10.90	10.98
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	48.7	49.0	49.2	49.4	49.6
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	11.22	11.31	11.39	11.46	11.53
Module Efficiency η_m (%)	19.7	19.9	20.1	20.4	20.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
 *Measuring tolerance: ±3%.

Imagen: Ficha técnica panel fotovoltaico. Fuente: (static.trinasolar.com)

El fabricante proporciona la potencia máxima o de pico determinada por un ensayo normalizado. Este valor se lo considera cuando el modulo es nuevo, pero por la exposición a la radiación solar se va a generar una degradación acumulada. En este sentido, y al igual que en el caso del acumulador, la potencia real a la que trabaja el módulo es inferior, luego de muchos años de uso. Cifrándose aproximadamente en un 90% de la potencia pico.

Potencia pico del panel F.V. : $P_{max} := 440 \text{ W}$

Potencia real: $P_r := 0.9 \cdot P_{max} = 0.396 \text{ kW}$

La radiación solar diaria está dada en kWh/m²/día, o lo que es lo mismo, el número de horas pico de la zona (HSP), que representa el número de horas necesarias en condiciones de irradiación de 1 kW/m² para obtener la energía media del lugar. Por lo tanto, HSP será igual a 4.4 horas de sol/día.

Horas-solar-pico: $HSP := 4.4 \text{ hr}$; promedio de horas de sol diarias a las condiciones estándar de prueba de los módulos fotovoltaicos.

Consumo mensual (kW.h)/día: $E_T = 1.61 \text{ kW} \cdot \text{hr}$

El N° de módulos fotovoltaicos a instalar será:

$$N_p := \frac{E_T}{HSP \cdot (P_r)} = 0.924 \quad ; \text{Será necesario instalar 1 panel fotovoltaico.}$$

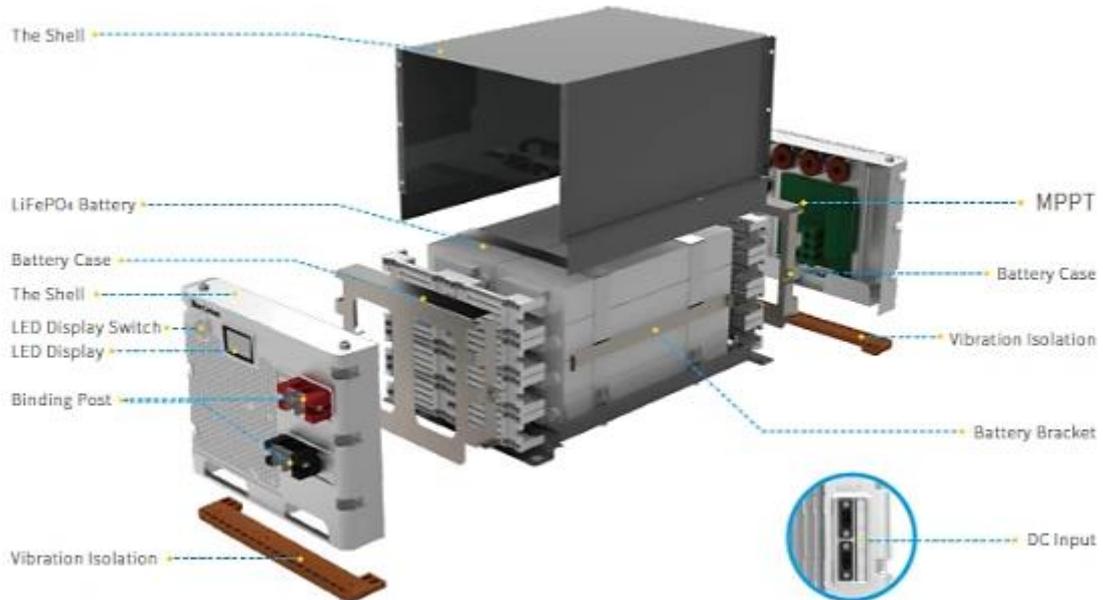
Se adjunta planilla con todas las descripciones del panel fotovoltaico seleccionado.

5- EL REGULADOR

Como anteriormente se mencionó, fue seleccionada una batería Blue Carbon BCT 24V 200AH Lithium Ion LifePO4, 6000 Cycles BMS and MPPT Rechargeable Battery.

Esto quiere decir que la batería que se usara para el sistema ya incluye el regulador de carga, del tipo MPPT.

BCT-UU 24-200(M)

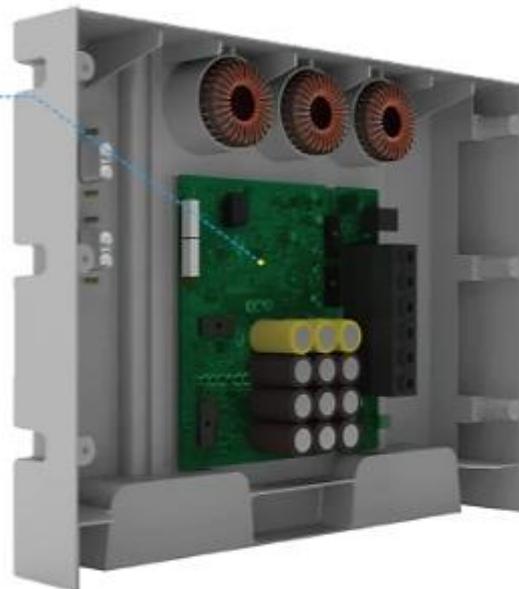


MPPT

1 Integrated Charging-storage Energy System, reducing wiring, installation, etc. It is convenient for users to operate, and greatly reducing the space occupancy rate.

2 Wide-voltage dual-channel input, greatly improve the degree of freedom of solar panel in series or parallel connection. When unexpectedly high voltage is input, it can effectively block the high voltage, so that the battery's BMS will not be broken down, and greatly reduce the risk of the lithium battery's thermal runaway burning.

3 Effectively track the maximum power point of the solar panel and increase the daily power generation of the solar panel by more than 30%.



MPPT current

60A

MPPT

maximum charging voltage

150A

Imagen: Regulador de carga con MPPT. Fuente: (bctvenergy.com)

6- CÁLCULO DEL INVERSOR

INVERSOR DE POTENCIA ENERTIK

Modelo: IE-150-24

Potencia continua: 150W

Potencia de pico: 300W

Voltaje de salida: 220VAC

Regulación salida: $\pm 5\%$

Forma de onda: Senoidal modificada

Voltaje de entrada: 20~32VDC

Alarma bajo voltaje: $22V \pm 1V$

Protección bajo voltaje: $20V \pm 1V$

Protección alto voltaje: $32V \pm 1V$

Frecuencia: $50Hz \pm 3\%$

Eficiencia: $> 89\%$

Corriente en vacío: $< 0,1A$

Son equipos más sofisticados, aunque en la actualidad se han impuesto debido a que ofrecen la mejor relación calidad/precio para la conexión de iluminación, televisión o variadores de frecuencia; tienen un rendimiento hasta de un 95%. Utilizan la técnica "Modulación de Ancho de Impulso (PWM)", que consiste en generar muchos pulsos, a frecuencias en torno a 5 kHz, modulando su ancho para aproximarse lo más posible a una senoide con bajo contenido en armónicos.

La producción de armónicos se ve reducida respecto al inversor de onda cuadrada.

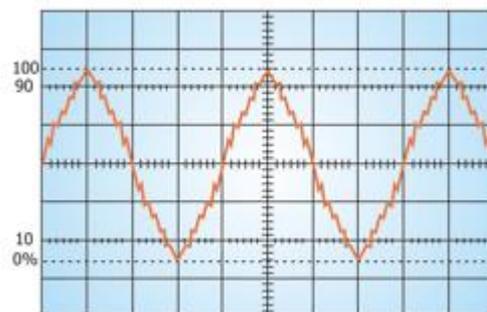


Imagen: Señal vista por osciloscopio de una onda senoidal modificada. Fuente: ENERTIK energía solar

Se adjunta planilla con todas las descripciones del inversor seleccionado.

7- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLEADO DEL SISTEMA

La sección de los conductores se elegirá de manera que su caída de tensión sea inferior a los valores mostrados en la siguiente tabla con los porcentajes límite de caída de tensión en el cableado de la instalación.

PARTICULARIDAD DEL CABLEADO	CAIDA DE TENSIÓN (%)
Distancia entre campo de paneles, regulador y sistema de acumulación	<1%
Distancia entre sistema de acumulación e inversor	<1%
Cableado de iluminación	<2%
Línea general	<5%

Imagen: Caída de tensión para el sistema fotovoltaico. Fuente: elaboración propia

Confeccionando una tabla en el programa Excel calculamos la sección mínima para los distintos tramos del circuito del sistema.

CÁLCULO DEL CABLEADO					
$S = \frac{0,036 \cdot I \cdot L \cdot 100}{V \cdot C_t}$	Ct%	TENSIÓN V	CORRIENTE A	LONGITUD m	SECCIÓN mm ²
PANEL FV-BATERIA	<1%	40,7	10,82	1	0,96
BATERIA- INVERSOR	<1%	30	100	0,5	6,00
ILUMINACION	<2%	220	1	7	0,06

Imagen: Tabla Excel con cálculos de sección mínima de conductores para el sistema autónomo. Fuente: elaboración propia

Una vez conocida la sección mínima del conductor, se determinará la intensidad máxima para los conductores de cobre, siempre eligiendo el tipo de cable inmediatamente superior al calculado. De la tabla de intensidades máximas en amperios para un cable con conductores de cobre aislados con goma o con policloruro de vinilo, seleccionamos lo siguiente:

SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	AL AIRE O EMPOTRADOS		BAJO TUBO O CONDUCTO	
	Unipolar	Bipolar	Unipolar	Bipolar
0,5	7,5	5,5	7	5
0,75	10	8	9	7
1	13	10,5	12	8,5
1,5	17	13	15	12
2,5	23	18	21	16
4	31	25	28	22
6	40	32	34	28
10	55	44	49	38
16	74	59	64	51
25	97	78	85	68
35	120	97	110	83
50	145	115	130	98
70	185	140	160	118
95	225	166	200	140
120	260	----	230	----
150	300	----	265	----

Imagen: Tabla de intensidades máximas para un cable con conductores de cobre aislados. Fuente: (ar.prysmiangroup.com)

El cable seleccionado será del tipo: Cintenax Subterráneo.

Seguidamente se incluyen del catálogo de Prysmian las páginas 44 y 45 que contienen la información sobre los cables tipo TPR previamente mencionados, junto con sus especificaciones técnicas.

Baja Tensión

300 ó 500 V

H03VV-F / H05VV-F



NORMAS DE REFERENCIA ▶
DESCRIPCIÓN ▶

CARACTERÍSTICAS ▶

Instalaciones Móviles

TPR ECOPLUS

IRAM NM 247-5

- > **CONDUCTOR**
 Metal: Cobre electrolítico recocido.
 Flexibilidad: clase 5, según IRAM NM-280 e IEC 60228.
 Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuitos.
- > **AISLANTE**
 PVC ecológico tipo D.
 Colores de aislamiento: Bipolares: Ma/Ce; Tripolares: Ma/Ce/Ve-Am; Tetrapolares: Ne/Ma/Ce/Ve-Am y Multipolares: identificación por números pintados.
- > **ENVOLTURA**
 PVC ecológico tipo ST5, de color negro o amarillo.
 Marcación:
 PRYSMIAN TPR - IND. ARG. - 300/500V - No. * Sección IRAM NM 247-53 C5 - R2N 288391/6.
- > **Normativas**
 IRAM NM 247-5 u otras bajo pedido.
 Tensión nominal de servicio: 300V (hasta 1 mm²) y 500 V para secciones superiores.
 Ensayos
 Ensayos eléctricos:
 De tensión en c.a. durante 5 minutos: 1500V en los cables de hasta 0,6mm de espesor de aislamiento y de 2000V en los cables de más de 0,6mm.
 Ensayos de fuego:
 No propagación de la flama: IRAM NM IEC 60332-1.
 Certificaciones
 Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIFE.

Cables flexibles para uso en instalaciones móviles y aparatos portátiles en general, excluyendo los aparatos de calefacción.


Norma de


Tensión nominal hasta 1mm²


Tensión nominal > 1mm²


Temperatura de servicio


Cables flexibles


No propagación de la flama


Sello IRAM


Sello de Seguridad Eléctrica

Características técnicas

Formación	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible (1)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y C. C.
N° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	ohm/km
2x1	0,21	0,6	0,8	6,7	62	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,8	7,7	83	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	1,0	9,4	127	16	7,98
2x4	0,31	0,8	1,1	10,6	173	22	4,95
2x6	0,31	0,8	1,3	12,4	245	30	3,30
2x10	0,41	1,0	1,5	15,5	396	45	1,91
3x1	0,21	0,6	0,8	7,1	74	7	19,5
3x1,5	0,26	0,7	0,9	8,4	103	10	13,3
3x2,5	0,26	0,8	1,1	10,2	159	16	7,98
3x4	0,31	0,8	1,2	11,5	218	22	4,95
3x6	0,31	0,8	1,4	13,7	328	30	3,30
3x10	0,41	1,0	1,5	16,8	520	40	1,91
4x1	0,21	0,6	0,9	8,0	93	7	19,5
4x1,5	0,26	0,7	1,0	9,3	130	10	13,3
4x2,5	0,26	0,8	1,1	11,1	194	16	7,98
4x4	0,31	0,8	1,3	12,7	274	22	4,95
4x6	0,31	0,8	1,4	14,8	399	30	3,30
4x10	0,41	1,0	1,6	18,5	647	40	1,91
5x1,5	0,26	0,7	1,1	10,4	159	10	13,3
5x2,5	0,26	0,8	1,2	12,5	240	16	7,98

(1) Válida para temperatura ambiente de 40° C.

Imagen: Catalogo Prysmian páginas 44 y 45 los cables tipo TPR.
 Fuente: (ar.prysmiangroup.com)

8- ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTE

Para la Sección B de 3.5' de diámetro, se utilizara la siguiente estructura de soporte.

Ventajas:

- ✓ Angulo regulable.
- ✓ Posibilidad de regular la dirección de fijación para encontrar el punto óptimo de trabajo.
- ✓ Material de hierro galvanizado.
- ✓ Simple de colocar, y soporta las más variadas condiciones climáticas.



Imagen: Herraje en columna con panel fotovoltaico. Fuente: elaboración propia en base a (solartec.com.ar)

3.3 CÁLCULO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA INSTALACIONES CENTRALIZADAS AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA TIPO ISLA

Las consideraciones para el cálculo son las mismas a las previamente mencionadas para un sistema solar por columna.

La diferencia reside en el hecho de que, para la instalación centralizada y aislada, solo se requerirá un banco de baterías y un inversor de carga cuya función es actuar como regulador, cargar el banco de baterías con los paneles solares y funcionar como el propio inversor. A estos se les denomina sistemas Off Grid. Se trata de un sistema autónomo de generación de energía fotovoltaica que no está conectado a la red eléctrica.

Los factores para el diseño son:

- 1- Necesidades a cubrir de demanda de energía.
- 2- Irradiancia solar del lugar.
- 3- Cálculo del sistema de acumulación.
- 4- Cálculo del número de módulos fotovoltaicos.
- 5- El cálculo del regulador.
- 6- El cálculo del inversor.
- 7- El cálculo de la sección del cableado.
- 8- Estructura de soporte y anclajes.

1- NECESIDADES A CUBRIR DE DEMANDA DE ENERGÍA

Sistema de Iluminación LED:

Carga por equipo:	$P_{LED} := 150 \text{ W}$
Horas de funcionamiento (horas/días):	$h := 14 \text{ hr}$
Días de la semana (días/semanas):	$d := 7 \text{ day}$
Tensión de entrada (Vca):	$V := 220 \text{ V}$
Numero de Luminarias:	$n := 10$

Corriente de entrada: $I := \frac{P_{LED}}{V} = 0.682 \text{ A}$

Consumo Total: $E_t := P_{LED} \cdot h \cdot n = 21000 \text{ W} \cdot \text{hr}$ (al día)

Contempla las posibles pérdidas en todos los equipos que componen el sistema (10%). Este valor mejora con respecto al sistema anterior, dado que el sistema es de mejor calidad, en cuanto a equipos que lo componen.

Factor de seguridad: $F_S := 1.10$

Consumo Total corregido:

$E_T := E_t \cdot F_S = 23.1 \text{ kW} \cdot \text{hr}$ (al día) ; constante a lo largo de todo el año.

2- IRRADIACIÓN SOLAR DEL LUGAR

Para el cálculo en mención tomamos los mismos valores de irradiación que fueron utilizados en el cálculo previo "SISTEMA AUTONOMO".

Datos de la ubicación del cálculo:
Argentina, provincia de Entre Ríos
Latitud: 31,68
Longitud: -60,12

De la página de la NASA/POWER CERES/MERRA2 (Native Resolution Climatology Climatologies). Se obtiene los valores de la radiación solar necesaria.

También se consultó, en el PAPER PID - Valores de radiación solar horizontal en Entre Ríos. Ambas tablas consultadas se pueden ver en los anexos.

Inclinación óptima del panel:

Latitud promedio de Entre Ríos, $\phi := 32$ (grados)
Angulo de inclinación óptima (Anual): $\beta_{an} := 3.7 + (0.69 \cdot \phi) = 25.78$ (grados)
Angulo de inclinación óptima (Verano): $\beta_{ver} := \phi - 20 = 12$ (grados)
Angulo de inclinación óptima (Invierno): $\beta_{inv} := \phi + 15 = 47$ (grados)

Bibliografía consultada:

Energía Solar Fotovoltaica (Oscar P. Lamigueiro, 2013, pág. 37)

ABB Cuaderno de aplicaciones técnicas n°10 plantas fotovoltaicas (pág. 22)

Tomando como referencia para el cálculo el mes más desfavorable, siendo éste el mes de Junio, invierno en hemisferio sur. El ángulo de inclinación óptima será β de 47° .

Como se observa en la imagen de la radiación solar horizontal del Departamento Paraná, la hora solar pico esta dada por: $2,40 \frac{kW \cdot h}{m^2 \cdot día}$

CALCULO DE IRRADIACION SOBRE EL PLANO INCLINADO

$$S_{horizontal} := 2.4 \frac{kW \cdot hr}{m^2 \cdot day} \quad \text{Irradiación horizontal en junio}$$

$$\alpha := 32.55^\circ \quad \text{Angulo de declinación} \quad \therefore S_{horizontal} = S_{incidente} \cdot \sin \alpha$$

$$\text{---->} \quad S_{incidente} := \frac{S_{horizontal}}{\sin(\alpha)} = 4.461 \frac{kW \cdot hr}{m^2 \cdot day} \quad \text{Irradiación incidente sobre el plano horizontal.}$$

$$\beta := 47^\circ \quad \text{Angulo de inclinación del panel para la peor condición (mes de junio)}$$

$$S_{modulo} := \frac{S_{horizontal} \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\alpha)} = 4.387 \frac{kW \cdot hr}{m^2 \cdot day} \quad \text{Irradiación incidente sobre el plano perpendicular del módulo.}$$

3- CÁLCULO DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN

$$E_T = 23100 \text{ W} \cdot \text{hr} \quad (\text{al día})$$

$$\text{Pérdidas de rendimiento en el sistema acumulador (10\%): } P_{ac} := 1.10$$

$$ET := E_T \cdot P_{ac} = 25410 \text{ W} \cdot \text{hr} \quad (\text{al día}) \quad \text{---->} \quad ET := 26565 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{hr}$$

Número máximo de días de autonomía:

$$D := 2 \quad ; \quad \text{Número máximo de días consecutivos que una instalación puede funcionar sin recibir radiación solar.}$$

Profundidad de descarga máxima de la batería: para baterías de litio son del 80%:

$$P_d := 80$$

$$\text{Tensión de trabajo de la instalación: } V_{sist} := 48 \text{ V}$$

$$\text{Cálculo de la Capacidad en Corriente necesaria: } C_c := \frac{ET \cdot D \cdot 100}{P_d \cdot V_{sist}} = 1383.594 \text{ A} \cdot \text{hr}$$

$$C_c = 1384 \text{ A} \cdot \text{hr}$$

$$\text{Cálculo de la Capacidad en Energía necesaria: } C_e := \frac{ET \cdot D \cdot 100}{P_d} = 66.413 \text{ kW} \cdot \text{hr}$$

$$C_e = 66 \text{ kW} \cdot \text{hr}$$

Marca de batería - acumulador seleccionado: SBS
 Modelo: SBS 48200- 48V 200Ah
 Tipo: Litio-ion (LiFePO4)
 Protección: Built-in BMS

Productos parenters

Modelo	SBS 200AH 48V
La capacidad de	9.6KWH
Corriente de descarga Normal	200A
Corriente máxima de descarga	200A
Voltaje de funcionamiento	37,5-54V
Voltaje estándar	48V
Corriente de carga máxima	200A
Voltaje máximo de carga	54V
Tiempos de círculo	> 2500 veces
Instalación	Instalación de Carinet o pared
DOD sugerido	90%
Comunicación	Puede/RS485
Monitor	WIFI
Tamaño (mm)	484*590*178
Peso	77kg
La humedad	20-60%
Temperatura de trabajo	-20 °C-60 °C
Clasificación IP	IP20
Garantía	6 años
Protección de batería	Sobrecorriente/sobretensión/cortocircuito/bajo voltaje/Alta Temperatura
BMS	Si

Model	Capacity	Max Parallel	Max Capacity
48V 50Ah	2.4 Kwh	150%	48V 750Ah 36 Kwh
48V 100Ah	4.8 Kwh		48V 1500Ah 72 Kwh
48V 150Ah	7.2 Kwh		48V 2250Ah 108 Kwh
48V 200Ah	9.6 Kwh		48V 3000Ah 144 Kwh
48V 250Ah	12.0 Kwh		
Model	Capacity	Max Parallel	Max Capacity
51.2V 50Ah	2.56Kwh	150%	51.2V 750Ah 38.4 Kwh
51.2V 100Ah	5.12Kwh		51.2V 1500Ah 76.8Kwh
51.2V 150Ah	7.68Kwh		51.2V 2250Ah 115.2 Kwh
51.2V 200Ah	10.24Kwh		51.2V 3000Ah 153.6Kwh
51.2V 250Ah	12.8Kwh		

Imagen: Ficha técnica batería. Fuente: elaboración propia en base a (cnsug.com/sbs/543)

Capacidad total de la batería seleccionada es de:

$$C_n := 200 \text{ A} \cdot \text{hr}$$

Para la batería seleccionada, el número de batería es:

$$N_B := \frac{C_c}{C_n} = 6.918 \quad \text{---->} \quad N_B := 7$$

Sera necesario instalas N_B unidades en paralelo para este tipo de baterías. Siendo un total 1400Ah de capacidad instalada de baterías.

En los anexos se adjunta la planilla con todas las descripciones de la batería acumuladora seleccionada.

4- CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Marca Panel Fotovoltaico seleccionado: Trina Solar Vertex
 Módulo: Modulo Monocristalino Doble Vidrio.
 Modelo: TSM-XXXDEG21C.20- 665Wp

ELECTRICAL DATA (STC) TSM-XXXDEG21C.20(XXX=640-665)						
Peak Power Watts-Pmax (Wp)*	640	645	650	655	660	665
Power Selection-Pmax (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-Vmp (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current-Imp (A)	17.19	17.23	17.27	17.31	17.35	17.39
Open Circuit Voltage-Voc(V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current-Isc(A)	18.26	18.31	18.35	18.40	18.45	18.50
Module Efficiency η_m (%)	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4

STC: irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, Air Mass 1.5, 1.5m measuring distance 1.5m.

Electrical characteristics with different power bin reference to 100% irradiance ratio

	665	650	636	701	706	712
Total Equivalent power-Pmax (Wp)	665	650	636	701	706	712
Maximum Power Voltage-Vmp (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current-Imp (A)	18.39	18.44	18.48	18.52	18.56	18.60
Open Circuit Voltage-Voc (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current-Isc (A)	19.54	19.59	19.63	19.69	19.74	19.79
Irradiance ratio (I _{actual} /I _{STC})	10%					
Power Attenuation (%)	90%					

NOCT: irradiance 1000W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

ELECTRICAL DATA (NOCT)						
Maximum Power-Pmax (Wp)	484	488	492	495	499	504
Maximum Power Voltage-Vmp (V)	34.7	34.9	35.1	35.2	35.4	35.6
Maximum Power Current-Imp (A)	13.94	13.98	14.01	14.05	14.10	14.16
Open Circuit Voltage-Voc (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current-Isc (A)	14.71	14.75	14.79	14.83	14.87	14.91

MECHANICAL DATA	
Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384*1303*35 mm (93.86* 51.30* 1.38 inches)
Weight	10.7 kg (23.6 lbs)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High transmission, Anodized heat resistant glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	35mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm (11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02 / Trina Solar T54

TEMPERATURE RATINGS		MAXIMUM RATINGS	
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (109°F)	Operational Temperature	-40 ~ +105°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C	Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C		1500V DC (UL)
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C	Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY		PACKAGING CONFIGURATION	
12 year Product Workmanship Warranty		Modules per box	31 pieces
10 year Power Warranty		Modules per 40' container	1500 pieces
2% first year degradation			
0.45% Annual Power Attenuation			

Please refer to product warranty for details.

El fabricante proporciona la potencia máxima o de pico determinada por un ensayo normalizado. Este valor se lo considera cuando el modulo es nuevo, pero por la exposición a la radiación solar se va a generar una degradación acumulada. En este sentido, y al igual que en el caso del acumulador, la potencia real a la que trabaja el módulo es inferior, luego de muchos años de uso. Cifrándose aproximadamente en un 90% de la potencia pico.

Potencia pico del panel F.V. : $P_{max} := 665 \text{ W}$
 Potencia real: $P_r := 0.9 \cdot P_{max} = 0.599 \text{ kW}$

La radiación solar diaria está dada en kWh/m²/día, o lo que es lo mismo, el número de horas pico de la zona (HSP), que representa el número de horas necesarias en condiciones de irradiación de 1 kW/m² para obtener la energía media del lugar. Por lo tanto, HSP será igual a 4.4 horas de sol/día.

Horas-solar-pico: $HSP := 4.4 \text{ hr}$; promedio de horas de sol diarias a las condiciones estándar de prueba de los módulos fotovoltaicos.

Consumo mensual (kW.h)/día: $E_T = 23.1 \text{ kW} \cdot \text{hr}$

El N° de módulos fotovoltaicos a instalar será:

$N_p := \frac{E_T}{HSP \cdot (P_r)} = 8.772 \rightarrow N_p := 9$; Será necesario instalar Np paneles Fotovoltaicos conectados en serie.
 $P_{TOTALSISTFV} := N_p \cdot P_{max} = 5985 \text{ W}$; Potencia total del Sistema Fotovoltaico.

Se adjunta planilla con todas las descripciones del panel fotovoltaico seleccionado.

5- EL REGULADOR

Dado que es un Sistema tipo Off Grid, el regulador está incluido en las funciones del Inversor.

6- CÁLCULO DEL INVERSOR

Para seleccionar el inversor que será utilizado, será necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

Potencia total del Sistema Fotovoltaico: $P_{TOTALSISTFV} = 5.99 \text{ kW}$

Potencia total de consumos en kW: $P_t := P_{LED} \cdot n = 1.5 \text{ kW}$

Corriente de carga baterías: $I_B := \frac{P_{TOTALSISTFV}}{V_{sist}} = 124.7 \text{ A}$

Eficiencia del inversor: $P_{inv} := 0.95$

Eficiencia del cargador: $P_{car} := 0.95$

Capacidad máxima de corriente de carga de batería: $C_C := C_n \cdot N_B = 1400 \text{ A} \cdot \text{hr}$

INVERSOR DE POTENCIA ENERTIK

Modelo: ICD-5.6K-48P (Voltronic Axpert MKS IV 5600-48) -- 5600W 48V

Forma de onda: Senoidal Pura

Especificaciones según el modelo de inversor

INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Input Voltage Waveform	Sinusoidal (utility or generator)	
Nominal Input Voltage	230Vac	
Low Loss Voltage	170Vac±7V (UPS) 90Vac±7V (Appliances)	
Low Loss Return Voltage	180Vac±7V (UPS); 100Vac±7V (Appliances)	
High Loss Voltage	280Vac±7V	
High Loss Return Voltage	270Vac±7V	
Max AC Input Voltage	300Vac	
Nominal Input Frequency	50Hz / 60Hz (Auto detection)	
Low Loss Frequency	40±1Hz	
Low Loss Return Frequency	42±1Hz	
High Loss Frequency	65±1Hz	
High Loss Return Frequency	63±1Hz	
Output Short Circuit Protection	Line mode: Circuit Breaker Battery mode: Electronic Circuits	
Efficiency (Line Mode)	>95% (Rated R load, battery full charged)	
Transfer Time	10ms typical (UPS); 20ms typical (Appliances)	
Output power derating: When AC input voltage drops to 95V or 170V depending on models, the output power will be derated.	<p>The graph plots Output Power against Input Voltage. The x-axis shows input voltages of 90V, 170V, and 230V. The y-axis shows Output Power, with a point marked as 50% Power. The power starts at 50% at 90V, increases linearly to reach the Rated Power at 170V, and then remains constant at the Rated Power level up to 230V.</p>	

Especificaciones del Inverter

INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Rated Output Power	3.6kVA/3.6KW	5.6kVA/5.6KW
Output Voltage Waveform	Pure Sine Wave	
Output Voltage Regulation	230Vac±5%	
Output Frequency	60Hz or 50Hz	
Peak Efficiency	90%	
Overload Protection	5s@≥150% load; 10s@110%~150% load	
Surge Capacity	2* rated power for 5 seconds	
Nominal DC Input Voltage	48Vdc	
Cold Start Voltage	46.0Vdc	
Low DC Warning Voltage		
@ load < 20%	44.0Vdc	
@ 20% ≤ load < 50%	42.8Vdc	
@ load ≥ 50%	40.4Vdc	
Low DC Warning Return Voltage		
@ load < 20%	46.0Vdc	
@ 20% ≤ load < 50%	44.8Vdc	
@ load ≥ 50%	42.4Vdc	
Low DC Cut-off Voltage		
@ load < 20%	42.0Vdc	
@ 20% ≤ load < 50%	40.8Vdc	
@ load ≥ 50%	38.4Vdc	
High DC Recovery Voltage	64Vdc	
High DC Cut-off Voltage	66Vdc	

Utility Charging Mode		
INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Charging Current (UPS) @ Nominal Input Voltage	100A	120A
Bulk Charging Voltage	Flooded Battery	58.4
	AGM / Gel Battery	56.4
Floating Charging Voltage	54Vdc	
Overcharge Protection	65Vdc	
Charging Algorithm	3-Step	
Charging Curve	<p>The graph shows Battery Voltage (V) on the left y-axis and Charging Current (A) on the right y-axis against Time on the x-axis. The voltage curve (black) rises linearly in the Bulk stage, levels off in the Absorption stage, and remains constant in the Maintenance stage. The current curve (red) is constant in the Bulk stage, drops to zero in the Absorption stage, and remains at a low level in the Maintenance stage. Key points include 100% and 105% voltage levels and a 75% (at 100% voltage) current level.</p>	
Solar Charging Mode (MPPT type)		
INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Rated Power	5000W	6000W
Max. Charging Current	100A	120A
Max. PV Array Open Circuit Voltage	500Vdc	450Vdc
PV Array MPPT Voltage Range	120Vdc~430Vdc	
Max. Input Current	18A	27A

Especificaciones Generales

INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Safety Certification	CE	
Operating Temperature Range	-10°C to 50°C	
Storage temperature	-15°C~ 60°C	
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)	
Dimension (D*W*H), mm	140 x 295 x 468	
Net Weight, kg	11	12

Este es un inversor solar multifuncional tipo Off Grid o fuera de la red , integrado con un controlador de carga solar MPPT, un inversor de onda sinusoidal pura de alta frecuencia y un módulo de función UPS en una sola máquina, que es perfecto para aplicaciones de autoconsumo y energía de respaldo fuera de la red. Este inversor puede funcionar con o sin baterías. Puede funcionar en paralelo hasta 6 unidades (solo con batería conectada).

El módulo WiFi/GPRS es un dispositivo de monitorización plug-and-play para instalar en el inversor. Con este dispositivo, los usuarios pueden monitorear el estado del sistema fotovoltaico desde el teléfono móvil o desde el sitio web en cualquier momento y en cualquier lugar, de forma remota.

Inversor de onda senoidal pura:

Representa el resultado de la adaptación en desarrollo de la tecnología a los nuevos cambios. Están controlados por microprocesador, lo que permite obtener ondas senoidales sin límite de la carga conectada. Son aptos para todo tipo de aparatos eléctricos. La eficiencia de estos aparatos se sitúa alrededor del 96%, ya que utilizan tecnología Switchmode, conmutado a altas frecuencias (muchos impulsos a lo largo del semiciclo), además de utilizar en las etapas de potencia tecnología IGBTs (Isolated Gate Bipolar Transistor), que proporciona un mejor rendimiento y menos calor de disipación. Poseen gran capacidad para soportar sobrecargas y bajos consumos sin conexión de cargas.

Traen incorporados uno o más microprocesadores que permiten otras prestaciones como la regulación del sistema acumulador (eliminación del regulador), selección del tipo de acumulador (se adapta a las características del modelo de acumulador), diferentes niveles de parada por nivel bajo de acumulación, automática desconexión por debajo y conexión por encima de un nivel de potencia (posición bajo consumo, stand-by), contadores de la energía consumida y almacenada, etc.

En la imagen siguiente se ilustra una señal vista por osciloscopio de una onda senoidal pura.

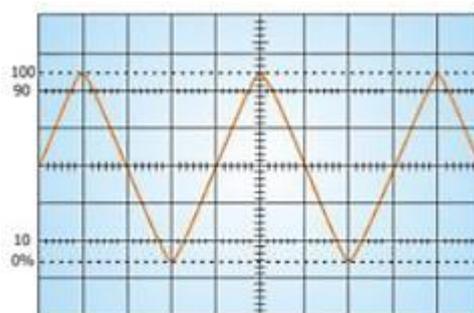


Imagen: Forma de onda senoidal pura. Fuente: elaboración propia en base a ENERTIK energía solar

Se adjunta planilla con todas las descripciones del inversor seleccionado.

7- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLEADO DEL SISTEMA

Para la sección de los conductores del lado de Corriente Continua o AC se elegirá de manera que su caída de tensión sea inferior a los valores mostrados en la siguiente tabla con los porcentajes límite de caída de tensión en el cableado de la instalación, igual que el capítulo anterior. Para el cálculo de las protecciones y conductores del lado de Corriente Alterna del sistema, ver en la sección: **Protecciones Tablero Seccional de Mando y Control**.

PARTICULARIDAD DEL CABLEADO	CAÍDA DE TENSION (Ct)	TIPO DE CORRIENTE
Distancia entre campo de paneles, regulador y sistema de acumulación.	<1%	DC
Distancia entre sistema de acumulacion e inversor.	<1%	DC
Cableado de iluminación.	<3%	AC

Confeccionando una tabla en el programa Excel calculamos la sección mínima para los distintos tramos del circuito del sistema lado AC. *Fuente: elaboración propia*

CÁLCULO DEL CABLEADO DEL SISTEMA						
$S = \frac{0,036 \cdot I \cdot L \cdot 100}{V \cdot C_t}$	Ct%	TENSIÓN V	CORRIENTE A	LONGITUD m	SECCIÓN mm ²	TIPO DE CORRIENTE
PLANTA FV-INVERSOR	<1%	344,16	17,39	8	1,46	DC
BATERIA- INVERSOR	<1%	48	124,69	1,5	14,03	DC

Una vez conocida la sección mínima del conductor, se determinará la intensidad máxima para los conductores de cobre, siempre eligiendo el tipo de cable inmediatamente superior al calculado. De la tabla de intensidades máximas en amperios para un cable con conductores de cobre aislados con goma o con policloruro de vinilo, seleccionados en la siguiente tabla.

El fabricante del inversor recomienda usar un diámetro nominal de 6AWG (16mm²) para el banco de baterías al inversor. Y para la Planta F.V. recomienda 10AWG (6mm²), por lo que utilizaremos las recomendaciones del fabricante.

SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	AL AIRE O EMPOTRADOS		BAJO TUBO O CONDUCTO	
	Unipolar	Bipolar	Unipolar	Bipolar
0,5	7,5	5,5	7	5
0,75	10	8	9	7
1	13	10,5	12	8,5
1,5	17	13	15	12
2,5	23	18	21	16
4	31	25	28	22
6	40	32	34	28
10	55	44	49	38
16	74	59	64	51
25	97	78	85	68
35	120	97	110	83
50	145	115	130	98
70	185	140	160	118
95	225	166	200	140
120	260	---	230	---

Imagen: Tabla de selección de sección del conductor. Fuente: elaboración propia

Corriente de cortocircuito de los paneles: $I_{SC} := 18.50 \text{ A}$

Corrientes máximas admisibles para los siguientes conductores seleccionados:

$$I_{6mm} := 40 \text{ A} \quad ; \quad I_{16mm} := 73 \text{ A}$$

Las temperaturas de los conductores más comunes utilizados en plantas fotovoltaicas son:

Polietileno reticulado $XLPE := 90 \text{ }^\circ\text{C}$; más usado.
Etileno-propileno $EPR := 90 \text{ }^\circ\text{C}$
Policloruro de vinilo $PVC := 70 \text{ }^\circ\text{C}$; más desfavorable - económicamente es más conveniente.

La temperatura a la que trabaja el cable esta dado por:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)$$

Donde:

To => Temperatura ambiente del conductor.

Tmáx. => Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.

I => Intensidad que circula por el conductor.

I máx. => Intensidad máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento.

La temperatura ambiente suponemos 20° C, y la corriente que circula, al estar los paneles solares conectados en serie, es la máxima de un panel (Isc)

$$T_0 := 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad ; \quad T_{max} := 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{6mm} := T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I_{SC}}{I_{6mm}} \right) = 43.125 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{16mm} := T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I_{SC}}{I_{16mm}} \right) = 32.671 \text{ }^\circ\text{C}$$

Para ambos casos la T no super la temperatura T máxima del conductor, por lo que son aceptables.

Fuente consultada:

“Calculo sección de cable para paneles solares” (SunFields Europe, s.f.)

Protecciones para el lado de DC:

Se colocaran protecciones para la planta fotovoltaica hacia el inversor, y también se instalarán las protecciones para las batería hasta el inversor. Por seguridad, se emplearán para las protecciones del lado del inversor- planta FV, los siguientes equipos:

Sobretensiones transitorias:

Se producen cuando hay aumentos de tensión muy elevados, del orden de kV, y de muy corta duración, unos pocos microsegundos, originados principalmente por el impacto de un rayo, pero también pueden ocasionarse por conmutaciones defectuosas de la red. Bien mediante un contacto directo o bien por un contacto indirecto, el rayo provoca un pico de tensión de kV que se propaga por la red, provocando el deterioro de los receptores.

Uc valor de tensión máxima que soporta el equipo en voltios bajo condiciones de operaciones estándar, teniendo en cuenta el valor nominal de la red Un.

$$U_C := 500 \text{ V}$$

Up tensión máxima instantánea que soporta el equipo en kV, cuando desvía la corriente de choque hacia la tierra.

$$U_P := 0,5 \text{ a } 1 \text{ kV}$$

I_{IMP} o I_{max} corriente máxima de descarga en kA que soporta el equipo con forma de onda (8/20 μ seg)

$$I_{IMP} := 20 \text{ o } 40 \text{ kA}$$

I_N corriente nominal de descarga en kA y puede soportar 20 veces sin afectar su integridad u operatividad.

$$I_N := 10 \text{ o } 20 \text{ kA}$$



Principal	
Range of product	ACEB
Nombre del producto	ACEB iPRF1
Nombre corto del dispositivo	iPRD PV-DC
Tipo de producto o componente	Descargador de sobretensiones con cartucho enchufable
Número de polos	2P
Tipo de salida	Contacto (sin tensión)
Composición contactos de señal	1 SPD (1 CUA)
Tipo limitador sobretensión	Red de distribución eléctrica
Tensión de circuito abierto	800 V

Imagen: Descargador seleccionado. Fuente: elaboración propia en base a (se.com/ar/es)

Fusible Bipolar DC:

Un cartucho fusible en cada matriz protegerá los cables de la corriente con fallo y ayudará a minimizar cualquier riesgo para la seguridad. También aislará la matriz con fallo para que el resto del sistema fotovoltaico pueda continuar generando electricidad.

Tomando en cuenta los valores del arreglo de los paneles fotovoltaicos, extraemos de la tabla del fabricante los siguientes valores:

$$U_{OC} := 46.1 \text{ V} ; I_{SC} := 18.5 \text{ A} ; n_{FV} := 9$$

$$\text{Entonces: } U_{OCarreglo} := n_{FV} \cdot U_{OC} = 414.9 \text{ V}$$

$$U_N := 500 \text{ V Tension nominal sugerida}$$

Para la corriente nominal del fusible, se utilizará un factor de 1,25 por la corriente de cortocircuito brindada por el fabricante de los paneles, dado que no hay una rama en paralelo de la planta FV la misma es la indicada por tabla del fabricante.

$$I_n := 1.25 \cdot I_{SC} = 23.13 \text{ A}$$

$$I_n := 25 \text{ A Corriente nominal sugerida}$$

Cartuchos fusible fotovoltaicos de 10 x 38 mm, de 4 a 30 A, 600 V CC, serie PVM

Descripción

Una serie de cartuchos fusibles Midget de 600 V CC de acción rápida UL 2579 diseñados específicamente para proteger sistemas de energía solar en condiciones de temperatura ambiente extrema, corriente de fallo de bajo nivel y altos ciclos (corriente inversa, fallo de multigrav).

Símbolo del catálogo

PVM-(régimen de amperios)

Tamaño de fusible

10 x 38 mm



Norma/Aprobaciones

Homologado por UL 2579, Guía JF6A, Archivo E335324, Certificación de componente CSA C22.2

Envasado

10

Datos técnicos

Tensión: 600 V CC a UL 2579

Tensión: 4-30 A

Régimen de interrupción: 50 kA CC

Portafusibles / bloques de fusibles recomendados

- Bloques de fusibles abiertos:
 - Serie BM (ficha de producto 1104)
- Portafusibles modular:
 - CHPV 1000 V CC (ficha de producto 720147)
- Abrazaderas de fusible:
 - Serie 1A3400 (ficha de producto 2131)
- Portafusibles en línea:
 - Serie HPV (fichas de producto 2157)

Números de catálogo

Número de referencia	Corriente (A)	Tensión (V CC)
PVM-4	4	
PVM-5	5	
PVM-6	6	
PVM-7	7	
PVM-8	8	
PVM-9	9	600 [UL]
PVM-10	10	
PVM-12	12	
PVM-15	15	
PVM-20	20	
PVM-25	25	
PVM-30	30	



CHPV

Pérdida de potencia (varios)

Número de referencia	Régimen de amperios	Pérdida de potencia (vatios)	
		0,8 I _B	I _B
PVM-10	10	1,04	1,05
PVM-15	15	1	1,72
PVM-30	30	1,05	2,91

Imagen: Fusible y porta fusible seleccionado. Fuente: Eaton Industries Manufacturing GmbH, Octubre 2014)

Para las protecciones del lado del inversor - banco de baterías, los siguientes equipos:

Fusible Bipolar DC:

Tomando en cuenta los valores del arreglo del banco de baterías, extraemos de la tabla del fabricante los siguientes valores:

$$U_{Bat} := 48 \text{ V} ; n_{Bat} := 7$$

$$U_{NBat} := 50 \text{ V Tensión nominal sugerida}$$

$$I_B := \frac{P_{TOTALSISTFV}}{V_{sist}} = 124.7 \text{ A Corriente de carga baterías}$$

Para la corriente nominal del fusible, se utilizará un factor de 1,25 por la corriente de cortocircuito brindada por el fabricante de los paneles, dado que no hay una rama en paralelo de la planta FV la misma es la indicada por tabla del fabricante.

$$I_n := 1.25 \cdot I_B = 155.86 \text{ A}$$

$$I_n := 200 \text{ A Corriente nominal sugerida}$$

Cartuchos fusible fotovoltaicos NH, de 32 a 400 A, 1000 V CC, serie PV-ANH

Descripción
 Una serie de cartuchos fusibles de lamina NH diseñada específicamente para proteger y aislar desconexiones y combiadores de matrices fotovoltaicas. Estos cartuchos fusibles pueden interrumpir los sobrecorrientes bajas asociadas con sistemas fotovoltaicos en fallo (corriente inversa, falta de multi-matriz).

Microinterruptores opcionales
 170H0226, 170H0228

Normas / Aprobaciones
 IEC 60269-6, UL 2579 (Número de referencia E335324)
 En la lista de CSA
 Compatible con RoHS, CCC pendiente

Simbolo del catálogo
 PV+regimen de amperios ANH+tamaño

Clase de funcionamiento
 gPV

Tamaño del fusible
 Tamaño 1, 2 y 3 NH

Envaseado
 CMP: 3
 Embalaje 100% reciclable.

Datos técnicos

Tensión	1000 V CC
Corriente	20-400 A
Capacidad de corte nominal	50 kA
Constante de tiempo	1.3 ms



Número de referencia	Tamaño de fusible	Corriente (A)	Tensión (V CC)	Integrales de energía Ft (A ² s)		Pérdida de vatios (W)	
				Prearco	Total a 1000 V CC	0,8 I _n	I _n
PV-32ANH1		32		80	720	4,3	8,5
PV-40ANH1		40		185	1670	4,6	9
PV-50ANH1		50		400	3600	5,4	10,5
PV-63ANH1	NH1	63		470	4300	6,1	12
PV-80ANH1		80		640	5760	7,9	15,5
PV-100ANH1		100		1300	11 700	8,4	16,5
PV-125ANH1		125		2600	23 400	8,9	17,5
PV-160ANH1		160	1000 (IEC/UL)	5200	46 800	12,2	24
PV-200ANH1		200		10 200	82 000	13	25
PV-250ANH2	NH2	250		26 000	129 000	23	35
PV-300ANH3		300		32 900	260 000	27	44
PV-315ANH3		315		32 500	260 000	27	44
PV-350ANH3	NH3	350		51 600	412 800	28	46
PV-355ANH3		355		51 600	412 800	28	46
PV-400ANH3		400		76 000	608 000	30	50

Imagen: Fusible seleccionado. Fuente: elaboración propia en base a (eaton.com)

En esta sección se han consultado referencias sobre:

Sobretensión transitoria (Wikipedia.org, 2021)

“Guía de aplicaciones fotovoltaicas de Bussmann” (Eaton Industries Manufacturing GmbH, Octubre 2014)

8- ESTRUCTURA DE SOPORTE

Para soportar la planta fotovoltaica, se empleará un contenedor seco tipo marítimo, el cual permitirá dar seguridad a la instalación fotovoltaica protegiendo el inversor, paneles, banco de baterías y demás accesorios de la planta. Aislando ésta de la manipulación de terceros, por seguridad de los transeúntes que circulen la zona y cuidado del elevado costo de los equipos componentes.

40' Estandar
Largo Externo = 12,190 m
Largo Interno = 12,030 m
Ancho Externo = 2,438 m
Ancho Interno = 2,345 m
Alto Externo = 2,591 m
Alto interno = 2,400 m

Ventajas del uso de contenedor:

- ✓ Seguridad del equipo y de las personas que circulan la zona.
- ✓ Posibilidad de transportar toda la planta dentro del contenedor para luego ser plantada en el lugar del proyecto.
- ✓ Separación de la planta de la tierra y objetos lindantes, mejorando el factor de ensuciamiento y sombra.
- ✓ Manipulación segura de los operarios de la planta, para mantenimiento y montaje.

El sistema de montaje de techo de inclinación será ajustable y se ajustará fácilmente a diferentes techos planos o aplicaciones de terreno abierto, debido a su ángulo de inclinación variable y opciones de apoyo tanto para la abrazadera del techo como para la penetración del techo.



Características técnicas del sistema de soporte:

Technical data

- Application: Flat roof
- Tilt angle: Fixed, 10-15°, 15-30°, 30-60°
- Roof slope: Up to 45°
- Building height: Up to 20 m
- Wind speed: Up to 88 m/s
- PV module: Framed
- Module orientation: Landscape, portrait
- Material: Anodized aluminum 6005 T5 stainless steel 304, 410

Ventajas:

- ✓ Facilidad de instalación.
- ✓ Accesibilidad.
- ✓ Acción del viento pequeña.
- ✓ Buen anclaje.
- ✓ No ocupa superficie útil.
- ✓ Se encuentra cerca del punto de consumo.
- ✓ Evita el vandalismo.

Imágenes de ejemplos de plantas montadas sobre contenedores.



Imagen: Ejemplos de plantas solares fotovoltaicas sobre contenedores. Fuente: elaboración propia

3.4 PROTECCIONES TABLERO SECCIONAL DE MANDO Y CONTROL – LADO CORRIENTE ALTERNA

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección normalizada que satisface simultáneamente las condiciones siguientes.

1- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizaran para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suelen ser de 70°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

Fórmula de cálculo: $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$; es la intensidad que circula por la línea.

Luego buscaremos la sección necesaria por intensidad máxima admisible en la Tabla siguiente:

ITC-BT-07. REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSION.

Tabla 5. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	55
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tipo de aislamiento:
 XLPE – Polietileno reticulado
 EPR – Etileno propileno
 PVC – Policloruro de vinilo

Temperatura del terreno: 25°C
 Profundidad de la instalación: 0,70 m
 Resistividad térmica del terreno: 1 K m/W

(1) Incluye conductor neutro, si existe
 (2) Para el caso de dos cables unipolares, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna de la terna de cables unipolares de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.
 (3) Para el caso de un cable bipolar, la intensidad máxima admisible será la correspondiente a la columna del cable tripolar de la misma sección y tipo de aislamiento, multiplicada por 1,225.

Imagen: Tabla ITC-BT Intensidad máxima admisible

2- Criterio de la caída de tensión.

La circulación de la corriente a través de los conductores, ocasionan una pérdida de potencia transportadora por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre tensiones en el origen y extremo de la canalización. Ésta caída debe ser inferior a los límites marcados por el reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Según las Reglamentaciones de Baja Tensión ITC-BT-19 dice que:

“La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del **3 %** de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del **3 %** para alumbrado y del **5 %** para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del **4,5 %** para alumbrado y del **6,5 %** para los demás usos.”

Para nuestros cálculos de Sección utilizamos el 3% de U.

Fórmulas de cálculo:

$$\Delta U_{\text{monofásica}} = \frac{2 \times (\Sigma P) \times L}{\rho_{Cu} \times S \times U} \quad \Delta U_{\text{trifásica}} = \frac{(\Sigma P) \times L}{\rho_{Cu} \times S \times U}$$

$\rho_{Cu} = 1/56$ $P =$ Potencia (W) $L =$ Longitud (m) $S =$ Sección (mm²) $U =$ Tensión (V)

$$\Delta U_{\text{TOTAL}} = \Sigma U_{\text{monofásica}} + \Sigma U_{\text{trifásica}}$$

Utilizando la herramienta Microsoft Office Excel veremos a continuación el cálculo de caída de tensión, para saber si los dos circuitos dibujados respetan la caída de tensión en los extremos de la línea, y estos sean menores al 3% de U, como hemos mencionado anteriormente. Para ello utilizaremos los circuitos más desfavorables.

Circuito nº1:

LUMINARIA NÚMERO	Ub (v)	CARGA (W)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	SECCIÓN DEL TRAMO (mm2)	CAÍDA DE TENSIÓN PARCIAL (V)
L1	220	150	31	4	0,189
L2	220	300	31	4	0,377
L3	220	450	31	6	0,377
L4 - L6	220	750	31	10	0,377
CAIDA TOTAL DEL CIRCUITO				1,998 (V)	

Verifica (<3% de U)

Circuito nº2:

LUMINARIA NÚMERO	Ub (v)	CARGA (W)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	SECCIÓN DEL TRAMO (mm2)	CAÍDA DE TENSIÓN PARCIAL (V)
L10	220	150	31	4	0,189
L9	220	300	31	4	0,377
L8	220	450	31	6	0,377
L7	220	600	31	10	0,302
L5	220	750	31	10	0,377
CAIDA TOTAL DEL CIRCUITO				1,623 (V)	

Verifica (<3% de U)

3- Criterio de la intensidad de cortocircuito.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislante del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suelen ser de 160°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto del cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

La corriente de cortocircuito calienta por efecto Joule los conductores por los cuales circula, provocando temperaturas muy elevadas. Afecta todos los elementos de la línea: contactos de interruptores, bobinados de motores y transformadores, etc.

Es necesario dar al conductor una sección suficiente para que la temperatura alcanzada por el cable no supere el valor máximo admisible por el aislamiento, dentro de un intervalo de tiempo que corresponde al de actuación del dispositivo automático contra cortocircuito.

El cortocircuito es un fenómeno transitorio con una duración muy corta, por lo que se considera que es una transformación adiabática:

- ✓ No hay intercambio de calor con el ambiente
- ✓ Todo el calor generado se emplea en hacer aumentar la temperatura de los conductores
- ✓ La red está funcionando y ha tomado su temperatura de régimen, 'Tr'.
- ✓ La intensidad de cortocircuito produce una elevación de temperatura hasta 'Tm'.

✓ 'Tm' depende del tiempo que dura el fenómeno y del tipo de aislante.

Fórmula de cálculo:

$$s = k' \cdot I_k \sqrt{t} \text{ donde } k' = \sqrt{\frac{\rho}{\gamma \cdot c_p \cdot (T_m - T_r)}}$$

Ik= corriente permanente de cortocircuito (A)

t= tiempo de duración del defecto (s)

s= sección del conductor (mm²)

cp= calor específico del conductor , cobre: 384.6 (J/kg.°C) ; aluminio: 924.9 (J/kg.°C)

Tm= temperatura máxima soportable durante tiempo limitado por el aislante (°C)

Tr= temperatura de régimen soportable por el aislante por tiempo ilimitado (°C)

γ= densidad

La siguiente tabla indica las temperaturas límites de utilización de los distintos aislamientos:

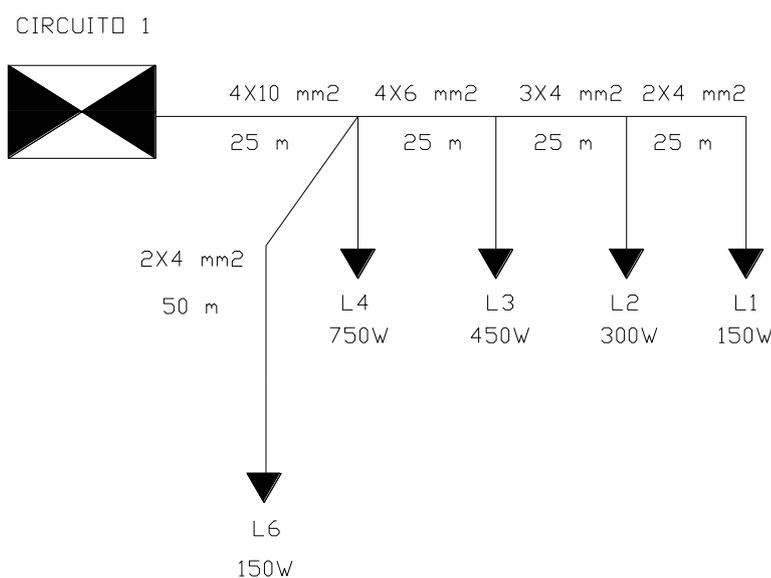
Tipo de aislamiento	Servicio permanente	Cortocircuito (duración máxima 5s)
Policloruro de vinilo (PVC)	70	160
Polietileno reticulado (XLPE), Etileno propileno (EPR), Goma butílica	85	220

Imagen: Norma UNE 20-460-90, parte 4-43

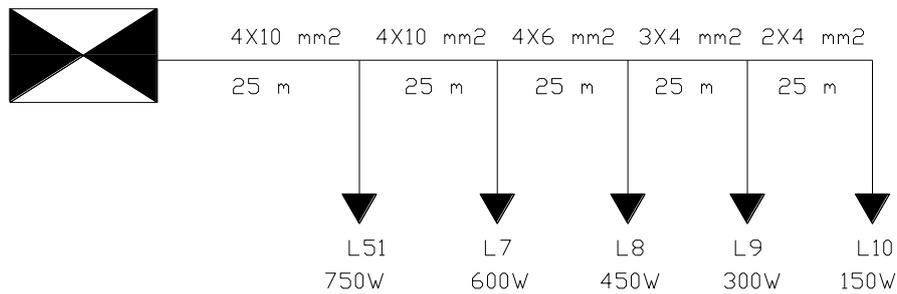
Los valores de k, según el tipo de conductor y aislamiento de los cables, son:

$k=1/k'$	Aislante/conductor
115	PVC sobre Cu
74	PVC sobre Al
135	XLPE o EPR sobre Cu
87	XLPE o EPR sobre Al

Luego de todo lo anterior se procede a realizar el diagrama unifilar de cada circuito eléctrico. En este diagrama se colocan la cantidad de luminarias por circuito y la sumatoria de la carga por luminaria, la longitud entre columna, sumada la distancia que hay desde la base de la columna hasta la ventana de inspección de aproximadamente 3 metros por cada columna. Se coloca la cantidad de fases que entran a cada columna y la sección de cada tramo. Desde la luminaria hasta la bornera de derivación de la columna se usa un cable de $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$.



CIRCUITO 2



El conductor seleccionado para esta obra será el siguiente:



Baja Tensión 0,6 / 1,1 kV

Instalaciones Fijas

- ▶ Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios; tipos VV-K y VV-R
- ▶ 0,6 / 1,1 kV
- ▶ IRAM NM 2178

Imagen: Conductores Prysmian para Baja Tensión

Baja Tensión

0,6 / 1,1 kV

VV-K / VV-R



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

Instalaciones Fijas

SINTENAX VALIO

IRAM 2178

> **CONDUCTOR**

Metal: Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.

Forma: redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.



Flexibilidad:

- Conductores de cobre :
 Unipolares : Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm² e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).
- Multipolares : Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores , siendo circulares compactas hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.
- Conductores de aluminio :
 Unipolares : Cuerdas circulares Clase 2 , normales o compactas según corresponda.
- Multipolares : Cuerdas circulares Clase 2 normales o compactas según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

									
Norma de Fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	Cuerdas flexibles hasta 35 mm ²	No propagación de la llama	No propagación del incendio	Resistencia a agentes químicos	Sello IRAM	Sello de Seguridad Eléctrica	Marcación secuencial de longitud

CONDICIONES DE EMPLEO


En bandejas


Directamente enterrado


Enterrado en canaletas


Enterrado en cañerías



Edición Diciembre 2008

Imagen: Tapa de catálogo Prysmian Sintenax para BT

Sintenax Valio



- > **AISLANTE**
PVC especial, de elevadas prestaciones eléctricas y mecánicas.
Colores de aislamiento:
Unipolares: Marrón
Bipolares: Marrón / Celeste
Tripolares: Marrón / Negro / Rojo
Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste
Pentapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste / Verde-Amarillo
- > **RELLENOS**
De material extruído o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.
- > **Protecciones y blindajes (eventuales):**
Protección mecánica: Para los cables multipolares se emplea una armadura metálica de flejes o alambres de acero zincado (para secciones pequeñas o cuando la armadura deba soportar esfuerzos longitudinales); para los cables unipolares se emplean flejes de aluminio.
Protección electromagnética: En todos los casos el material empleado es cobre recocido. Se utiliza en estos casos dos cintas helicoidales, una cinta longitudinal corrugada o alambres y una cinta antidesenrollante. Asimismo, y en caso de requerirse, se puede considerar un blindaje (también con alambres y cinta antidesenrollante) especialmente diseñado para cables que alimenten variadores de frecuencia.
- > **ENVOLTURA**
PVC ecológico tipo ST2, IRAM 2178
Marcación:
PRYSMIAN SINTENAX VALIO[®] - IND. ARG. - 0,6/1,1kV - Cat II Nro. de conductores + Sección—IRAM 2178 - Marcación secuencial de longitud.
- > **SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN IRIS TECH**
La franja de color de la tecnología IRIS TECH, utilizada en los cables Sintenax Valio de hasta 35 mm² inclusive, permite identificar la sección del conductor y escribir sobre la misma la identificación del circuito u otras informaciones de interés.
Normativas
IRAM 2178, IEC 60502-1 u otras bajo pedido (HD, ICEA, NBR, etc.).
Tensión nominal de servicio 1,1V
Ensayos de fuego:
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2.
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-24; IEEE 383/74.
Prysmian elabora también bajo pedido cables Sintenax Valio "Cat A" (IRAM NM IEC 60 332-3-22), especiales para montantes.
Certificaciones
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE.

CARACTERÍSTICAS

Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.

Acondicionamientos:



Bobinas



Imagen: Sintenax Prysmian página 02

Sintenax Valio

Características técnicas- Cables con conductores de cobre

Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislamiento mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
------------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	----------------------	------------------------------------------------------	-------------------------------

Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)

1,5	1,5	0,8	1,8	10	152	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	11	195	9,55	0,09995
4	2,5	1,0	1,8	13	280	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	356	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	509	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	20	786	1,45	0,0813
25	7,1	1,2	1,8	26	1270	0,933	0,0780
35	8,3	1,2	1,8	28,5	1630	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2075	0,464	0,0777
70	10,9	1,4	2,0	30	2365	0,321	0,0736
95	12,7	1,6	2,1	33	3208	0,232	0,0733
120	14,2	1,6	2,2	36	3910	0,184	0,0729
150	15,9	1,8	2,4	40	4806	0,150	0,0720
185	17,7	2,0	2,5	44	5956	0,121	0,0720
240	20,1	2,2	2,7	49	7729	0,0911	0,0716
300	22,5	2,4	2,9	54	9636	0,0730	0,0714

Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)

1,5	1,5	0,8	1,8	11	180	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12	233	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	337	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	433	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	627	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	992	1,45	0,0813
25/16	-	1,2/1,0	1,8	27	1430	0,933	0,0780
35/16	-	1,2/1,0	1,8	29	1780	0,663	0,0760
50/25	-	1,4/1,2	1,9	31	2355	0,464	0,0777
70/35	-	1,4/1,2	2,0	31	2742	0,321	0,0736
95/50	-	1,6/1,4	2,2	35	3736	0,232	0,0733
120/70	-	1,6/1,4	2,3	39	4643	0,184	0,0729
150/70	-	1,8/1,4	2,4	42	5546	0,150	0,0720
185/95	-	2,0/1,6	2,6	47	6969	0,121	0,0720
240/120	-	2,2/1,6	2,8	53	8973	0,0911	0,0716
300/150	-	2,4/1,8	3,0	59	11154	0,0730	0,0714

NOTA: - Diámetros no aplicables para conductores sectoriales.

- Reactancia calculada para tres cables unipolares en plano con separación libre de un diámetro.



04

Imagen: Sintenax Prysmian página 04

Datos Eléctricos

Intensidad admisible en ampere para cables con conductores de cobre.

Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
mm ²	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1,5	25	20	28	29	25
2,5	33	27	37	39	34
4	43	35	47	51	44
6	53	44	59	65	55
10	71	58	80	88	74
16	91	75	104	112	95
25	117	96	134	137	117
35	140	115	162	164	140
50	-	137	198	-	173
70	-	169	240	-	211
95	-	201	280	-	254
120	-	228	324	-	290
150	-	258	363	-	325
185	-	289	405	-	369
240	-	333	475	-	428
300	-	377	533	-	484

- (12) Un cable bipolar
- (13) Un cable tripolar o tetrapolar
- (14) Tres cables unipolares
- (15) Un cable Bipolar
- (16) Un cable Tripolar o Tetrapolar

Notas generales:

- Cables en aire: se consideran cables en un ambiente a 40° C.
- Cables enterrados: un circuito de tres cables unipolares en contacto mutuo o un cable multipolar, enterrados a 0,70 m. de profundidad en un terreno a 25° C. y 100° C^ocm/W de resistividad térmica.
- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.
- Las intensidades de corriente han sido verificadas para los diseños de cables vigentes de Prysmian, para las condiciones de tendido establecidas en el RIEI de la AEA.



Imagen: Sintenax Prysmian página 08

Las características de los cables antes mencionados del catálogo de Prysmian, son a modo de ejemplo para nuestro cálculo, incluidos los catálogos de los siguientes temas.

Para la salida del inversor al tablero del lado de alterna o AC, el fabricante del inversor recomienda una sección de conductor de 10 AWG equivalente a 6mm², pero Parody, Gabriel Ignacio.

dado que nuestro cálculo de sección nominal, que va desde el tablero al circuito de luminarias es de 10mm^2 de sección, por lo que este mismo calibre será el utilizado para unir el inversor al tablero del lado alterna.

DESCRIPCION DEL SISTEMA AC

Se instalarán 10 (diez) luminarias del tipo LED, con 1 (UNO) tableros generales, ver plano adjunto.

Los artefactos de iluminación serán del tipo LED de 150Watt como mínimo, eficiencia >120 Lúmen/Watt, Temp < 4.000 °K, S/ IRAM.

Los artefactos de iluminación tipo LED según Normas IRAM AADL J 2020-4, IRAM AADL J 2021, IRAM AADL 2022 e IRAM AADL J 2028-2-3.

Todo el sistema deberá cumplir con lo requerido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. Cumpliendo las documentaciones a presentar, normas, ensayos y cálculos lumínicos.

Se instalarán 10 (DIEZ) columnas con un brazo de 2,50m de 9,00m de altura libre (altura total 10m), con puesta a tierra. Las mismas estarán dispuestas y distribuidas según plano adjunto.

Todas las columnas se ubicarán en las banquetas a una distancia no menor a 3,50 m del borde de calzada o dársena, separadas entre sí a una distancia de 25,00m.

Cada equipo se conectará a la puesta a tierra existente y bornera de derivación con terminales de Cu, a través de un cable tierra de $2 \times 2,5\text{mm}^2 + T$ de sección.

El conexionado de todas las luminarias, se efectuará en forma subterránea, quedando conectadas a través de borneras de derivación ubicadas en cada una de las columnas del tipo Riel Din, con su correspondiente interruptor termomagnético de 6A, ubicados en el interior de cada columna.

Cada columna constara de puesta a tierra con cable de 16 mm² de sección normalizada con una longitud de 1,5 m y se le agregara la tapa metálica a la ventana de inspección por columna. –

El sistema de comando de las luminarias será centralizado, a través de un temporizador digital programable Riel Din en el tablero, que alimenta el tablero del sistema, ubicados en cada uno de los gabinetes asignados para la medición, control y comando de las mismas, este será estanco para intemperie.

También deberán constar con seccionador de fusibles NH tipo GL por fase, un interruptor termo magnético principal y uno por circuito a cada uno, disyuntores de 300 mA, y sus Contactores correspondientes.

EQUIPOS SELLECCIONADOS

TABLERO GENERAL LADO ALTERNA AC:

Todos los componentes del tablero de comando, donde se hará mención de todas sus características técnicas, junto con los catálogos de selección de los mismos, y especificamos el o los elementos a utilizar en el proyecto.

Seccionador bajo carga

Formado de un sistema de seccionador manual, con bandeja porta fusibles por fase, según la carga. Sirve para proteger la línea aguas arriba contra cortocircuitos, y como elemento de maniobra.

Seleccionamos para nuestro proyecto el seccionador porta fusible de baja carga, para tamaño de fusible 00, de hasta 160A de corriente nominal. (VER ILUSTRACIÓN 7 Y 8).

Fusibles

Fusibles tipo NH, denominados ocasionalmente de cuchilla, son utilizados normalmente en plantas industriales, y en redes de distribución para proteger líneas

Parody, Gabriel Ignacio. AÑO 2024

eléctricas, conductores y maquinarias. Los tipo gL - gG sirven para protección contra sobrecargas y cortocircuitos en líneas y redes de uso generalizado.

Seleccionamos, dos fusibles tipo NH tamaño 00 clase gL de 35A de corriente nominal. (VER LAS SIGUIENTES IMAGENES).

Seccionadores fusibles bajo carga



NUEVO MODELO TETRAPOLAR

LÍNEA HR17 HASTA 630 A

- 4 tamaños constructivos: 160/250/400 y 630A, de acuerdo con los fusibles de ACR tipo NT/NH T 00, 1, 2 y 3 Tripolares y tetrapolares.
- Modelo tetrapolar: provisto con puente cichilla removible para el seccionamiento del neutro configurable a izquierda o derecha.
- Alta Capacidad de interrupción $\geq 120\text{kA}$.
- Cuerpo totalmente aislante e ignífugo.
- Fijación sobre panales o en gabinetes.
- Cubrebombes aislantes.
- Conexión frontal para terminales a compresión (modelo HR17-00 provisto también con apretadores directos para cables de Cu flexibles M8 o 2xM5).
- Gran visor frontal transparente que permite visualizar los fusibles y su estado sin tener que abrir el seccionador.
- Provistos con fusibles NT.
- Conforme a IEC 60947-3 y VDE 0660.

Equipamiento BAW
Tel/Fax: (54 11) 4381-2239 (rot.)
ventas@etaelectro.com
etaelectro.com



Imagen: Catalogo BAW Seccionadores Bajo Carga para BT- Tapa

Seccionadores fusibles tripolares Línea HR17 hasta 630 A

GENERALIDADES

Los seccionadores fusibles **BAW** serie **HR17** permiten conectar y desconectar bajo carga, circuitos y consumos eléctricos tripolares y/o tetrapolares. Su combinación con fusibles NT/NH de alta capacidad de ruptura (ACR) protege contra sobrecargas y cortocircuitos a redes, máquinas y aparatos. Presentan una distancia de apertura que permite prescindir de un seccionamiento adicional.

Al emplearse fusibles ACR pueden desconectarse con seguridad intensidades de cortocircuito > 100 kA (valor eficaz). Los seccionadores fusibles son aptos para montar en gabinetes, tableros o bastidores. Poseen protección contra contacto accidental y ofrecen protección adicional contra tensiones de contacto peligrosas.

Los seccionadores responden a las normativas: IEC 947-3 (EN 60947-3) y VDE 0660. Los fusibles soportados se ajustan a los requerimientos de la IEC 269 y sus dimensiones a la norma DIN 43620 (*).

Los seccionadores fusibles **BAW** serie **HR17** poseen protección conforme a IEC 529 y DIN 40050, una vez instalados en tableros, etc., se obtiene una protección tipo IP40 por el frente de operación con la tapa colocada, o sea protección contra contacto con herramientas u objetos extraños de tamaño >1mm.

Están previstos para servicio en interiores en los cuales no se presenten condiciones extremas por polvo en suspensión, vapores nocivos o gases. En ambientes polvorientos o húmedos deben ser alojados en gabinetes con grado de protección adecuado (>IP55).

Los seccionadores fusibles **BAW** serie **HR17** pueden operar a corriente nominal en las siguientes condiciones ambientales: -5° a 45° C, humedad relativa del 90% y altitud de 2000m.

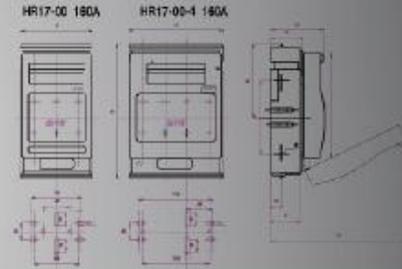
Su operación debe ser efectuada en forma rápida y enérgica.

CONSTRUCCIÓN

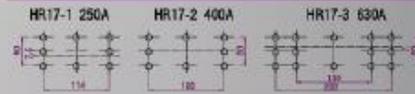
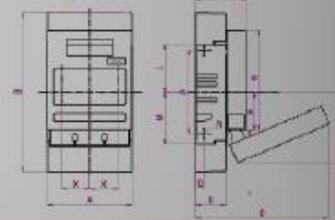
Los seccionadores fusibles **BAW** serie **HR17** se componen de una base y una tapa con manija totalmente aislantes. Los aislantes termoplásticos empleados son ignífugos y exentos de halógenos, siendo su color gris (RAL 7035). El bastidor ó base soporta las pizas de contacto de las bases anipolares donde insertan las cuchillas. Todos los aparatos están dotados de cámaras apagachispas y protección contra contacto accidental, de manera que estando abierta la placa-manija todas las partes bajo tensión poseen grado de protección IP20/10.

Los fusibles NT/NH y sus cuchillas seccionadoras se alojan en la tapa-manija, colocándose o removiéndolos manualmente sin necesidad de herramientas. La tapa-manija posee un visor, a través del cual se pueden observar las características de los fusibles y sus indicadores de fusión. Los modelos tetrapolares se proveen con un puente removible ubicado en el lado izquierdo, sin embargo es posible reubicar el mismo del lado derecho de ser necesario.

El sistema de cierre de la tapa-manija impide su caída al no estar colocados los fusibles. Para la colocación o sustitución de los fusibles la tapa puede ser retirada para facilitar dicha operación, al quitarla se posibilita el seccionamiento visible ideal para tareas de mantenimiento ó para evitar una conexión no deseada por personal no autorizado.



HR17-1 250A / HR17-2 400A / HR17-3 630A



	A	B	C	D	E	F	G	H	K
HR17-00	202	83	45	47,5				155	110
HR17-00-4	202	83	45	47,5				155	110
HR17-1	185	301	112,5	66		158	84	223	70
HR17-2	210	351	128	80		158	92	249	81,5
HR17-3	258	351	142,5	94,5		185	98,5	258	48

	L	M	Q	P	Q	R	U	X
HR17-00		205	110			M8	102	
HR17-00-4		205	110			M8	140	
HR17-1	105	115	284	183	20	M10	57	
HR17-2	124	131	328	211	25	M10	85	
HR17-3	127,5	139,5	390	211	28	M12	81	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	HR17-00	HR17-1	HR17-2	HR17-3
Tamaño de fusible	00	1	2	3
Tensión de aislamiento (50Hz)	800V	800V	800V	800V
Tensión nominal (50Hz)	650V 300V 400V	650V 300V 400V	650V 300V 400V	650V 300V 400V
Capacidad de ruptura	AC21B AC22B AC23B	AC21B AC22B AC23B	AC21B AC22B AC23B	AC21B AC22B AC23B
Máxima tensión soportada	3000V	3000V	3000V	3000V
Corriente nominal In	160A 180A	200A 250A	315A 400A 425A	630A
Capacidad de conexión	725V 240A	375A	600A	945A
	525V 460A	750A	1200A	1890A
Capacidad de desconexión	725V 240A	375A	600A	945A
	525V 460A	750A	1200A	1890A
Capacidad de interrupción de cortocircuito con fusibles NT/NH	50kA 120kA	50kA 125kA	50kA 120kA	50kA 125kA
Pérdidas máximas fusibles	15W	23W	34W	40W

CONEXIÓN DE CONDUCTORES

Los bornes de conexión de los seccionadores fusibles son frontales, y están dimensionados para fijar a ellos terminales a compresión. El modelo HR17-00 se provee además de la fijación para terminales, con apretadores directos para cables de Cu flexibles (M8 o 2xM5). Todos los modelos poseen bornes de conexión protegidos.

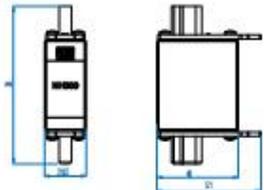
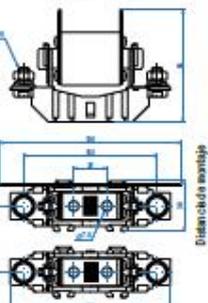
Imagen: Catalogo BAW Seccionadores Bajo Carga para BT- Características Técnicas



Fusibles NH

Los fusibles tipo D y NH clase gL/gG / retardado / 500Vca WEG son fabricados con material cerámico de alta calidad con las siguientes características:

- Elevada capacidad de interrupción (tipo D: 50 kA, tipo NH: 120 kA);
- Bases NH con enclave facilitando el montaje de conjuntos;
- Especificación técnica de acuerdo a la norma IEC 60269

NH000			
Fusible			
Tamaño 000	Corriente Nominal (A)	Tipo	Peso (kg)
	4	FNH000-4U	0,2
	6	FNH000-6U	
	10	FNH000-10U	
	16	FNH000-16U	
	20	FNH000-20U	
	25	FNH000-25U	
	35	FNH000-35U	
	50	FNH000-50U	
	63	FNH000-63U	
80	FNH000-80U		
Dimensiones (mm): 			
BASE Tipo B00NH Peso 0,18 Kg		Dimensiones (mm): 	
ACCESORIOS		Bloque Divisorio 	
Puño Sacos Fusible Tipo PSFNH Peso 0,16 Kg		Tipo PD000NH	

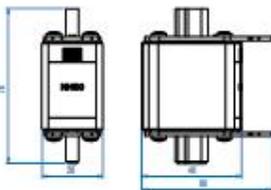
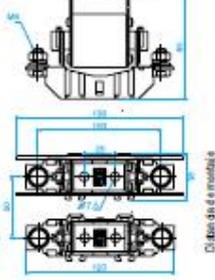
NH00			
Fusible			
Tamaño 00	Corriente Nominal (A)	Tipo	Peso (kg)
	4	FNH00-4U	0,2
	6	FNH00-6U	
	10	FNH00-10U	
	16	FNH00-16U	
	20	FNH00-20U	
	25	FNH00-25U	
	35	FNH00-35U	
	50	FNH00-50U	
	63	FNH00-63U	
	80	FNH00-80U	
	100	FNH00-100U	
	125	FNH00-125U	
	160	FNH00-160U	
Dimensiones (mm): 			
BASE Tipo B0NH0 Peso 0,18 Kg		Dimensiones (mm): 	
ACCESORIOS		Bloque Divisorio 	
Puño Sacos Fusible Tipo PSFNH Peso 0,16 Kg		Tipo PD0NH0	

Imagen: Catalogo WEG para Fusibles- Pág. 2



Fusibles NH - gL / gG

NH3			
Fusible			
Tamaño 3	Corriente Nominal (A)	Tipo	Peso (Kg)
	315	FNH3-315U	0,65
	355	FNH3-355U	
	400	FNH3-400U	0,8
	425	FNH3-425U	
	500	FNH3-500U	1,04
	630	FNH3-630U	1,18

Dimensiones (mm):

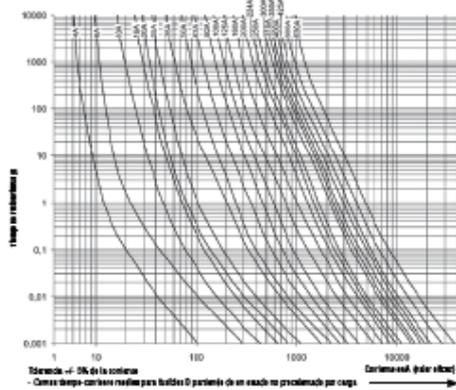
BASE
 Tipo BMH3 Peso: 0,90 Kg Dimensiones (mm):

ACCESORIOS

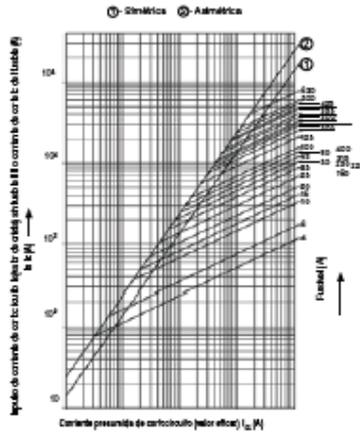
Pufo Saca Fusible Tipo PSFNH Peso 0,16 Kg		Bloque Divisorio Tipo PDNH3
--------------------------------------------------------	--	-------------------------------------------

Curvas Características "NH"

Curva Tiempo x Corriente



Curva de Limitación de corriente



Curva de Selectividad

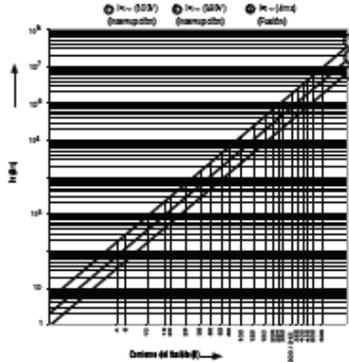


Imagen: Catalogo WEG para Fusibles- Pág. 4

Protección Diferencial

Un interruptor diferencial o también llamado disyuntor, es un sistema de protección automático que se instala en el tablero principal de cualquier instalación eléctrica, aguas debajo de toda carga conectada y que tiene la función de proteger la instalación de derivaciones a tierra y a las personas de contactos directos o indirectos.

Este interruptor automático, corta automáticamente el suministro eléctrico de la instalación en el momento en que se produce una fuga de intensidad.

Los interruptores diferenciales se clasifican según sus fases (monofásico o trifásico), la diferencia de potencial a la que estarán sometidos (230 V o 400 V), la intensidad máxima que les puede atravesar, su sensibilidad, siendo los más habituales de 30 miliamperios y de 300 miliamperios y según el tiempo necesario para su reacción, que no debería ser inferior a 30 milisegundos.

Los interruptores diferenciales disponen de un botón o "tester", marcado generalmente con una T. Este botón sirve para comprobar que el funcionamiento del interruptor diferencial o disyuntor es correcto.

Seleccionamos para nuestro tablero, un Interruptor Diferencial Bipolar de 32 A de corriente nominal, súper inmunizado, cuya corriente diferencial es de 30 mA ó 300 mA.

Interruptor Diferencial

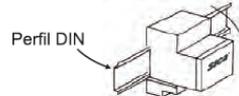


- Palanca en posición hacia arriba: "I" ; "ON"
Interruptor cerrado, indicador de color rojo, circuito energizado.
- Palanca en posición hacia abajo: "O" ; "OFF"
Interruptor abierto, indicador de color verde, circuito desenergizado.

El interruptor diferencial actúa desenergizando al circuito ante la fuga de corriente a tierra, producida por algún equipo defectuoso o por un contacto accidental de las personas con algún elemento de la instalación eléctrica que pueda poner en riesgo vidas humanas, abriendo el circuito en forma instantánea. Una vez que ha sido subsanado el problema que causó la apertura de los contactos del interruptor es necesario reponer el mecanismo del mismo. Para hacerlo, hay que llevar la palanca desde la posición de abierto (abajo), hacia la posición de cerrado (hacia arriba), quedando el circuito energizado.

INSTALACIÓN:

El interruptor diferencial se instala muy fácilmente. El sistema de montaje es sobre perfil DIN, en las cajas de la línea *Prostige* o *Sicabox*, o en cualquier otra que ofrezca el perfil DIN como forma de fijación, y que asegure de igual modo la adecuada protección de los contactos.



- 1) Instalar el interruptor sobre el riel haciendo una ligera presión.
- 2) Seccionar previamente la alimentación desde algún dispositivo anterior (interruptor de cabecera) para trabajar en forma segura y sin riesgos de electrocución.
- 3) Conectar los cables de entrada de energía a los bornes superiores del diferencial. (1 - N / 1 - 3 - 5 - N)
- 4) Colocar la palanca del diferencial en posición "OFF".
- 5) Conectar los cables de carga a los bornes inferiores del diferencial. (2 - N / 2 - 4 - 6 - N)
- 6) Finalmente restablecer la alimentación de energía y colocar la palanca del diferencial en posición "ON" para que el circuito quede en funcionamiento.

NOTA: Si bien la conexión superior o inferior de los conductores de entrada no altera el funcionamiento del Interruptor diferencial, aconsejamos la conexión superior por motivos de uso y costumbre.

GENERALIDADES:

El interruptor diferencial es un dispositivo de protección contra fugas de corriente eléctrica. Permite proteger la vida de las personas ante choques eléctricos causados por:

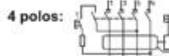
- Desperfectos en electrodomésticos o equipos eléctricos.
- Contactos accidentales de elementos bajo tensión.

Certificado bajo norma IEC 61008-2-1.
 Esta fabricado con materiales de última tecnología que le confieren la seguridad de funcionamiento que necesita.

FUNCIONAMIENTO:

El interruptor diferencial se comanda manualmente por medio de la palanca que posee en su frente, quedando a la vista cuando se lo instala en el tablero.
 Por medio de esta palanca se puede conectar o desconectar la alimentación de energía al circuito eléctrico a voluntad.
 Esta palanca tiene dos posiciones que permiten saber en qué estado se encuentran los contactos del interruptor. Las posiciones son:

Imagen: Catalogo SICA - Interruptor Diferencial



Verificar el correcto ajuste de los tornillos, de lo contrario se pueden producir recalentamientos perjudiciales.
 Es aconsejable volver a ajustar los tornillos luego de transcurrido un mes de su instalación para prevenir presuntos desajustes.
 Cuando se instale un interruptor tetrapolar en una red trifásica sin neutro se debe efectuar un puente en los bornes de entrada 3 y N a los efectos de garantizar el funcionamiento del botón de prueba.

VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO:

Una vez instalado el interruptor diferencial en el tablero se puede verificar el funcionamiento del mismo presionando el botón de prueba "T" que se encuentra ubicado sobre el frente del diferencial.
 Este botón de prueba reproduce sobre el diferencial, exactamente el mismo efecto que genera una fuga a tierra por desperfecto o contacto accidental. Por lo tanto, por medio de él, se está probando la sensibilidad del interruptor frente a corrientes de fuga como las que se producirían cuando un ser humano se pone en contacto con un circuito bajo tensión.
 Este pulsador debe ser presionado en forma periódica para probar si el interruptor se encuentra en condiciones de operar en presencia de una fuga de cualquier índole.
 Una vez que el interruptor ha abierto, será necesario reponerlo y cerrarlo de forma manual. Se recomienda realizar esta verificación de funcionamiento 1 vez al mes.
 Es importante destacar que el correcto funcionamiento del interruptor diferencial se obtendrá si la instalación eléctrica posee una adecuada puesta a tierra de acuerdo a lo especificado por la Reglamentación de Instalaciones eléctricas para inmuebles de la AEA u organismo regulador del lugar.

ADVERTENCIA:

El interruptor diferencial actúa solo en caso de fuga de corriente. Para proteger la instalación contra cortocircuitos y sobrecargas de tensión debe utilizarse fusibles o Interruptores Termomagnéticos SICALimit.

2 Polos:

Tensión nominal: 240 Vca
 Corriente nominal: 16 A, 25 A, 40 A, 63 A y 80 A.
 Corriente diferencial: 10 mA ó 30 mA
 Im= IΔm= 500A - 630A - 800A
 Inc= 3000A
 SCPD= Fus 63A gG - Fus 80A gG
 Tamaño: 2 módulos DIN

4 Polos:

Tensión nominal: 240/415 Vca
 Corriente nominal: 25 A, 40 A, 63 A y 80 A.
 Corriente diferencial: 30 mA ó 300 mA
 Im= IΔm= 500A - 630A - 800A
 Inc= 3000A
 SCPD= Fus 63A gG - Fus 80A gG
 Tamaño: 4 módulos DIN

CONSEJOS ÚTILES:

- La instalación del interruptor diferencial requiere un mínimo de conocimientos relacionados con instalaciones eléctricas y trabajos con tensión. Consulte a electricistas para instalarlo o derive el trabajo de instalación a ellos.
- Realice la prueba de verificación de funcionamiento periódicamente para cerciorarse del buen funcionamiento del interruptor.
- Utilice los tomacorrientes con conexión de puesta a tierra para la conexión de equipos eléctricos. No utilice fichas o adaptadores que anulen esta conexión.
- Si tiene dudas sobre el funcionamiento del interruptor recurra a su fabricante. No experimente ni haga ensayos por su cuenta.
- Si tiene dudas sobre si su instalación eléctrica está en condiciones para instalar un interruptor diferencial, recurra a personal idóneo para que la revise y determine su correcta instalación.

ADVERTENCIAS:

-Este producto ha sido diseñado y desarmado para prestar servicio de acuerdo con lo especificado anteriormente. Cualquier otra aplicación que no se encuadre dentro de lo explicado corre por cuenta del usuario.

INDUSTRIAS SICA S.A.I.C. se reserva el derecho de modificar la información anterior sin previo aviso.

Importa y distribuye: **INDUSTRIAS SICA S.A.I.C.**
 Av. 25 DE MAYO 1200 - (B1624NMV) - Lanús Oeste
 PROV. de Buenos Aires - ARGENTINA
 www.sicasa.com

Teléfono de Atención al Cliente: 4357-5034

Imagen: Catalogo SICA - Interruptor Diferencial - Características Técnicas

Interruptor Termomagnético

También denominadas llaves térmicas se utilizan, para proteger contra sobrecargas, cortocircuitos a los cables y conductores eléctricos. De esa manera protegen los componentes de los sistemas eléctricos contra calentamientos excesivos.

Bajo determinadas condiciones los interruptores termomagnéticos (térmica) también garantizan la protección contra descargas peligrosas por tensiones excesivas de contacto originadas por defectos de aislamiento.

Debido a la extrema velocidad de separación de los contactos en caso de fallas y a la rápida extinción en las cámaras apagachispas, del arco voltaico generado, los interruptores termomagnéticos desconectan con seguridad, limitando fuertemente la intensidad de la corriente. Con ello se bajan, por lo general, los valores límites admisibles en un 50% aproximadamente. Esto garantiza una muy buena selectividad en los dispositivos de protección de sobrecorriente conectados aguas arriba.

Los Interruptor Termomagnéticos seleccionados para el tablero, son MDW-B25-2, MDW-C10-3 y MDW-C16-3.



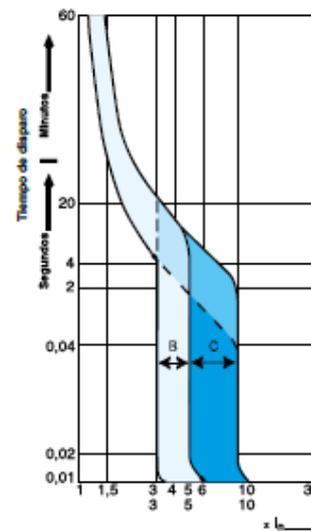
Interrupedores Termomagnéticos - MDW y MDWH

La línea de interruptores termomagnéticos MDW y MDWH ofrece protección contra sobrecarga y cortocircuito en conductores eléctricos, atendiendo las curvas características de disparo B y C, conforme la norma IEC 60898 y IEC 60947-2. Desarrollada para aplicaciones en circuitos de baja tensión, de corriente continua o alterna de 2 a 125 A y poder de corte de cortocircuito de hasta 10 kA. La línea de interruptores termomagnéticos cuenta con bloque de contactos auxiliares, barras de distribución monopolar, bipolar y tripolar, y traba candado, conforme exigencia de normas de seguridad, como accesorios. Posee también mecanismo de disparo libre, donde el disparo es independiente de la posición de la manopla, e indicación del estado del interruptor termomagnético (MDWH).



Curvas de Disparo

- **Curva B**
 El interruptor termomagnético de curva B tiene como característica principal el **disparo instantáneo para corrientes entre 3 a 5 veces la corriente nominal**. Siendo así, son aplicados principalmente en la protección de circuitos con características resistivas o con grandes distancias de cables implicadas. Ej.: lámparas incandescentes, duchas, estufas eléctricas, etc.
- **Curva C**
 El interruptor termomagnético de curva C tiene como característica el **disparo instantáneo para corrientes entre 5 a 10 veces la corriente nominal**. Siendo así, son aplicados para la protección de circuitos con instalación de cargas inductivas. Ej.: lámparas fluorescentes, heladeras, máquinas de lavar, etc.



Referencia MDW

Interrupedores Termomagnéticos Monopolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400V ca Icu (kA)
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
MDW-B6	6 A	B	3	5
MDW-B10	10 A	B	3	5
MDW-B16	16 A	B	3	5
MDW-B20	20 A	B	3	5
MDW-B25	25 A	B	3	5
MDW-B32	32 A	B	3	5
MDW-B40	40 A	B	3	5
MDW-B50	50 A	B	3	5
MDW-B63	63 A	B	3	5
MDW-B70	70 A	B	3	5
MDW-B80	80 A	B	3	5
MDW-B100	100 A	B	3	5
MDW-B125	125 A	B	3	5

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60947-2 230/400V ca Icu (kA)
MDW-C2	2 A	C	1,5	3
MDW-C4	4 A	C	1,5	3
MDW-C6	6 A	C	3	5
MDW-C10	10 A	C	3	5
MDW-C16	16 A	C	3	5
MDW-C20	20 A	C	3	5
MDW-C25	25 A	C	3	5
MDW-C32	32 A	C	3	5
MDW-C40	40 A	C	3	5
MDW-C50	50 A	C	3	5
MDW-C63	63 A	C	3	5
MDW-C70	70 A	C	3	5
MDW-C80	80 A	C	3	5
MDW-C100	100 A	C	3	5
MDW-C125	125 A	C	3	5

Imagen: Catalogo WEG - Interrupedores Termomagnéticos- Página 4

Interrupedores Termomagnéticos Bipolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60047-2 230/400V ca Icu (kA)
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
MDW-B6-2	6 A	B	3	5
MDW-B10-2	10A	B	3	5
MDW-B16-2	16A	B	3	5
MDW-B20-2	20A	B	3	5
MDW-B25-2	25A	B	3	5
MDW-B32-2	32A	B	3	5
MDW-B40-2	40A	B	3	5
MDW-B50-2	50A	B	3	5
MDW-B63-2	63A	B	3	5
MDW-B70-2	70A	B	3	5
MDW-B80-2	80A	B	3	5
MDW-B100-2	100A	B	3	5
MDW-B125-2	125A	B	3	5

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60047-2 230/400V ca Icu (kA)
MDW-C2-2	2A	C	1,5	3
MDW-C4-2	4 A	C	1,5	3
MDW-C6-2	6 A	C	3	5
MDW-C10-2	10A	C	3	5
MDW-C16-2	16A	C	3	5
MDW-C20-2	20A	C	3	5
MDW-C25-2	25A	C	3	5
MDW-C32-2	32A	C	3	5
MDW-C40-2	40A	C	3	5
MDW-C50-2	50A	C	3	5
MDW-C63-2	63A	C	3	5
MDW-C70-2	70A	C	3	5
MDW-C80-2	80A	C	3	5
MDW-C100-2	100A	C	3	5
MDW-C125-2	125A	C	3	5

Interrupedores Termomagnéticos Tripolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60047-2 230/400V ca Icu (kA)
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
MDW-B6-3	6 A	B	3	5
MDW-B10-3	10A	B	3	5
MDW-B16-3	16A	B	3	5
MDW-B20-3	20A	B	3	5
MDW-B25-3	25A	B	3	5
MDW-B32-3	32A	B	3	5
MDW-B40-3	40A	B	3	5
MDW-B50-3	50A	B	3	5
MDW-B63-3	63A	B	3	5
MDW-B70-3	70A	B	3	5
MDW-B80-3	80A	B	3	5
MDW-B100-3	100A	B	3	5
MDW-B125-3	125A	B	3	5

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60047-2 230/400V ca Icu (kA)
MDW-C2-3	2 A	C	1,5	3
MDW-C4-3	4 A	C	1,5	3
MDW-C6-3	6 A	C	3	5
MDW-C10-3	10A	C	3	5
MDW-C16-3	16A	C	3	5
MDW-C20-3	20A	C	3	5
MDW-C25-3	25A	C	3	5
MDW-C32-3	32A	C	3	5
MDW-C40-3	40A	C	3	5
MDW-C50-3	50A	C	3	5
MDW-C63-3	63A	C	3	5
MDW-C70-3	70A	C	3	5
MDW-C80-3	80A	C	3	5
MDW-C100-3	100A	C	3	5
MDW-C125-3	125A	C	3	5

Interrupedores Termomagnéticos Tetrapolares

Referencia	Corriente	Curva	IEC 60898 230/400V ca Icn (kA)	IEC 60047-2 230/400V ca Icu (kA)
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
MDW-C6-4	6 A	C	3	5
MDW-C10-4	10A	C	3	5
MDW-C16-4	16A	C	3	5
MDW-C20-4	20A	C	3	5
MDW-C25-4	25A	C	3	5
MDW-C32-4	32A	C	3	5
MDW-C40-4	40A	C	3	5
MDW-C50-4	50A	C	3	5
MDW-C63-4	63A	C	3	5
MDW-C70-4	70A	C	3	5
MDW-C80-4	80A	C	3	5
MDW-C100-4	100A	C	3	5
MDW-C125-4	125A	C	3	5

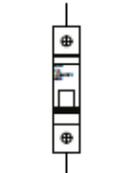




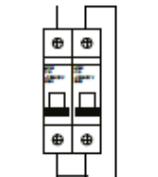
Datos Técnicos MDW

Tensión máxima de operación - Ue		440 V ca / 250 V cc	
Tensión nominal de aislamiento - Ui		500 V ca	
Frecuencia		50 / 60 Hz - CC	
Corrientes nominales - In		2 a 125 A	
Poder de corte de cortocircuito	IEC 60898 (Icn)	127/220V ca	(2 a 4 A) 3 kA, (5 a 125 A) 5 kA
		230/400V ca	(2 a 4 A) 1,5 kA, (5 a 125 A) 3 kA
	IEC 60947-2 (Icu)	127/220V ca	(2 a 4 A) 3 kA, (5 a 125 A) 5 kA
		230/400V ca	(2 a 4 A) 3 kA, (5 a 125 A) 5 kA
Poder de cortocircuito en corriente continua Icu, de acuerdo con la IEC 60947-2		48 V cc	(5 a 63 A) 10 kA ¹
		60 V cc	(5 a 63 A) 10 kA ¹
		125 V cc	(5 a 63 A) 5 kA ¹ y 16 kA ²
		250 V cc	(5 a 63 A) 10 kA ²
Curvas de disparo		B (3 a 5 veces In) C (5 a 10 veces In)	
Número de polos		1, 2, 3 y 4P	
Vida eléctrica		4.000 maniobras	
Temperatura ambiente		-25 a 45 °C	
Grado de protección		IP 20	
Capacidad de conexión	MDW (2 a 63 A)	1 a 25 mm ²	
	MDW (70 a 125 A)	10 a 35 mm ²	
Posición de montaje		Sin restricción	
Torque de apriete en los terminales		2,0 a 4,0 N.m	
Fijación		Riel DIN 35 mm	
Peso (kg)	Monopolar	0,105 (2 a 63 A); 0,155 (80A, 125 A)	
	Bipolar	0,210 (2 a 63 A); 0,315 (80A, 125 A)	
	Tripolar	0,315 (2 a 63 A); 0,475 (80A, 125 A)	
	Tetrapolar	0,420 (2 a 63 A); 0,630 (80A, 125 A)	

Nota: 1 - Conexión monopolar, 2 - conexión bipolar en serie.



1 - Conexión monopolar



2 - Conexión bipolar en serie

Disipación de Potencia MDW (Norma IEC 60898)

Rango de corriente nominal I _n (A)	Máxima potencia activa disipada por polo (W)
I _n ≤ 10	3
10 < I _n ≤ 16	3,5
16 < I _n ≤ 25	4,5
25 < I _n ≤ 32	6
32 < I _n ≤ 40	7,5
40 < I _n ≤ 50	9
50 < I _n ≤ 63	13
63 < I _n ≤ 100	15
100 < I _n ≤ 125	20

Accesorios MDW

Bloques de contactos auxiliares		
Referencia	Aplicación	Tipo
MDW-BC1	MDW 2 A - 63 A	1 NAC
MDW-BC2	MDW 70 A - 125 A	
Capacidad de conmutación de los contactos MDW-BC1 y MDW-BC2	AC-14	6N/230V ca - 3N/400V ca
	DC-12	2N/50 V cc - 1N/125V cc
	DC-13	6N/24 V cc - 2N/48 V cc
Peso (kg)	0,040	

Traba candado			
Referencia	Aplicación	Díametro del candado	Unidades por embalaje
MDW-PLW3	MDW (2 a 63 A)	Hasta 5 mm	50
MDW-PLW100	MDW (70A, 125A)		



Ejemplo de aplicación

Contactador

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Constructivamente se los puede comparar con los relés, donde ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Su diferencia radica en la misión que cumple cada uno. Por un lado los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc; los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

Bobina del contactor

Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna, la intensidad que absorbe, denominada corriente de llamada, ésta es relativamente elevada, debido a que el circuito solo tiene la resistencia del conductor.

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y vencer la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Cuando el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja. A los contactos de las bobinas se les asignan las siguiente siglas: A1 y A2.

Para el tablero, seleccionamos un Contactor Trifásico de 16 A con bobina de 220V 50/60Hz.

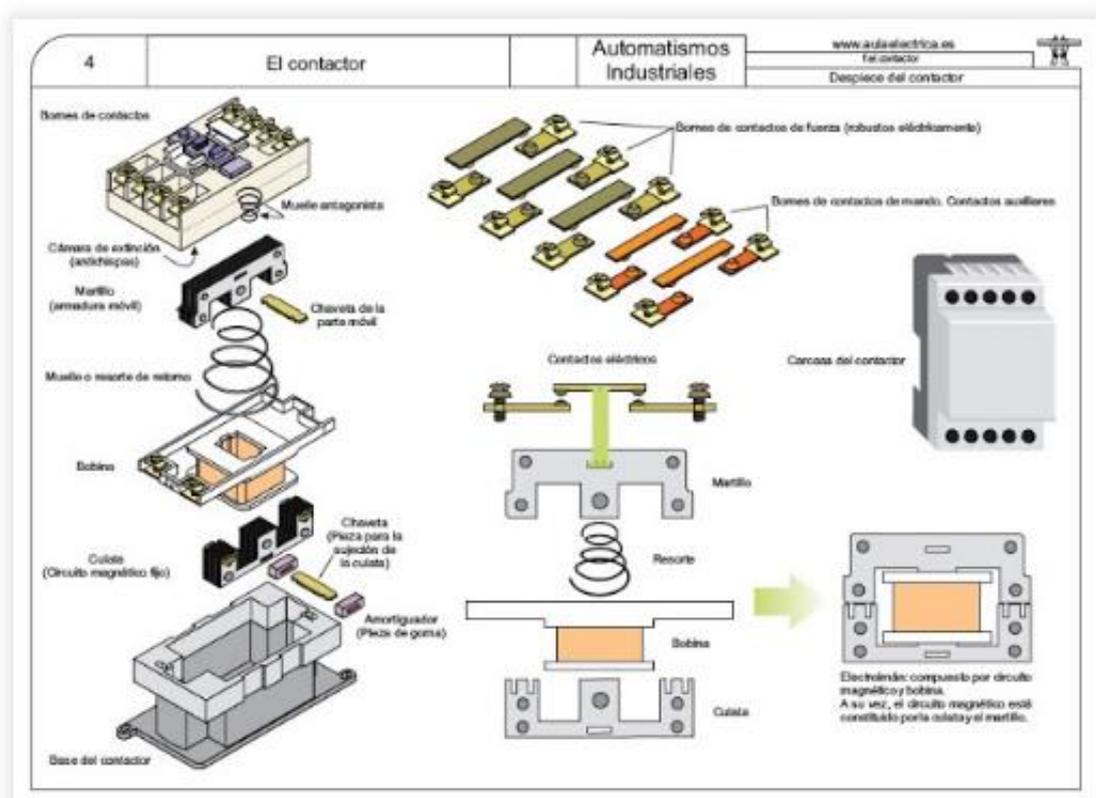


Imagen: Desmontaje de Contactor. Catalogo SIEMENS

**Contactores SIRIUS 3RT20,
de 3 polos, 3... 18,5 kW**

Datos para selección y pedidos
Accionamiento AC



Datos asignados en la categoría de uso		Contactos auxiliares		Tensión asignada de mando U ₁ a 60 Hz	PE	Bornes de tornillo	
AC-2 y AC-3, T _c : hasta 60 °C	AC-1, T _c : 40 °C	Nº caract.	Versión				
Intensidad de empleo I _n hasta 400 V	Fuerza de motores trifásicos a 50/60 Hz y 400 V	Intensidad de empleo I _n hasta 690 V				Referencia	
A	kW	A	NA	NC	V AC		
Para fijación por tornillos y por alroche en perfil TH 35							
Tamaño 5001) ²⁾							
7	3	18	10	1	—	24 110 230 440	3RT20 15-1AB01 3RT20 15-1AK61 3RT20 15-1AN61 3RT20 15-1AR61
9	4	22	10	1	—	24 110 230 440	3RT20 16-1AB01 3RT20 16-1AK61 3RT20 16-1AN61 3RT20 16-1AR61
12	5,5	22	10	1	—	24 110 230 440	3RT20 17-1AB01 3RT20 17-1AK61 3RT20 17-1AN61 3RT20 17-1AR61
18	7,5	22	10	1	—	24 110 230 440	3RT20 18-1AB01 3RT20 18-1AK61 3RT20 18-1AN61 3RT20 18-1AR61

1) Los contactores 3RT20 pueden suministrarse también con terminal de cable en anillo. Para consultar sobre estas versiones especiales, póngase en contacto con el distribuidor de Siemens para su zona.

2) Con el tamaño 500: Rango de trabajo de la bobina
 a 50 Hz: 0,8 ... 1,1 = U₁
 a 60 Hz: 0,85 ... 1,1 = U₁

Imagen: Catalogo SIEMENS - Contactores- Página 7

Llave selectora de tres posiciones

Sistema manual, desconectado y automático.

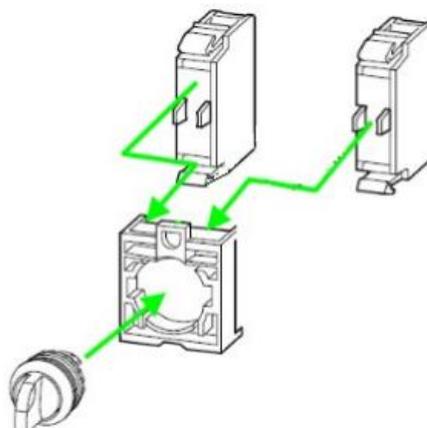


Imagen: Armado de llave selectora. Schneider Electric

El sistema de confección con la llave selectora de tres posiciones permite:

1. Sistema manual: Deja en modo manual el sistema, dejando sin uso la célula fotocontrol.
2. Sistema automático: Permite energizar la bobina del contactor utilizando la célula fotocontrol.
3. Sistema desconectado: deja los sistemas automáticos y manual fuera de uso.

Célula fotoeléctrica

Una fotocélula o célula fotoeléctrica, se define como un dispositivo que permite abrir o cerrar un circuito de encendido o apagado de luminarias u otra carga dependiendo de la intensidad de la luz del sol que incide sobre el mismo.

Los fotocontroles son usados en lugares en donde se requiere automatizar el encendido de lámparas, es decir que se enciendan y se apaguen de acuerdo al nivel de iluminación que exista en dicho lugar. Esto permite el activado de las lámparas en horarios de tarde-noche.

Su funcionamiento se basa en que la incidencia de la luz del sol sobre una célula fotoeléctrica produce una pequeña corriente que es utilizada para activar un dispositivo de control (generalmente un relay o un triac) que actúa abriendo el circuito de alimentación de la lámpara. En cuanto disminuye la intensidad de la luz solar, esta corriente se minimiza produciendo el cierre o conexión del circuito.

Seleccionamos, una fotocélula de 10 A para nuestro tablero. La más usada es la tipo zócalo, ésta tiene tres cables, uno de entrada de tensión COLOR ROJO y otro de salida de tensión COLOR BLANCO, más un neutro COLOR NEGRO. El calce de la célula fotocontrol es de un solo calce, donde la pata más grande es la del neutro.



Imagen: Célula Fotocontrol con zócalo. Elaboración propia

Tablero de mando

Es un gabinete metálico de tres compartimento, donde unos se utilizan para el medidor de la cooperativa prestadora de servicio eléctrico, otro para la fusiblera, y otro para el sistema de comando y seguridad.

Los más utilizados comúnmente son marca Cavallini de 0,60 m de ancho, por 0,90 m de alto, por 0,30 m de profundidad, donde en la tapa del frente debe tener una ventana para el fotocontrol. El gabinete debe ser homologado por la empresa prestadora del servicio eléctrico.

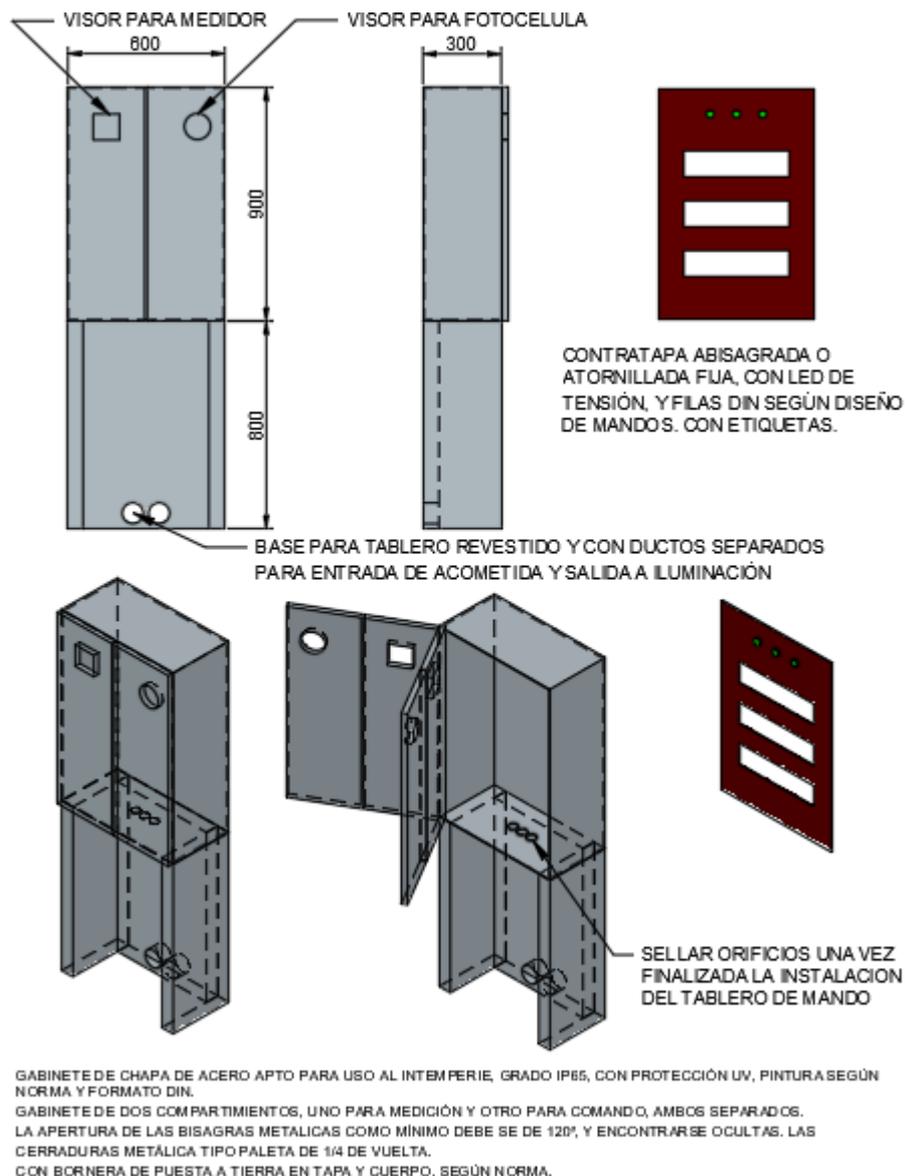


Imagen: Tablero de Mando Principal - Vistas. Elaboración propia

Para esta sección fueron consideradas en estricto cumplimiento las normativas aplicables, reglamentaciones, y pliegos vigentes las cuales son las siguientes:

Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas de alumbrado público – AEA 95703. (Asociación Electrotécnica Argentina, 2018)

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-19

Pliego Técnico. (Dirección Nacional de Vialidad, 2018)

Pliego Técnico. (Dirección Provincial de Vialidad Entre Ríos, 2017)

Capítulo 4 – Comparación entre Sistemas y Estudio

Técnico sobre Luminarias

4.1 Sistema de iluminación para rutas provinciales y accesos a distintas localidades

Resulta imprescindible mencionar la correspondencia lógica entre los distintos sistemas de iluminación. Por un lado, nos encontramos con el sistema autónomo, el cual emplea luminarias de menor potencia. Estas luminarias están ubicadas en una columna, la cual debe soportar la generación fotovoltaica necesaria para suministrar dicha potencia. Por otro lado, nos encontramos con el sistema en isla, donde la potencia de los equipos utilizados es de mayor capacidad. En esta sección, se tomará la decisión de elegir los equipos LED que se utilizarán en cada caso.

Estos sistemas de iluminación vial, pueden ser utilizados para cruces de ruta con accesos a localidades, sobre rutas provinciales o simplemente accesos a localidades.

Se empleará la aplicación DIALux con el propósito de evaluar las sugerencias de diferentes categorías de dispositivos de iluminación que están disponibles en el mercado. Dichas propuestas se regirán por los lineamientos establecidos en la Norma Argentina IRAM AADL J 2022-2 en lo referente al alumbrado público.

Para la evaluación técnica de las luminarias se tomaran dos escenarios posibles, el primero es la luminaria que estará alimentada por un panel solar sobre la columna de iluminación, denominada *autónoma*. El segundo escenario es el sistemas *Off-Grid*, *aislados* o *Isla*, el cual plantea la situación de una planta fotovoltaica tipo isla. Ambas propuestas se analizaron en profundidad anteriormente.

4.1.1 Sistema Autónomo

Las luminarias evaluadas son:

- INGEMAR Modelo BOX LED 100

- IGNIS Modelo KRAKEN KADOS
- BAEL Modelo ROAD 100
- JEG Modelo STP LED 100 G

De las anteriores propuestas se anexarán las fichas técnicas de cada una de ellas.

Para la evaluación, se consideró según la norma una clase C de calzada, entorno no iluminado, que corresponde a un tráfico semirrápido con una velocidad máxima de 60km/h para calzada de dos direcciones de circulación, con carril de desaceleración o estacionamiento.

Clase	Valores mínimos admitidos			TI (%)	G
	Luminancias promedio	Uniformidades			
	Nivel inicial L _{med} (cd/m ²)	U _o ¹⁾ L _{min} /L _{med}	U _ℓ L _ℓ min/L _ℓ máx		
A	2,7	0,4	0,7	≤ 10	≥ 6
B1	2,0	0,4	0,6	≤ 20	≥ 5
B2	1,3	0,4	0,6	≤ 15	≥ 6
C*	2,7	0,4	0,6	≤ 15	≥ 6

1) En el caso de calzadas de cinco carriles en un mismo sentido de circulación, se admite U_o > 0,36. En seis carriles o más se admite U_o > 0,32.

B1 Ruta de clase B con entornos iluminados.

B2 Ruta de clase B con entornos no iluminados.

U_ℓ corresponde a los valores de uniformidad longitudinal de cada carril (ver 5.2.2).

U_o corresponde a los valores de uniformidad general (ver 5.2.3).

TI Incremento del umbral de percepción (ver 5.5.8).

G Deslumbramiento molesto (psicológico) (ver 5.5.5).

* En el caso de utilizar el método de luminancias para la clase C.

Imagen: Extracto Norma Argentina IRAM AADL J 2022-2 - Clase de calzada.

Para métodos de iluminancias será equivalente a:

Clase	Valores mínimos			Grado mínimo de apantallamiento
	Nivel inicial promedio Emed (lx)	Uniformidad		
		G_1 E _{min} / E _{med}	G_2 E _{min} / E _{máx}	
C	40	1/2	1/4	APANTALLADO
D	27	1/3	1/6	SEMIAPANTALLADO
E	16	1/4	1/8	SEMIAPANTALLADO
F	10	1/4	1/8	NO APANTALLADO

Imagen: Extracto Norma Argentina IRAM AADL J 2022-2 - Clase de calzada Lux.

La luminancia es el parámetro fundamental que produce al conductor del tránsito la sensación del grado de claridad de la calzada, y es el predominante para otorgar capacidad visual a los participantes del tránsito.

Como parámetros de comparación se consideraron los siguientes:

- Columna de 9 m libre, con un brazo 2,5 m.
- Distancia entre columnas de 25 m.
- Disposición de columnas tipo tresbolillo.

La distribución de luminarias y dimensiones de la calzada para los cálculos, quedo de la siguiente manera:

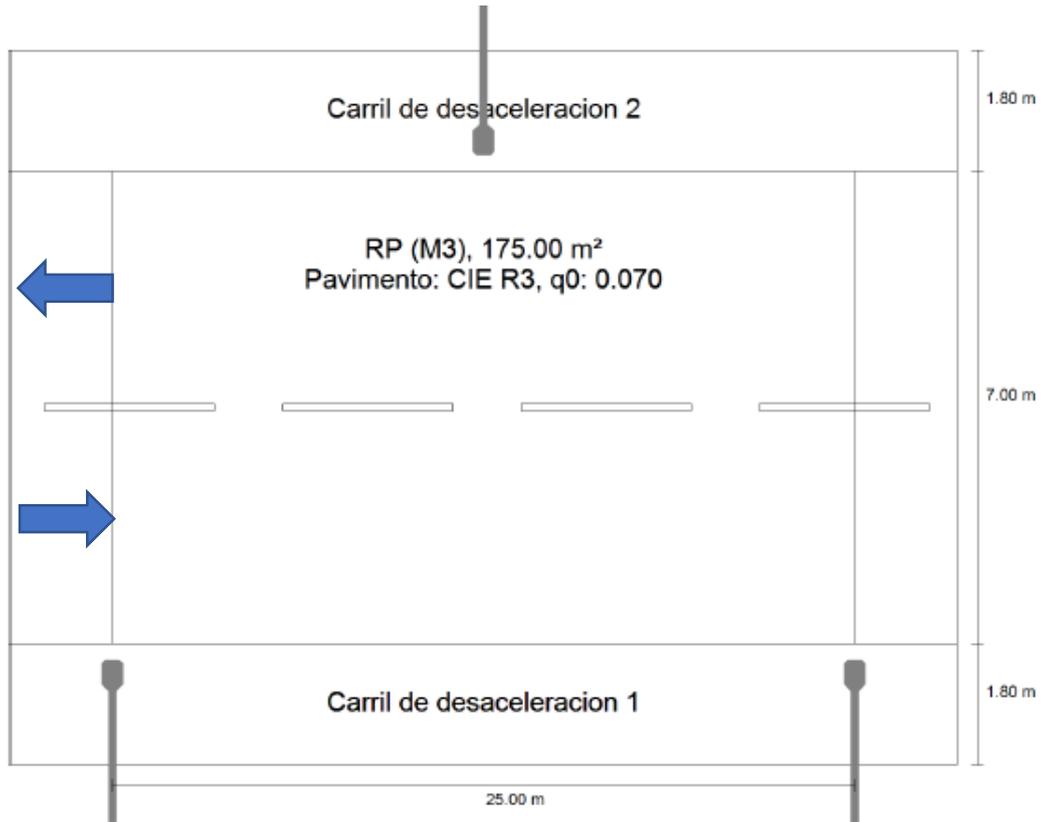


Imagen: Sistema tipo tresbolillo. Dialux

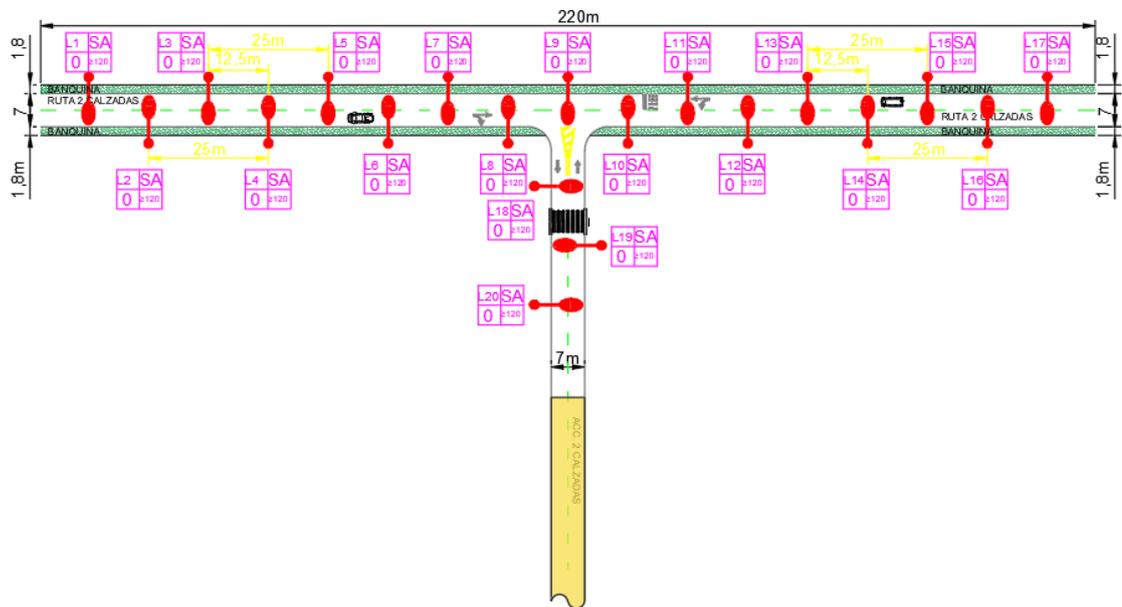


Imagen: Sistema de iluminación autónomo. Elaboración propia

Se puede observar en la imagen anterior cómo se vería el sistema aislado, donde cada luminaria es independiente, al compararlo con el sistema en isla. En este último, no se requiere cableado entre las columnas, lo que significa que no se necesita un

número de fases definido y solo depende de su sistema de control autónomo. Para obtener más detalles del plano, se encuentra adjunto el plano correspondiente.

La norma indica que el área de evaluación es la zona de la calzada considerada como más relevante para caracterizar la percepción visual del conductor. Debe cubrir, en la dirección de conducción, un tramo recto de calzada comprendido entre dos soportes de luminarias contiguos de la misma fila.

Los resultados del ensayo en el programa DIALux se pueden ver en el anexo.

De las luminarias ensayadas, se considerará la luminaria INGEMAR Modelo BOX LED 100 que más se adapta para nuestro proyecto, cuyas características técnicas son las siguientes:

Marca	INGEMAR		
Denominación Comercial	BOX		
Descripción	Luminaria LED para alumbrado público		
Modelo	BOX 100	BOX 200	BOX 300
Potencia consumida total máxima	100 Watt	200 Watt	300 Watt
Tensión de entrada	100-240 VCA		
Corriente de entrada máxima	1,0 A	2,0 A	3,0 A
Equipo Auxiliar / Fuente de Alimentación	SI		
Rango de frecuencia	50/60 Hz		
Factor de potencia	>0.95		
Montaje	Horizontal/Vertical Ángulo Regulable 180°		
Altura máxima de instalación	15 metros		
Máxima superficie proyectada a viento (m ²)	≈0.10	≈0.15	≈0.20
Torque de ajuste para fijación de luminaria	2.5 N·m		

Imagen: Catalogo I luminaria INGEMAR Modelo BOX.

Número de LEDs totales	108	216	324
Encapsulado de Chip LED	SMD		
Eficiencia lumínica LED	169 lm/w ±7%		
Eficiencia lumínica luminaria completa	140 lm/w ±7%		
Lúmenes totales LED	>16900 lm	>33800 lm	>50700 lm
Lúmenes totales luminaria completa	>14000 lm	>28000 lm	>42000 lm
Temperatura de Color	4000K. Otros colores a pedido		
Índice de Reproducción Cromática (CRI)	> 70		
Vida útil estimada	50.000 hs		
Grado de protección luminaria	IP66		
Peso neto (kg)	5.00	6.00	7.00
Peso bruto (kg)	5.70	6.70	7.80
Dimensiones totales (Alto x Ancho x Largo)	84*310*310 (mm)	84*310*438 (mm)	84*320*586 (mm)
Dimensiones bulto (Alto x Ancho x Largo)	160*360*360 (mm)	160*390*475 (mm)	168*398*632 (mm)

Imagen: Catalogo Il luminaria INGEMAR Modelo BOX.

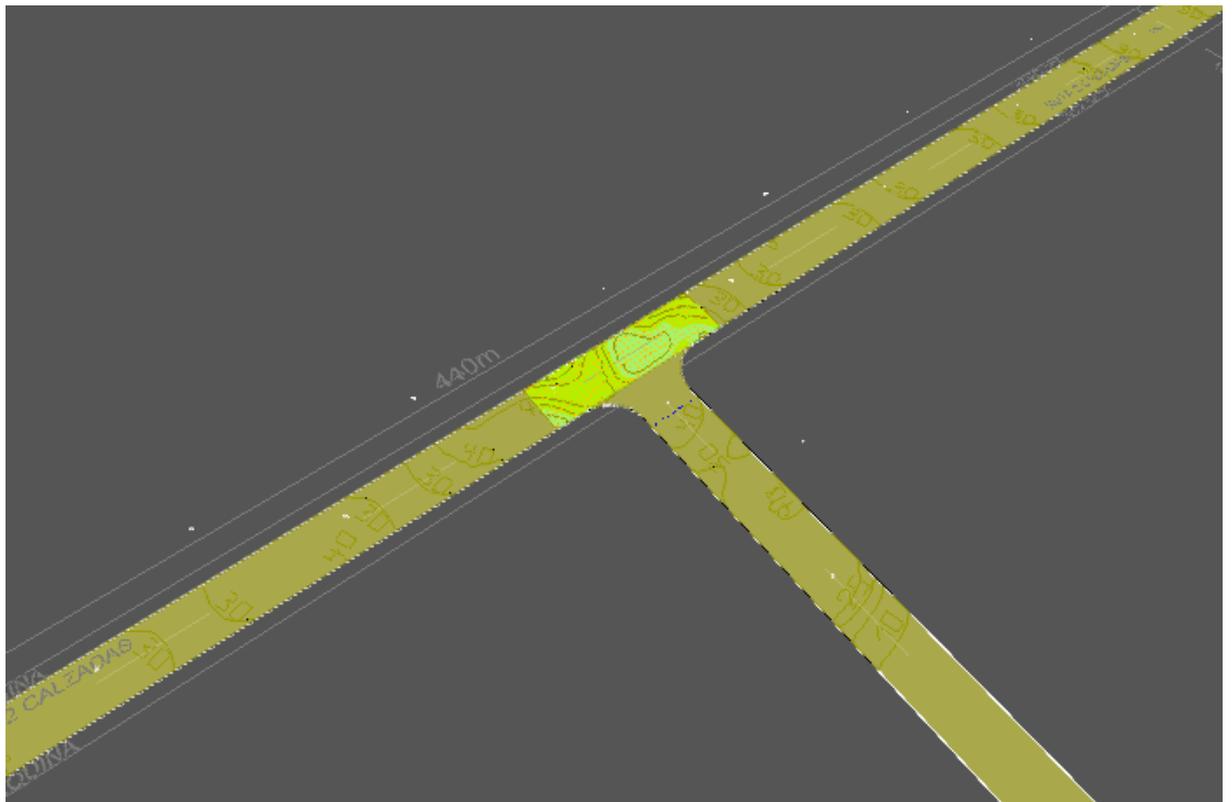


Imagen: Simulación cruce bajo norma, zona de evaluación entre columnas. Dialux

Superficie de cálculo

Propiedades	E	E _{min}	E _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
AREA DE EVALUACIÓN Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	41.5 lx	31.2 lx	47.5 lx	0.75	0.66	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Imagen: Evaluación de la calzada más relevante CG1. Dialux

Se comprueba que en el área de acceso, verifica la norma para clase C de calzada. Se adjunta el resultado de estudio.

Para mejorar la eficiencia del sistema se puede utilizar lo que la denominada adaptación visual, como se ve en la Norma en la sección 5.9.

Adaptación visual, también llamada acostumbramiento al ojo humano, cuando se transita en horas nocturnas, de una zona de tránsito iluminada a una zona sin iluminación. Este cambio de luminancia a otra en el campo visual, obliga a una readaptación de la retina, para lo cual se necesita un tiempo que depende del salto de niveles de luminancias y del mayor valor de estas.

Se estima necesario un tramo de adaptación cuando la velocidad máxima es mayor que 50km/h, un tiempo de adaptación no menor a 10 segundos.

Velocidad máxima permitida (km/h)	Tramo de adaptación visual (m)
Menor o igual a 80	220
100	280

Imagen: Extracto Norma Argentina IRAM AADL J 2022-2

Dado que en nuestro cálculo utilizamos la clase vial C, será necesario un tramo de adaptación de 220 m. Dado que el sentido de circulación en cruces o bocacalles es de

ambos lados, se deberá considerar la adaptación para ambos lados según el sentido de circulación.

La disminución del alumbrado se debe hacer disminuyendo el flujo luminoso, manteniendo la disposición de las columnas, es decir, filas, distancias entre columnas y altura de las luminarias. Tampoco se debe variar el color de la luz de la lámpara.

Por lo tanto, se disminuye el flujo luminoso de las lámparas electrónicamente por medio de un dimerizador hasta obtener una iluminancia media de aproximadamente $\frac{1}{4}$ del valor precedente. Lo que permitirá un ahorro de consumo muy importante al sistema.

4.1.2 Sistema Off Grid tipo isla

Para esta situación se empleara una luminaria de 150W de potencia, y se verificara el programa DIALux si cumple con la reglamentación vial.

Dado que el escenario es el mismo que el sistema autónomo, nuevamente se considerará según la norma la clase C de calzada, entorno no iluminado, correspondiente a un tránsito semirápido con $V \leq 60\text{km/h}$ para calzada de dos direcciones de desplazamiento, con carril de desaceleración o estacionamiento.

Para esta situación, serán necesario 10 luminarias de 150W cada equipo, las cuales funcionarán con corriente alterna gracias a un inversor que proporcionará una tensión de 220V. Esto permitirá utilizar cualquier tipo de luz estándar disponible en el mercado.

Se dispondrán a las columnas de forma unilaterales para evitar cruces subterráneos innecesarios en la calzada y reducir los costos del cableado, la mano de obra y los materiales, que se diferencia del sistema tresbolillo del sistema autónomo.

La siguiente imagen ilustra la distribución de las luminarias para el acceso en estudio, donde se puede apreciar la planta aislada de la red eléctrica a la que se le instalara un tablero seccional de corriente alterna por fuera, para controlar las luces sin tener la necesidad de acceder al interior de la base del contenedor, por seguridad, y accesibilidad para el mantenimiento.

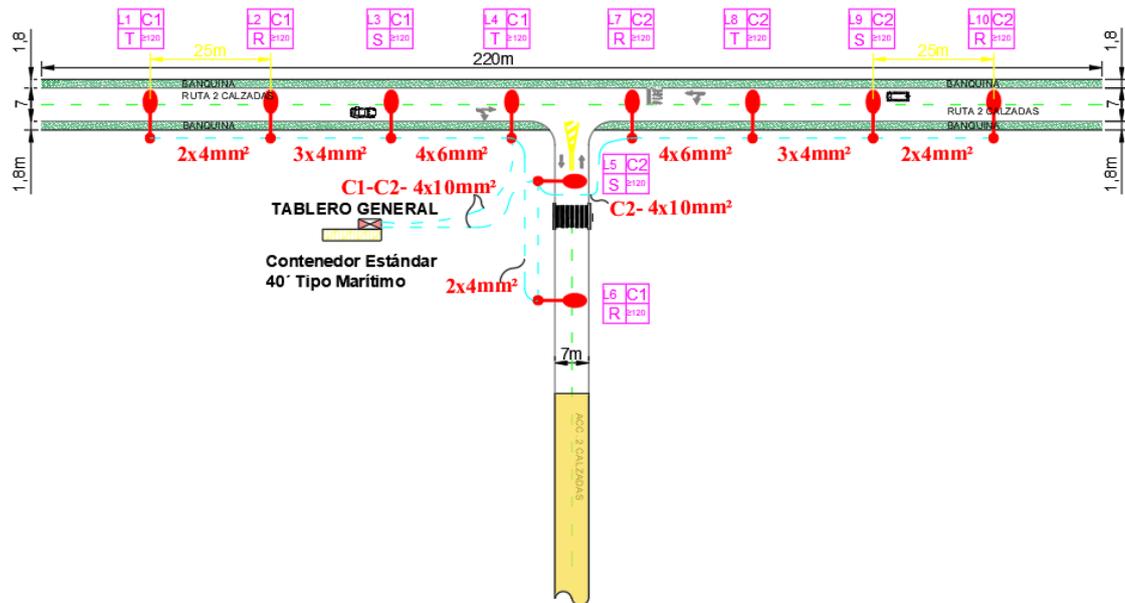


Imagen: Distribución del Sistema Off Grid tipo isla, totalmente autónomo de la red eléctrica. Elaboración propia

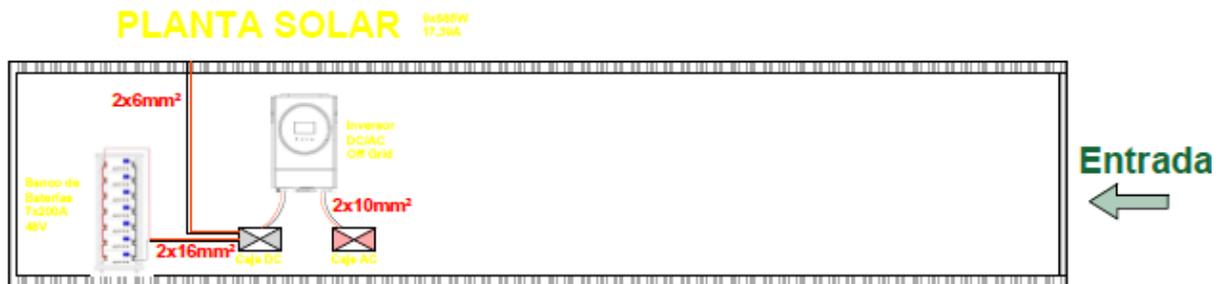


Imagen: Sistema Fotovoltaico Tipo Isla - Planta solar Off Grid.- Lado Corriente Continua - Vista frente del sistema. Elaboración propia

Las imágenes anteriores se adjuntan como planos en anexos, como así también el plano del sistema unifilar completo de la planta.

Las luminarias a evaluar para ésta situación son las siguientes:

- KADOS I 150W IGNIS
- ROAD 150W BAEL

De las anteriores propuestas se anexarán las fichas técnicas de cada una de ellas.

Los resultados del ensayo en el programa DIALux se pueden ver en el anexo.

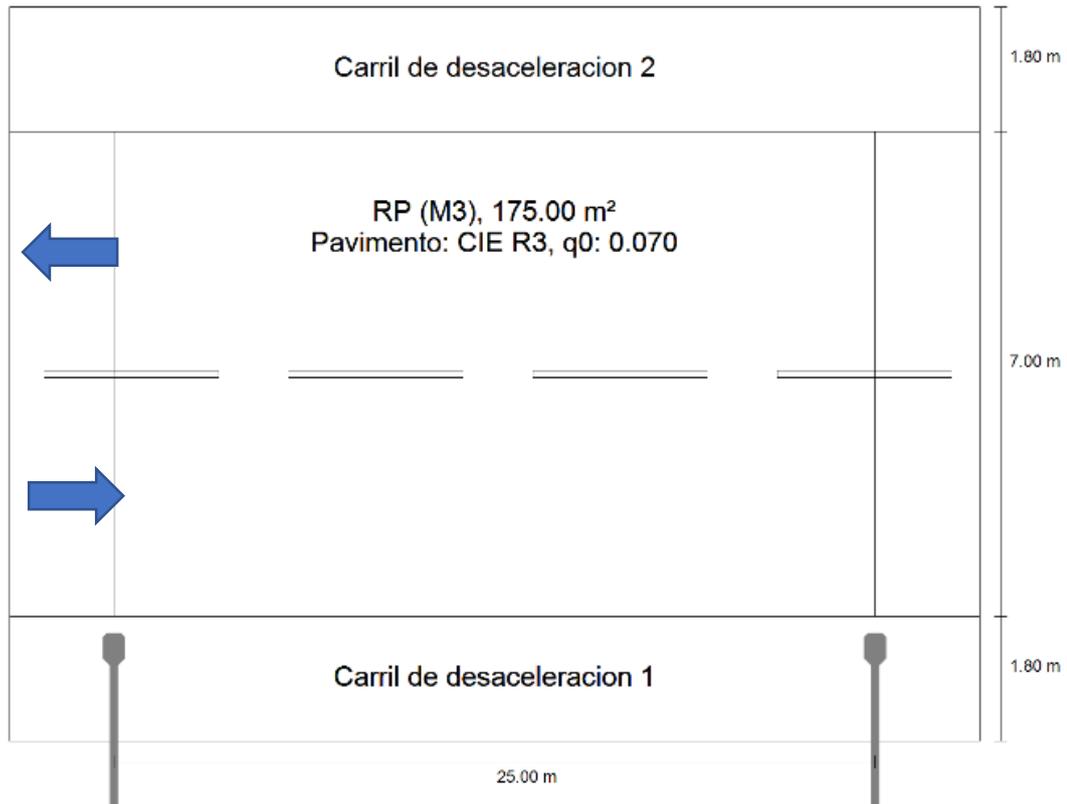


Imagen: Disposición de columnas tipo unilateral. Dialux

De las luminarias ensayadas, se considerará la luminaria KADOS I 150W IGNIS que más se adapta para nuestro proyecto, cuyas características técnicas son las siguientes:

LUMINARIAS ENSAYADAS EN LABORATORIO FOTOMÉTRICO INTI
 PROCESO PRODUCTIVO CERTIFICADO BAJO NORMAS ISO 9001

Área Vial

www.ignislighting.com.ar

	Peso	Fabricado	Temperatura Color Placa	Corriente	Eficiencia
TIPO 60	<6 Kg	Inyección de aluminio	Desde: 3000°K	Desde 350mA	>120 Lm/W
TIPO 120	<6.5 Kg		Hasta: 6000°K	Hasta 1250mA	
TIPO 150	<12 Kg				
TIPO 240	<17 Kg				
	Acople	Altura de instalación	Acceso de Columna	Pintura	Potencias
KADOS	Dual	Altura ideal 3 a 7 m	60mm	Poliéster en polvo	20W-300W

Imagen: Catalogo luminaria INGNIS Modelo Kados.

Tanto el autónomo como el sistema en isla fueron seleccionados como las opciones más adecuadas para ajustarse a la Norma Argentina. Siempre se consideró la eficiencia del sistema y los costos como principales criterios en los cálculos, buscando optimizaciones en el espacio disponible. Es importante destacar que estos sistemas pueden sufrir cambios si el consumidor final lo considera necesario, con el fin de adaptarse al entorno.

En el proceso de esta sección se tomaron en cuenta rigurosamente las normativas y regulaciones aplicables. Alumbrado Público IRAM – AADL J 2022-2 (Instituto Argentno de Normalización y Certificación, 2010). Asimismo, se utilizó las siguiente herramienta de diseño que se detallan a continuación, como Software de diseño gráfico y modelado (DIALux, s.f.)

Capítulo 5 – Proyección de Inversión de una Planta

Productiva.

En esta sección, se considera la viabilidad de establecer una planta de producción para fabricar columnas de iluminación de PRFV. Se expondrá la ubicación de la planta y los motivos que llevaron a seleccionar este emplazamiento, destacando las ventajas de su localización.

5.1 Distribución física

Localización de la Planta, se encuentra ubicada en calle Francisco Soler N°848, de la ciudad de Paraná, de la Provincia de Entre Ríos.

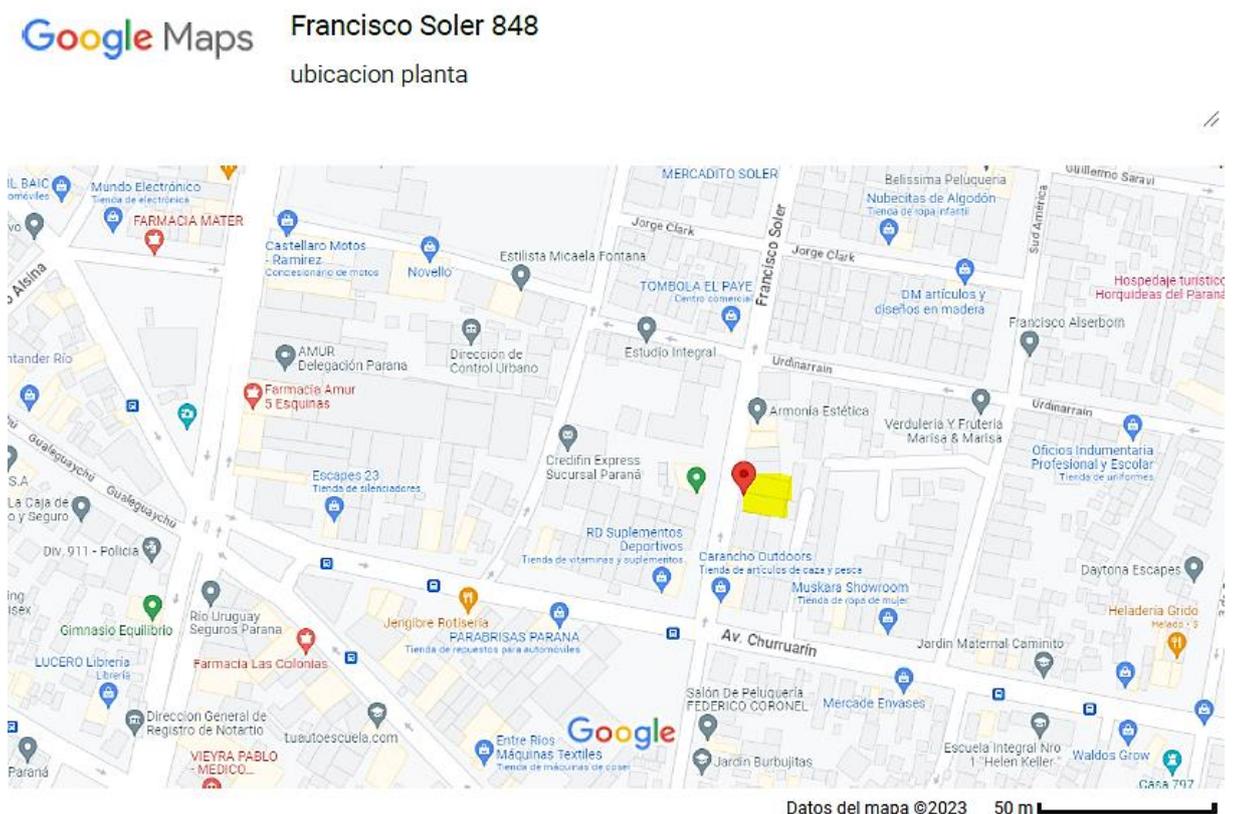


Imagen: Geo referencia de la planta. Google Maps

El lugar elegido para la planta cuenta con el espacio necesario para su correcta ubicación, ya que las dimensiones de los equipos fueron el principal factor a considerar

al seleccionar el sitio. El plano original de la propiedad se puede ver en los archivos adjuntos como Plano Original de la Planta.

Se tomaron en consideración los siguientes criterios al definir la distribución de la planta:

- ❖ Integración total.
- ❖ Mínima distancia de recorrido.
- ❖ Utilización del espacio cúbico.
- ❖ Seguridad y bienestar para el trabajador.
- ❖ Flexibilidad, para futura ampliación.

Se optó por ubicar la fábrica con el objetivo de reducir los gastos asociados al transporte: dado que la misma se encuentra a pocas cuadras de la terminal de ómnibus, a minutos del centro de la ciudad y de un acceso principal a la ciudad como es el túnel subfluvial. Comprende la suma de costos de transporte de insumos y productos.

Para instalar la planta, se necesita realizar modificaciones al galpón existente, una de la más importante es quitar una pared existente para unir ambos galpones. Un portón corredizo dividirá la sala de máquina con la nueva ampliación del galpón que servirá de sala de acopio de las columnas terminadas. A su vez esa nueva ala extensión tendrá en su interior una sala que servirá para realizar los ensambles de los tableros. Otra modificación es agregar un portón para unir la nueva ala de la planta con el estacionamiento, para poder realizar la carga y descarga de los productos terminados como así también de la materia prima.

La planta cuenta con los siguientes servicios:

Sistema de agua potable, cloaca, luz trifásica, gas natural e iluminación en la vía pública.

La planta será dividida en los espacios siguientes:

Dos accesos para fluidez del tránsito, el primero es por un patio de acceso donde puede acceder un vehículo liviano o tránsito de personas, el otro es por el estacionamiento, donde un vehículo de carga puede realizar la carga y descarga. En este lugar también tiene estacionamiento para 2 vehículos cómodamente.

La oficina principal es amplia y consta de un baño para personal y clientes.

La sala de maquina es lo suficientemente grande para ubicar cómodamente la máquina de filamentos y almacenar la materia prima para la producción en curso y futuras.

El ala de columnas terminadas cuenta con camillas donde se colocaran las columnas terminadas. Allí se realizará la verificación de producción y de ser requerido por el cliente serán pintadas. Esta ala cuenta con una sala que servirá para realizar el ensamble de los tableros eléctricos que llevara el sistema fotovoltaico, y a su vez verificar que estos funcionen correctamente antes de ser instalados en obra.

En la siguiente imagen, podemos apreciar la disposición de la planta. El plano más detallado se encuentra adjunto como Plano de la Planta.

El detalle de la máquina de bobinado de filamento o Filament Winding en inglés, fue detallado en el Capítulo 2 Sección Fabricación.

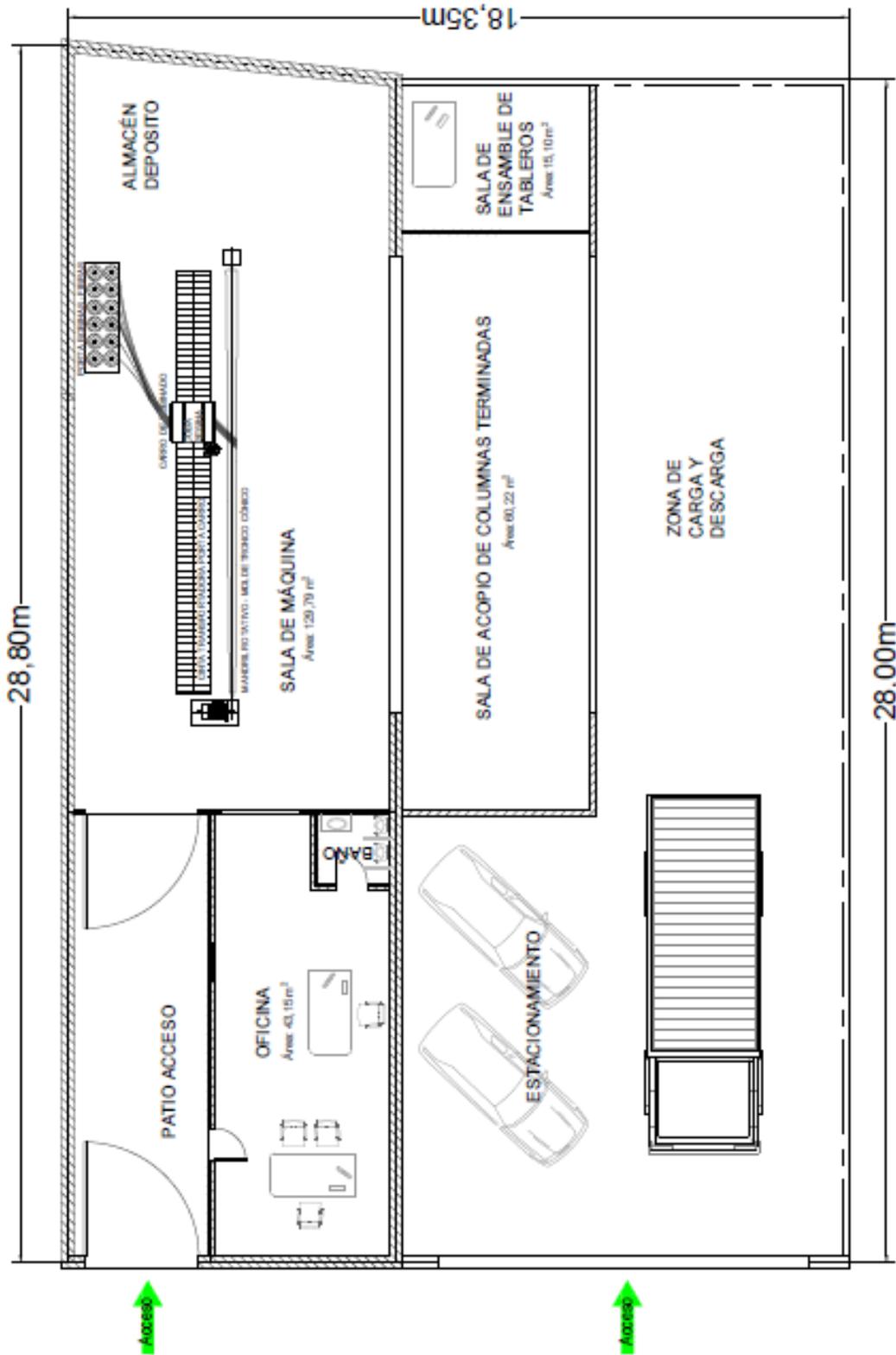


Imagen: Plano de la Planta. Elaboración propia en base a Plano Original

En cuanto a los factores para tener en cuenta al momento de establecer una planta en la Provincia de Entre Ríos, podríamos identificar diversas ventajas y desventajas. A continuación, se presentan algunos aspectos que es importante considerar:

Las ventajas:

De prever una planta productiva para la fabricación de columnas de iluminación en PRFV (Plástico Reforzado en Fibra de Vidrio), radica en que no hay fábricas existentes que se encuentran radicadas en la provincia, lo que implica un gran costo de logística y traslado.

Entre Ríos es una Provincia que cuenta con abundantes recursos naturales, incluyendo materiales como la fibra de vidrio y resina de poliéster, ambos usados para la fabricación de columnas de PRFV. Esto podría facilitar el abastecimiento de materias primas de calidad y reducir los costos de transporte.

La Provincia se encuentra en una ubicación estratégica, dado que se encuentra en una posición geográfica favorable, cerca de importantes centros urbanos y rutas de transporte, lo que facilitaría la distribución del producto fabricado, dentro de la provincia y hacia diferentes regiones del país.

Dada la demanda creciente, las columnas de PRFV son ampliamente utilizadas en la industria de la construcción y en infraestructuras como las columnas de iluminación, torres de comunicación, estructuras para parque eólicos, entre otros. Existe una demanda creciente de estos productos en la provincia y sus alrededores, la instalación de una planta de fabricación local podría satisfacer esa demanda y capturar ese nicho de mercado.

Otra ventaja y no menos es la generación de empleo, la instalación de una planta podría generar empleo en la provincia, tanto en el ámbito de la producción como en otros sectores relacionados, como logística, ventas y administración. Esto podría tener un impacto positivo en la economía local.

El espacio de ampliación de la fábrica permitiría a su vez la fabricación de las columnas en acero, para completar todos los ítems de este proyecto.

La desventaja:

Si bien la demanda de columnas de PRFV puede ser creciente, puede ser que ya existan otras empresas que fabrican o distribuyen estos productos en la provincia o en áreas cercanas. Entrar en un mercado ya establecido puede implicar enfrentar una competencia significativa.

La instalación de una planta de fabricación requeriría infraestructura adecuada, como un local industrial, equipos de producción y espacios de almacenamientos de almacenamiento. Además, se debe considerar la logística de transporte de las columnas hacia los clientes, lo que puede requerir inversión en transporte y distribución del producto.

Adquirir una máquina de producción para el proceso Bobinado de las columnas de PRFV, dado que las existentes son adaptadas y no hay industria nacional que fabrique las mismas. Implicando esto el diseño de la misma y la fabricación de cada componente en el mercado local.

El costo de inversión, dado que establecer una planta de fabricación implica inversiones significativas en maquinaria, equipos y tecnología. A lo que hay que sumarle los costos operativos continuos, el costo de la energía eléctrica, salarios de empleados, los materiales y otros gastos relacionados.

En la actualidad, la industria de la construcción puede estar expuesta a variaciones estacionales y ciclos económicos. Durante períodos de desaceleración económica, es posible que la demanda de columnas de iluminación hechas de PRFV, así como las de acero y otros productos relacionados, disminuya, lo cual podría tener un impacto en la capacidad y rentabilidad de la planta de fabricación.

Capítulo 6 – Análisis Económico y Financiero.

En esta sección, se llevará a cabo una evaluación económica y financiera de la planta productiva discutida en el Capítulo 5. Comenzaremos analizando los costos fijos, costos variables y gastos de inversión necesarios para determinar la viabilidad del proyecto. Nuestro objetivo principal es lograr la rentabilidad del proyecto, por lo que utilizaremos las variables TIR y VAN como indicadores clave. Por último, calcularemos el punto de equilibrio en términos de la cantidad de ventas necesarias.

Por otro lado, y siguiendo los cálculos previos, utilizaremos hojas de cálculo para estimar los costos de una obra convencional, en la cual se emplean columnas de iluminación fabricadas con materiales metálicos, así como columnas de PRFV, ambas calculadas en el capítulo 2. Dado que son obras, se considerarán las distribuciones mencionadas en los capítulos 3 y 4, tanto el sistema llamado "en isla" con la planta de generación fotovoltaica, como el sistema "autónomo". Finalmente, se llevará a cabo una comparativa económica en términos de energía entre ambos sistemas de generación.

6.1 Análisis planta productiva

Se consideró como una limitación del proyecto el tiempo de alquiler del inmueble, que será de 5 años. Una vez acordado con el propietario, este se encargará de las mejoras estructurales que se establecieron en el contrato de contrapartes. Estas mejoras deberán llevarse a cabo en un plazo de 8 meses, a partir de mayo de 2023, con el objetivo de tomar posesión de la propiedad en enero de 2024 y comenzar el proceso de puesta en marcha.

La evaluación de este proyecto se realizó en abril de 2023 actualizada a febrero de 2024, y en ese mes se incluirán todos los valores de cálculo.

6.1.1 Datos para el cálculo

Dólar Oficial abril del año 2023: \$ 221;

Actualizado con Dólar Oficial febrero 2024: \$ 850.

Pesificación de importaciones febrero del año 2024: \$ 1848,75. Este valor del dólar es el considerado para los productos importados. Los precios de referencia fueron en dólares valor FOB, a los cuales se le contemplan la pesificación a valor de dólar mayorista, y los aranceles de nacionalización de mercadería e impuestos.

Será responsabilidad del comprador cubrir los gastos de transporte de los productos.

Es necesario realizar la inscripción como Monotributo en la categoría K con un monto de \$195.065,85, como así también en todos aquellos Impuesto Provincial ATER \$14.262,82 y Tasa Municipal AFIM \$12.948,72. Estos se verán plasmados como Impuestos y Tasas en los Costos Fijos.

6.1.2 Inversión inicial

Para sufragar los gastos de la inversión en la planta productiva, se solicitará un préstamo a través del Banco Nacional de la República Argentina, por un monto total de \$20.000.000,00 a reembolsar en un plazo de 60 días.

Están incluidos todos los gastos asociados a la instalación de la planta, para poder dar inicio al proyecto.

<u>Inversión</u>	Cant.	Uni d.	P.U.	Precio 2/2024
Equipamiento de oficina	3	U	\$ 792.115,38	\$ 2.376.346,15
Rack para acopio de materiales y materia prima	3	U	\$ 961.538,46	\$ 2.884.615,38
Instrumentos y herramientas	1	U	\$ 8.653.846,15	\$ 8.653.846,15
Máquina de bobinado de filamento o Filament Winding				
3 Axis Filament Winder	1	U	\$ 18.487.500,00	\$ 18.487.500,00
			TOTAL	\$ 32.402.307,69

6.1.3 Costos variables

Los gastos variables requeridos para la fabricación de una columna se presentan en detalle, incluyendo las cantidades necesarias para la producción de cada uno de sus componentes. Esto abarca la materia prima, los insumos necesarios, los gastos de energía eléctrica y otros gastos no mencionados anteriormente, como, por ejemplo, el transporte de la materia prima.

Debido a que el proyecto se extiende a lo largo de un lapso de 5 años, los Costos Variables experimentarán un incremento anual adicional del 30%.

<u>Costos Variables</u>	PARA UNA COLUMNA	Cant.	Unid.	P.U.	Precio 2/2024
Materia prima	Bobina de hilo de fibra de vidrio (Winding Filamento Roving)	30	kg/col	\$12.941,25	\$ 388.237,50
	Resina de poliéster	30	lt/col	\$ 3.428,59	\$ 102.857,73
	Resina Gel Coat	10	kg/col	\$ 134,03	\$ 1.340,34
	Catalizadores y acelerantes	1	U	\$12.576,92	\$ 12.576,92
	Pintura con tratamiento UV - Esmalte sintético (pincele, cofia, diluyentes, lija, etc)	1	lt/col	\$14.615,38	\$ 14.615,38
Insumos	Costo Industrial T3 - Baja Tensión (380V trifásica) – Potencias bajas hasta 160kW	1	U	\$11.538,46	\$ 11.538,46
Gastos del consumo de electricidad		1,02	kw p/col	\$ 1.998,23	\$ 2.038,19
Gastos Varios	(fletes, otros gastos no incluidos en insumos)	1	U	\$19.230,77	\$ 19.230,77
TOTAL					\$ 552.435,30

Costo Variable con un 30% más de ajuste por año					
Año	1	2	3	4	5
30% anual	\$ 552.435,30	\$ 718.165,89	\$ 933.615,65	\$1.213.700,35	\$1.577.810,46

6.1.4 Costos fijos

Según se mencionó previamente, se considerarán los gastos de inversión, incluyendo el préstamo bancario necesario para cubrirlos, así como el costo de la

máquina. Este préstamo se obtendrá a través del Banco de la Nación Argentina, por un monto de \$20.000.000 a reembolsar en un plazo de 60 días.

El sueldo mensual de los operarios y el personal administrativo se calculan considerando una jornada laboral de 8 horas de lunes a sábado, por lo tanto, se toman en cuenta 28 días al mes.

Dentro de los impuestos del personal se encuentran comprendidos los Aportes y Contribuciones, abarcando aspectos como la Jubilación, INSSJP, Obra social, Sindicato, ART y Seguro de Vida. En conjunto, estas contribuciones alcanzan un total del 49,6%.

De la misma manera que los Costos Variables, los Costos Fijos sufrirán un aumento anual adicional del 30%.

The screenshot shows the BNA website's loan simulator interface. The top navigation bar includes 'Personas', 'Empresas', 'Institucional', 'Centro de ayuda', and 'Home Banking'. The main heading is 'Simulador Prestamos Nación destino libre'. On the left, there is a sidebar menu with options like 'Préstamos personales', 'En efectivo', and 'Requisitos'. The main content area displays a table for 'Importe de la primer cuota' and a table for 'Tasas y costos financieros'. Below these tables, there is a section for 'Ingresos Netos Necesarios' and 'COSTO TOTAL'. A disclaimer at the bottom explains that the simulation is for informational purposes only and is based on a 30-day term.

Importe de la primer cuota	
• Cuota capital + intereses	\$ 1.168.349,99
• Seguro de Vida	\$,00
• I.V.A.	\$ 245.026,85
• Cuota con I.V.A.	\$ 1.413.376,84
Ingresos Netos Necesarios	\$ 4.711.256,13
COSTO TOTAL	\$ 1.422.097,31

Tasas y costos financieros	
• TNA Inicial	140,00 %
• CFT TEA	392,25 %
• TEA	276,28 %
• CFT TNA	170,46 %
• TEM	11,51 %

El presente desarrollo no constituye oferta del Banco de la Nación Argentina, solo tiene carácter informativo y orientativo para el interesado. Préstamos sujetos a las condiciones de aprobación establecidas por el Banco de la Nación Argentina. Cuota calculada para 30 días. Los intereses de la primera cuota se contabilizarán desde la fecha de desembolso hasta el 1er vencimiento, lo cual podrá diferir el valor de dicha cuota y el C.F.T. del préstamo.
(2) Costo Financiero Total expresado en Tasa Nominal Anual
(3) Costo Financiero Total expresado en Tasa Efectiva Mensual
Incluyen: Interés, Seguro de Vida, más el IVA sobre intereses.

Imagen: Simulación del préstamo bancario – Nación libre destino.

bna.com.ar/Simulador

Detalle de las cuotas

Cuota	Saldo	Capital	Interés	Cuota sin I.V.A.	I.V.A. 21,00%	Seguro de vida	Cuota	Costo cuenta	Costo total mensual
1	10.000.000,00	1.555,47	1.166.794,52	1.168.349,99	245.026,85	,00	1.413.376,84	8.720,47	1.422.097,31
2	9.998.444,53	1.736,96	1.166.613,03	1.168.349,99	244.988,74	,00	1.413.338,73	8.720,47	1.422.059,20
3	9.996.707,57	1.939,63	1.166.410,36	1.168.349,99	244.946,18	,00	1.413.296,17	8.720,47	1.422.016,64
4	9.994.767,94	2.165,94	1.166.184,05	1.168.349,99	244.898,65	,00	1.413.248,64	8.720,47	1.421.969,11
5	9.992.602,00	2.418,66	1.165.931,33	1.168.349,99	244.845,58	,00	1.413.195,57	8.720,47	1.421.916,04
6	9.990.183,33	2.700,87	1.165.649,12	1.168.349,99	244.786,31	,00	1.413.136,30	8.720,47	1.421.856,77
7	9.987.482,46	3.016,01	1.165.333,98	1.168.349,99	244.720,14	,00	1.413.070,13	8.720,47	1.421.790,60
8	9.984.466,45	3.367,92	1.164.982,07	1.168.349,99	244.646,24	,00	1.412.996,23	8.720,47	1.421.716,70
9	9.981.098,54	3.760,88	1.164.589,11	1.168.349,99	244.563,71	,00	1.412.913,70	8.720,47	1.421.634,17
10	9.977.337,66	4.199,70	1.164.150,29	1.168.349,99	244.471,56	,00	1.412.821,55	8.720,47	1.421.542,02
11	9.973.137,96	4.689,72	1.163.660,27	1.168.349,99	244.368,66	,00	1.412.718,65	8.720,47	1.421.439,12
12	9.968.448,24	5.236,91	1.163.113,08	1.168.349,99	244.253,75	,00	1.412.603,74	8.720,47	1.421.324,21

Imagen: Tabla de detalle del primer año. bna.com.ar/Simulador

Los trabajadores y empleados de oficina se adhieren al sindicato UOYEP (Unión de Obreros y Empleados Plásticos), quienes serán incluidos en los beneficios sociales correspondientes. En la fábrica de columnas, los dos trabajadores serán categorizados como Operadores Calificados para el ensamblaje y armado de tableros, mientras que en la Administración serán clasificados como personal administrativo.

Costos Fijos					Precio 2/2024
Alquiler del Galpon	5 años				\$ 269.230,77
Operarios/Produccion	Cantidad	Sueldo Bruto	Aportes (18,4%)	Contribuciones (31,2%)	
Fabricación de columnas	2	\$ 798.809,85	\$ 146.981,01	\$ 249.228,67	\$ 2.390.039,07
Montaje y armado de tableros	1	\$ 832.211,69	\$ 153.126,95	\$ 259.650,05	\$ 1.244.988,69
Administrativo	1	\$ 721.923,08	\$ 132.833,85	\$ 225.240,00	\$ 1.079.996,93
Cuota de prestamo bancario					\$ 2.844.194,62
Servicios/Impuestos Varios					
Gas, Internet, Telefonía, Papelerías					\$ 96.153,85
Impuestos y Tasas					\$ 222.277,38
TOTAL					\$ 8.146.881,31

En la planilla de ingresos, se tomarán en cuenta el número total de columnas que la empresa debe fabricar. Esto se hará de la siguiente manera: se fabricarán, terminarán y acumularán 3 columnas al día durante los turnos correspondientes de lunes a viernes, en una jornada laboral de 8 horas. Esto resulta en una producción anual de 720 columnas por año. Dado que la empresa comienza a generar ingresos en el primer año,

el porcentaje será del 40%, con un aumento anual del 15%. Se estima que tomará 5 años para lograr la producción y venta del 100% de las columnas terminadas.

PLANILLA DE INGRESO				
Año	% de Prod. Fabrica	Cantidades Anuales	Precio Unitario	Ingresos Anuales
1	40%	288	\$ 824.893,18	\$ 237.569.236,37
2	55	396	\$ 1.042.874,98	\$ 412.978.492,39
3	70	504	\$ 1.336.481,21	\$ 673.586.529,91
4	85	612	\$ 1.723.408,15	\$ 1.054.725.784,79
5	100	720	\$ 2.229.528,14	\$ 1.605.260.264,07

Ya que los Costos Variables se calculan según la producción por columna, la hoja de cálculo de Costos Fijos se ajustará a los precios unitarios, pero se le añadirá un incremento del 30% anual. Por ejemplo, en el concepto de Alquiler del Galpón se calcularía de la siguiente manera: (\$269.230,77 [alquiler año 1] x 1.30 [incremento anual]) / 288 [columnas año 1]. Esto se repetirá para el resto de los conceptos durante el periodo de 5 años del proyecto.

	Año	1	2	3	4	5
Costos Fijos	Precio 2/2024	288	396	504	612	720
Alquiler del Galpon	\$ 269.230,77	\$ 1.215,28	\$ 883,84	\$ 694,44	\$ 571,90	\$ 486,11
Operarios/Produccion						
Fabricación de columnas	\$ 2.390.039,07	\$ 10.788,37	\$ 7.846,09	\$ 6.164,78	\$ 5.076,88	\$ 4.315,35
Montaje y armado de tableros	\$ 1.244.988,69	\$ 5.619,74	\$ 4.087,08	\$ 3.211,28	\$ 2.644,58	\$ 2.247,90
Administrativo	\$ 1.079.996,93	\$ 4.874,99	\$ 3.545,44	\$ 2.785,71	\$ 2.294,11	\$ 1.949,99
Cuota de prestamo bancario	\$ 2.844.194,62	\$ 12.838,38	\$ 9.337,00	\$ 7.336,22	\$ 6.041,59	\$ 5.135,35
Servicios/Impuestos Varios						
Gas, Internet, Telefonía, Papel	\$ 96.153,85	\$ 434,03	\$ 315,66	\$ 248,02	\$ 204,25	\$ 173,61
Impuestos y Tasas	\$ 222.277,38	\$ 1.003,34	\$ 729,70	\$ 573,33	\$ 472,16	\$ 401,33
	\$ 8.146.881,31	\$ 36.774,12	\$ 26.744,81	\$ 21.013,78	\$ 17.305,47	\$ 14.709,65

Costo Fijo con un 30% más de ajuste por año

Costo por Unidad = C.F. por año + C.V. por año **\$ 589.209,42 \$ 744.910,70 \$ 954.629,44 \$ 1.231.005,82 \$ 1.592.520,10**

Considerando el costo por unidad, calculamos que obtendríamos una ganancia del 40%, distribuida de la siguiente forma:

	Año	1	2	3	4	5
Precio Vta.	0,40% gcia.	\$ 824.893,18	\$ 1.042.874,98	\$ 1.336.481,21	\$ 1.723.408,15	\$ 2.229.528,14

6.1.5 Amortización

La amortización de la maquina se distribuirá en el periodo de 5 años del proyecto y será de la siguiente manera:

DATOS

COSTO DE ADQUISICION DE LA MAQUINA	\$ 11.462.250,00
GASTO NECESARIO PARA LA PUESTA DE PRODUCCION DE LA MAQUINA	\$ 7.025.250,00
TOTAL MAQUINARIA	\$ 18.487.500,00
VIDA ULTIMA DE LA MAQUINA - AÑOS	5

TABLA DE AMORTIZACION MAQUINA

PERIODO	Valor Original	Amortización Ejercicio	Amortización Acumulada	Valor Residual
0	\$ 18.487.500,00	-	-	\$ 18.487.500,00
1	\$ 18.487.500,00	\$ 3.697.500,00	\$ 3.697.500,00	\$ 14.790.000,00
2	\$ 18.487.500,00	\$ 3.697.500,00	\$ 7.395.000,00	\$ 11.092.500,00
3	\$ 18.487.500,00	\$ 3.697.500,00	\$ 11.092.500,00	\$ 7.395.000,00
4	\$ 18.487.500,00	\$ 3.697.500,00	\$ 14.790.000,00	\$ 3.697.500,00
5	\$ 18.487.500,00	\$ 3.697.500,00	\$ 18.487.500,00	\$ -

6.1.6 Flujo De Caja

Para obtener el Flujo Neto de Efectivo será necesario calcularlo de la siguiente manera: $F.N.E. = VENTAS - COSTO VARIABLE - COSTO FIJO = (COL.ANUAL \times P.VTA.) - (COL.ANUAL \times C.V.ANUAL) - (COL.ANUAL \times C.F.ANUAL)$. Quedando de la siguiente manera:

FLUJO DE CAJA	ANOS					
	0	1	2	3	4	5
INVERSION INICIAL	-\$ 32.402.307,69	-	-	-	-	-
VENTAS	-	\$ 237.569.236,37	\$ 412.978.492,39	\$ 673.586.529,91	\$ 1.054.725.784,79	\$ 1.605.260.264,06
COSTO VARIABLE	-	\$ 159.101.366,01	\$ 284.393.691,74	\$ 470.542.289,97	\$ 742.784.614,88	\$ 1.136.023.528,64
COSTO FIJO	-	\$ 10.590.945,68	\$ 10.590.945,68	\$ 10.590.945,68	\$ 10.590.945,68	\$ 10.590.945,68
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-\$ 32.402.307,69	\$ 67.876.924,68	\$ 117.993.854,97	\$ 192.453.294,26	\$ 301.350.224,23	\$ 458.645.789,73

6.1.7 TIR y VAN

La evaluación económica se obtiene a través del VAN y la TIR, considerando el rendimiento esperado. Si tenemos en cuenta la inversión inicial, el flujo neto de efectivo, el período del proyecto y la tasa de descuento proporcionada por el Nuevo Banco de Entre Ríos, los resultados serán los siguientes:

INVERSION	\$ 32.402.307,69	TASA DE DESCUENTO					124%		
TIPO	INVERSION	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	VAN	TIR	
PROYECTO PLANTA	-\$ 32.402.307,69	\$ 67.876.924,68	\$ 117.993.854,97	\$ 192.453.294,26	\$ 301.350.224,23	\$ 458.645.789,73	\$ 58.641.284,99	274%	

El Valor Actual Neto del Proyecto Planta da un valor positivo, esto quiere decir que aumentará el capital y el proyecto será aceptable.

Por otro lado y no menos importante se calculó el valor de la TIR o Tasa Interna de Retorno, utilizando la fórmula de cálculo nos dio un valor de 274%, siendo este superior al valor de la Tasa de Descuento 124%, utilizada en el cálculo del VAN, por lo que el rendimiento supera al costo de capital invertido, y el proyecto será rentable. La inversión aporta dinero para solventar el Proyecto Planta.

6.1.8 Punto de Equilibrio en Unidades Físicas

Para obtener el punto de equilibrio en valor de unidades, debemos usar la siguiente formula:

$$Punto\ de\ Equilibrio = \frac{Costos\ Fijos}{Contribución\ Marginal} = \frac{Costos\ Fijos}{Precio\ de\ Venta - Costo\ de\ Venta}$$

$$Punto\ de\ equilibrio = \frac{\$8.146.881,29}{\$824.893,18 - \$589.209,42} = 34,6 \cong 35\ Unidades$$

Esto quiere decir que con un total de 35 unidades, la empresa recuperara todos los costos fijos y variables. Por lo que se deberá vender 35 columnas para lograr el punto de equilibrio.

Durante el desarrollo de esta sección, consideramos diferentes fuentes de referencia, como máquinas, equipos, simuladores y valores mencionados en ella.

<https://www.indiamart.com> (IndiaMART InterMESH Ltd. , s.f.)

<https://es.frbj.com/product-fiberglass-winding-equipment-1.html>(Hebei Wanxin FRP Products Co., Ltd., s.f.)

<https://emai-composites.com/products/> (EMAI Sarl, s.f.)

<https://www.enersa.com.ar> (ENERSA Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima, s.f.)

<https://www.bna.com.ar/Simulador> (Banco de la Nación Argentina, 2023)

6.2 Análisis para Obras Viales

El objetivo de este proyecto es mejorar la iluminación en los corredores viales, por lo tanto, es imprescindible comenzar el proceso de estudio financiero necesario. Se analizarán tres tipos de obras en esta etapa del proyecto. Por un lado, está el sistema en isla que cuenta con una planta de generación fotovoltaica montada en un contenedor tipo marítimo, lo que le permite independizarse de la red eléctrica. Por otro lado, está el sistema autónomo, que también se independiza del sistema eléctrico tradicional, utilizando generación fotovoltaica conectada a cada columna de iluminación. Ambos sistemas se explicarán en los capítulos 3 y 4. Por último, se comparará con un sistema tradicional que depende directamente de la línea eléctrica y se vincula mediante un transformador eléctrico.

6.2.1 Bases del cálculo

Las tres tipos de Obras Viales estarán conectadas mediante las tablas de análisis que se mencionarán en este apartado y que se incluirán como materiales complementarios en los anexos del proyecto.

Con los datos obtenidos de las paritarias de la UOCRA para el mes de abril del año 2023 se considerara el salario básico según las categorías de los agentes, tomando en cuenta una jornada de 8 horas por día, la carga social del 108,96%, horas extras 20% y vigilancia 10%. La planilla de salarios queda de la siguiente manera:

ABRIL DEL 2023									
Planilla de Salarios									
Categorías	REMUNERATIVA-Con Descuento						Total (\$)	Total (\$)	Total (\$)
	S. Básico	Suma Rem.Conv.	No Rem. Conv.	Hs. Extras	C. Social A,B,D	S.T.no R.C			
	"A"	"B"	"C"	"D"	"E"	"F"	Hora	Día	Mes
Of. Especializado	949,00	0,00	0,00	189,80	1240,84	0,00	2379,64	19037,09	418.816,02
Oficial	809,00	0,00	0,00	161,80	1057,78	0,00	2028,58	16228,67	357.030,73
Medio Oficial	745,00	0,00	0,00	149,00	974,10	0,00	1868,10	14944,82	328.786,02
Ayudante	684,00	0,00	0,00	136,80	894,34	0,00	1715,14	13721,15	301.865,29

Si se necesita más información, favor de consultar la Planilla de salarios adjunta.

Para el sistema de tipo en isla, al igual que en el sistema tradicional, será indispensable utilizar maquinaria pesada para llevar a cabo las diferentes tareas durante la construcción. El proceso comienza con una retroexcavadora que excava el terreno para crear el hoyo donde se instalará la base de la columna. Luego, una zanjeadora retira la tierra donde se van a tender los cables subterráneos, tanto entre columnas como hacia el tablero principal de control. En caso de ser necesario cruzar una ruta, se emplea una tunelera para pasar el cable por debajo mediante un conducto de PVC de 110mm² de diámetro. En consecuencia, se requieren dos hoyos de excavación mediante la retroexcavadora. Por otro lado, en el caso del sistema autónomo, no es necesario realizar estas tareas ya que no se necesita tendido eléctrico subterráneo. En su lugar, este sistema se alimenta directamente desde el tablero de control vinculado a la columna. Solamente requerirá la base de la columna, por lo tanto, se precisará el uso de una mezcladora de hormigón para esta labor, así como un elevador hidráulico para levantar la columna y colocarla en posición vertical, de forma análoga a las situaciones previas. Adjunto al documento se incluye una hoja con los costos en moneda local de cada equipo esencial para llevar a cabo las obras viales.

Para llevar a cabo la cotización de las diversas obras, se enumerarán por ítems donde se categorizan los trabajos que se llevarán a cabo en cada obra. En estas Parody, Gabriel Ignacio.

categorías se incluirán los costos de mano de obra, tomando en cuenta la duración del trabajo y el tipo de personal asignado. Además, se considerarán los costos de las máquinas necesarias para cada tarea, incluyendo los gastos de combustible, lubricantes y repuestos. Por último, se tomarán en cuenta los materiales necesarios para cada tarea correspondiente a cada categoría. A continuación, podemos observar uno de los ejemplos del análisis de precios. Esta labor consiste en montar la columna, cuyas actividades incluyen la elevación y ubicación en su lugar correspondiente, la colocación de la base y el relleno de arena para lograr una posición vertical, y finalmente la instalación del cono de cemento y del sistema de puesta a tierra de la columna. Para llevar a cabo esta tarea, se requiere un camión grúa o un camión hidrogúa.

ITEM Nº	MONTAJE DE COLUMNA	\$/U				
MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (')	MANO DE OBRA	\$/M. O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL	
A	Izaje-colocación columna	1	Oficial	2028,58	X	0,33333333 = \$ 676,19
		2	Ayudante	1715,14	X	0,33333333 = \$ 1.143,43
					TOTAL = \$ 1.819,62	
B	Base y llenado de arena	1	Oficial	2028,58	X	0,50 = \$ 1.014,29
		2	Ayudante	1715,14	X	0,50 = \$ 1.715,14
					TOTAL = \$ 2.729,44	
C	Aro cemento, cono y p. a tierra	0	Oficial	2028,58	X	0,75 = \$ 0,00
		2	Ayudante	1715,14	X	0,75 = \$ 2.572,72
					TOTAL = \$ 2.572,72	
					TOTAL FINAL \$/U = \$ 7.121,77	

A- Izaje-colocación columna					
EQUIPOS	COSTO	HP	CANTIDAD	HP	COSTO TOTAL
Camion + Grua (hidrogrubert N5000)	\$ 10.379.703,00	140	1,00	140	\$ 10.379.703,00
Costo del equipo				140	\$ 10.379.703,00
Amort. e Intereses:	8.303,76	+	2.075,94		\$ 10.379,70
Reparaciones y Repuestos	75% de Amortización		8.303,76		\$ 6.227,82
Combustibles- Gas oil	0,14 lts/HP hs	X	140	8 hs/d X \$/lts	211,63 \$ 33.183,58
Lubricantes	25% de Combustible		\$ 33.183,58		\$ 8.295,90
costo diario----->					TOTAL PARCIAL= \$ 58.087,00
costo unitario---->					Rendimiento U/Día 20,00
					TOTAL FINAL= U/Día \$ 2.904,35

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A Columna H= 9,00m libre-brazo l=2,50m	\$/U	\$ 239.559,60	X	1	\$/U = \$ 239.559,60
B Puesta a tierra	\$/U	\$ 6.817,53	X	1	\$/U = \$ 6.817,53
					\$ 246.377,13

Adjunto a continuación, en los anexos, el análisis detallado de precios de la obra, así como también el listado de precios de los materiales correspondientes a cada tarea, con

el fin de proporcionar una información completa sobre los ítems. Los análisis de precios de cada sistema fueron actualizados a febrero del año 2024, con Dólar Oficial \$ 850.

6.2.2 Sistema de iluminación vial tipo Isla

A continuación, examinaremos el presupuesto que muestra el valor de la instalación del sistema de iluminación de tipo isla.

UTN REGIONAL PARANÁ
 TRAMO: INTERSECCION DE RUTA Y ACCESO
 RUTAS PROVINCIALES Y NACIONALES
 OBRA: SISTEMA TIPO ISLA DE ILUMINACIÓN

SISTEMA DE ILUMINACIÓN. Unidad= \$/GL MES FEBRERO 2024								
ITEM N°	DESIGNACIÓN	UNIDAD	M. O. (\$/U)	MAT. (\$/U)	EQUIPO (\$/U)	CANT.	SUBTOTAL	OBSERVACIONES
1	MONTAJE DE COLUMNA	\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.392.719,94	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=11m, 4 brazos l=0,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.211.060,55	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=11m, 2 brazos l=0,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.081.103,35	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=11m, 1 brazo 2,50m y tablero interno de columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.042.364,78	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=9m; 2 brazos l= 2,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 947.604,35	\$ 11.170,58	10	\$ 9.861.663,67	Columna H=9m; 1 brazo l=2,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 482.610,42	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=7m; 1 brazo l=2,50m y tablero interno de Columna
2	MONTAJE DE ARTEFACTO	\$/U	\$ 10.450,41	\$ 1.246.439,13	\$ 6.981,61	0	\$ 0,00	Luminaria Led 100W Efic. Min. 120Lm/W + Modulo FV 440W monocristalino + Estructura de soporte
		\$/U	\$ 10.450,41	\$ 381.383,70	\$ 6.981,61	10	\$ 3.988.157,19	Luminaria LED 150W Efic. Min. 120Lm/W <4000K
3	ARMADO DE TABLERO PPAL. Lado AC	\$/U	\$ 188.411,20	\$ 2.024.255,31	\$ 0,00	1	\$ 2.212.666,51	Contempla elementos de maniobra, protección y mampostería
4	ARMADO DE TABLERO PPAL. Lado DC	\$/U	\$ 188.411,20	\$ 23.574.557,65	\$ 0,00	1	\$ 23.762.968,85	Protecciones Tablero de Mando y Control lado CC + 7 x Bateria LIFEPO4 48V 200Ah + Inversor 48V 5600W
5	ZANJEO (EXCAVACIÓN Y TAP.)	\$/ml	\$ 1.004,94	\$ 3.985,05	\$ 1.090,90	300	\$ 1.824.266,06	Contempla la cantidad de arena m³/ml y ladrillos U/ml
6	TUNELEO PARA CRUCE SUBT. DE CALZADA	\$/ml	\$ 42.550,69	\$ 5.125,19	\$ 19.951,05	1	\$ 67.626,92	Incluye encamisado con caño de PVC 110mm
7	TENDIDO DE CONDUCTORES	\$/ml	\$ 959,93	\$ 72.156,89	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x50mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 60.178,85	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x35mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 43.149,82	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x25mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 25.687,85	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x16mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 17.320,22	\$ 0,00	93	\$ 1.700.054,25	Conductor 4x10mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 9.653,28	\$ 0,00	82	\$ 658.017,76	Conductor 4x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 6.081,57	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 3x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 6.494,12	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 2x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 7.615,97	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 5.050,98	\$ 0,00	82	\$ 372.676,57	Conductor 3x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 4.473,73	\$ 0,00	120	\$ 652.038,87	Conductor 2x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 2.886,28	\$ 0,00	100	\$ 384.620,57	Conductor 2x2,5mm²
8	CONSTRUCCIÓN BASE DE H*	\$/U	\$ 107.422,82	\$ 62.274,87	\$ 7.027,85	10	\$ 1.767.255,44	1,20m x 0,65m x 0,65m
9	TENDIDO DE LMT	\$/ml				0	\$ 0,00	
10	PUESTO DE TRANSFORMACIÓN FV	\$/U		\$ 6.769.325,97		1	\$ 6.769.325,97	Contenedor seco tipo marítimo (40' Estándar) + 9 x Módulo FV 665W monocristalino + 2 Estructura de soporte (Kit Riel Estructura- Montaje 4-5paneles)
11	BARANDA METALICA DE DEFENSA	\$/ml	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	
TOTAL PARCIAL \$/GI=							\$ 54.021.338,51	
Gastos generales e indirectos		13%					\$ 7.022.774,01	
Beneficios		10%					\$ 6.104.411,25	
							\$ 67.148.523,77	
Gastos financieros		6,8896%	\$ 4.612.834,99				\$ 71.781.358,76	
I. V. A.		21%	\$ 15.089.885,34				\$ 66.831.244,10	
TOTAL FINAL							\$/GI=	\$ 86.831.244,10

La isla en sí misma presenta la ventaja de poder ser transportada en un contenedor hasta el lugar deseado. Allí, será instalada y conectada al tablero de control de corriente alterna, quedando directamente vinculada al sistema de iluminación y a sus respectivas luminarias. De esta manera, se comportará como un sistema de iluminación convencional en un cruce de carreteras.

Una vez que la isla esté instalada y conectada al sistema mediante el inversor, este se encontrará completamente aislado de la red eléctrica, sin requerir la presencia de una red cercana a la isla. La construcción engloba todas las cantidades especificadas en color rojo correspondientes a los ítems que serán instalados en la obra.

6.2.3 Sistema de iluminación vial tipo Autónomo

En el presupuesto que sigue, se mostrará el costo asociado a la instalación del sistema de iluminación autónomo, el cual utiliza columnas de PRFV.

UTN REGIONAL PARANÁ
 TRAMO: INTERSECCION DE RUTA Y ACCESO
 RUTAS PROVINCIALES Y NACIONALES
 OBRA: SISTEMA AUTONOMO DE ILUMINACIÓN CON COLUMNAS EN PRFV

SISTEMA DE ILUMINACIÓN. Unidad= \$/GL. MES FEBRERO 2024								
ITEM Nº	DESIGNACIÓN	UNIDAD	M. O. (\$/U)	MAT. (\$/U)	EQUIPO (\$/U)	CANT	SUBTOTAL	OBSERVACIONES
1	MONTAJE DE COLUMNA	\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.392.719,64	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H-11m, 4 brazos l=0,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.211.060,55	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H-11m, 2 brazos l=0,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.061.103,35	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H-11m, 1 brazo 2,50m y tablero interno de columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.042.364,78	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=9m; 2 brazos l= 2,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 947.804,35	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=9m; 1 brazo l=2,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 863.395,38	\$ 11.170,58	20	\$ 18.039.148,07	Columna PRFV H=9m + Brazo pescante 2,5m acero diam 80mm
2	MONTAJE DE ARTEFACTO	\$/U	\$ 10.450,41	\$ 1.246.439,13	\$ 6.981,61	20	\$ 25.277.423,14	Luminaria Led 100W Efic. Min. 120Lm/W + Modulo FV 440W monocristalino + Estructura de soporte
		\$/U	\$ 10.450,41	\$ 456.897,90	\$ 6.981,61	0	\$ 0,00	Luminaria LED 170W Efic. Min. 120Lm/W <4000K
3	ARMADO DE TABLERO PPAL. Lado AC	\$/U	\$ 188.411,20	\$ 3.075.156,15	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Protecciones Tablero de Mando y Control lado CC + Batería 24V 200Ah + Inversor 150W 24V A 220V Onda Modificada
4	ZANJEO (EXCAVACIÓN Y TAP.)	\$/ml	\$ 1.004,94	\$ 3.985,05	\$ 1.090,90	0	\$ 0,00	Contempla la cantidad de arena m³/ml y ladrillos U/ml
5	TUNELAO PARA CRUCE SUBT. DE CALZADA	\$/ml	\$ 42.550,69	\$ 5.125,19	\$ 19.951,05	0	\$ 0,00	Incluye encamisado con caño de PVC 110mm
6	TENDIDO DE CONDUCTORES	\$/ml	\$ 959,93	\$ 72.156,89	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x50mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 60.178,85	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x35mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 43.149,82	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x25mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 25.687,85	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x16mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 17.320,22	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x10mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 9.653,26	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 8.081,67	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 3x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 6.494,12	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 2x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 7.615,97	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 5.050,98	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 3x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 4.473,73	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 2x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 2.886,28	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 2x2,5mm²
7	CONSTRUCCIÓN BASE DE Hª	\$/U	\$ 107.422,82	\$ 62.274,87	\$ 7.027,85	20	\$ 3.534.510,87	1,20m x 0,65m x 0,65m
8	TENDIDO DE LMT	\$/ml				0	\$ 0,00	
9	PUESTO DE TRANSFORMACIÓN	\$/U		\$ 13.971.827,95		0	\$ 0,00	Trifásico 15kVA
10	BARANDA METALICA DE DEFENSA	\$/ml	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	
TOTAL PARCIAL \$/GL=							\$ 46.851.082,08	
Gastos generales e indirectos		13%					\$ 6.090.640,67	
Beneficios		10%					\$ 5.284.172,28	
							\$ 58.236.895,03	
Gastos financieros		6,8696%	\$ 4.000.573,04				\$ 62.236.468,07	
I. V. A.		21%	\$ 13.069.858,29				\$ 75.306.126,36	
TOTAL FINAL							\$/GL=	\$ 75.306.126,36

El sistema autónomo se puede instalar individualmente en cualquier corredor vial sin depender de una isla o estación de transformación eléctrica. Debido a su versatilidad, también puede formar parte de un sistema híbrido, ya sea con un sistema tradicional o el sistema de isla, siempre respetando las distancias de diseño que deben ser el doble de la cantidad de luminarias necesarias para cumplir las normas de los otros sistemas. Trabajando en conjunto, este sistema es una excelente opción para utilizarlo como adaptación visual según lo establecido en la norma, y así evitar el deslumbramiento, como se explicó en el Capítulo 4, Sistema Autónomo.

6.2.4 Sistema de iluminación vial Tradicional

En el siguiente presupuesto veremos expresado el valor que tendrá la obra del sistema de iluminación clásico, como se realizan las obras en la actualidad, y cuenta con el puesto de transformación, para ser vinculado a la red eléctrica.

UTN REGIONAL PARANÁ
 TRAMO: INTERSECCION DE RUTA Y ACCESO
 RUTAS PROVINCIALES Y NACIONALES
 OBRA: SISTEMA DE ILUMINACIÓN TRADICIONAL

SISTEMA DE ILUMINACIÓN. Unidad= \$/GL MES FEBRERO 2024								
ITEM Nº	DESIGNACIÓN	UNIDAD	M. O. (\$/U)	MAT. (\$/U)	EQUIPO (\$/U)	CANT.	SUBTOTAL	OBSERVACIONES
1	MONTAJE DE COLUMNA	\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.392.719,84	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H-11m,4 brazos l=0,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.211.080,85	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H-11m, 2 brazos l=0,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.061.103,35	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H-11m, 1 brazo 2,50m y tablero interno de columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 1.042.384,78	\$ 11.170,58	10	\$ 10.809.268,02	Columna H=9m; 2 brazos l= 2,50m y tablero interno de Columna
		\$/U	\$ 27.391,44	\$ 947.604,35	\$ 11.170,58	0	\$ 0,00	Columna H=9m; 1 brazo l=2,50m y tablero interno de Columna
2	MONTAJE DE ARTEFACTO	\$/U	\$ 10.450,41	\$ 1.246.439,13	\$ 6.981,61	0	\$ 0,00	Luminaria Led 100W Efic. Mín. 120Lm/W + Modulo FV 440W monocristalino + Estructura de soporte
		\$/U	\$ 10.450,41	\$ 466.897,90	\$ 6.981,61	10	\$ 4.743.299,25	Luminaria LED 170W Efic. Mín. 120Lm/W <4000K
3	ARMADO DE TABLERO PPAL.	\$/U	\$ 188.411,20	\$ 2.024.255,31	\$ 0,00	1	\$ 2.212.666,51	Contempla elementos de maniobra, protección y mamposteria
4	ZANJEO (EXCAVACIÓN Y TAP.)	\$/ml	\$ 1.004,94	\$ 3.985,05	\$ 1.090,90	300	\$ 1.824.266,06	Contempla la cantidad de arena m³/ml y ladrillos U/ml
5	TUNELEO PARA CRUCE SUBT. DE CALZADA	\$/ml	\$ 42.550,69	\$ 5.125,19	\$ 19.951,05	1	\$ 67.626,92	Incluye encamisado con caño de PVC 110mm
6	TENDIDO DE CONDUCTORES	\$/ml	\$ 959,93	\$ 72.156,89	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x50mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 60.178,85	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x35mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 43.149,82	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x25mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 25.687,85	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x18mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 17.320,22	\$ 0,00	93	\$ 1.700.054,25	Conductor 4x10mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 9.853,26	\$ 0,00	62	\$ 658.017,76	Conductor 4x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 8.081,57	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 3x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 6.494,12	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 2x6mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 7.615,97	\$ 0,00	0	\$ 0,00	Conductor 4x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 5.050,98	\$ 0,00	62	\$ 372.676,57	Conductor 3x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 4.473,73	\$ 0,00	120	\$ 652.038,87	Conductor 2x4mm²
		\$/ml	\$ 959,93	\$ 2.889,28	\$ 0,00	100	\$ 384.620,57	Conductor 2x2,5mm²
7	CONSTRUCCIÓN BASE DE Hº	\$/U	\$ 107.422,82	\$ 62.274,87	\$ 7.027,85	10	\$ 1.767.255,44	1,20m x 0,65m x 0,65m
8	TENDIDO DE LMT	\$/ml				0	\$ 0,00	
9	PUESTO DE TRANSFORMACIÓN	\$/U		\$ 13.971.827,95		1	\$ 13.971.827,95	Trifásico 15kVA
10	BARANDA METALICA DE DEFENSA	\$/ml	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	
TOTAL PARCIAL \$/GI=							\$ 39.163.618,15	
Gastos generales e indirectos		13%					\$ 5.091.270,39	
Beneficios		10%					\$ 4.425.488,85	
							\$ 48.880.377,38	
Gastos financieros		6,9806%	\$ 3.344.147,20				\$ 52.024.524,58	
I. V. A.		21%	\$ 10.925.150,16				\$ 62.949.674,72	
TOTAL FINAL							\$/GI=	\$ 62.949.674,72

Para comparar los 3 sistemas, es esencial tener en cuenta el costo de la electricidad y añadir al sistema convencional el valor energético que no tendrán los sistemas autónomos e isla debido a que son sistemas fotovoltaicos. Después de ser instalados y empezar a generar energía, no suponen un gasto energético hasta un periodo de 20 años, que es la vida útil tanto de los paneles solares como de las baterías.

A través de la página web sunearthtools.com, se llevará a cabo una evaluación del costo de la energía simulando una facturación tradicional para un sistema T4 de iluminación vial.

Los resultados se incluirán en la tabla de Horas Nocturnas Entre Ríos, donde se mostrará mes a mes la cantidad de horas acumuladas para cada mes del año. Para Parody, Gabriel Ignacio.

obtener estos valores, se utilizarán los datos de la herramienta Calendario del Alba y del Ocaso que muestra los horarios de salida y puesta del sol, con el fin de calcular las horas nocturnas necesarias para el funcionamiento de las luminarias. Posteriormente, se sumarán todas las horas necesarias para que las luminarias permanezcan encendidas durante cada mes, y estos valores son los que utilizaremos en la siguiente tabla.

DATOS

Cantidad de luminarias	10
Potencia luminarias (kW)	0,17
Potencia de la instalación (kW)	1,7
Precio unitario de energía (\$)	101,7373
Impuesto Municipal	0,08696
IVA	0,21

Usando los datos previos, procedemos a simular una factura de electricidad, utilizando el valor del consumo horario de enero, extraído del documento adjunto que contiene los registros de las horas nocturnas en Entre Ríos.

ene-23

Consumo (kWh)	527
Precio unit. de energía=	\$ 101,74
Sub total 1 (\$) =	\$ 53.615,56
Sub total 2 (8,6956%) =	\$ 4.662,41
Sub total 3 (21%) =	\$ 12.238,37
Total Mensual (\$) =	\$ 70.516,34

Una vez calculado el costo total mensual para enero, emplearemos el mismo método en la tabla que sigue, pero esta vez con los resultados para cada mes a lo largo de 2023.

Tabla resumen Año 2023	Horas Nocturnas	Horas	Precio Energía Mensual
Enero	310:51:54	310	\$ 70.516,34
Febrero	301:50:21	301	\$ 68.469,09
Marzo	363:40:08	363	\$ 82.572,36
Abril	381:16:57	381	\$ 86.666,86
Mayo	419:01:50	419	\$ 95.310,79
Junio	441:32:30	441	\$ 100.315,18
Julio	425:24:00	425	\$ 96.675,63
Agosto	403:47:20	403	\$ 91.671,24
Septiembre	387:00:05	387	\$ 88.031,69
Octubre	344:35:43	344	\$ 78.250,39
Noviembre	331:16:39	331	\$ 75.293,25
Diciembre	303:22:46	303	\$ 68.924,03

Ahorro de energía anual **\$ 1.002.696,85**

Ahorro de energía en 20 años **\$ 20.053.937,00**

El valor global de la Obra Sistema de Iluminación Tradicional nos queda de la siguiente manera:

$$Total\ Final\ (\$/Gl) = \$62.949.674,72 + \$20.053.937,00 = \mathbf{\$83.003.611,72}$$

Este valor equivale a la comparación con los sistemas fotovoltaicos, ya que se compara con los sistemas en isla y autónomos, que durante un periodo de 20 años no necesitan de una facturación eléctrica.

Durante el desarrollo de esta sección, se consideraron las páginas de referencia mencionadas a continuación. Se tuvieron en cuenta los datos de consumo de energía eléctrica proporcionados por enersa.com.ar (ENERSA Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima, s.f.); y la herramienta sunearthtools.com/es/solar/sunrise-sunset-calendar.php (Sun Earth Tools, 2023) para determinar los horarios de salida y puesta del sol.

Conclusión

Por último, podemos concluir que el proyecto es rentable, dado sus buenos resultados expuestos durante el desarrollo, la planta de fabricación de columna es una gran inversión para crecimiento del mercado local en la provincia de Entre Ríos, con un futuro auge marcado hacia las nuevas tecnologías, como destaca el estudio de mercado. Por otro lado están las posibilidades futuras de ampliación de la producción de la planta, dado que la región requiere de mayor cantidad de producción.

Con respecto a los sistemas Autónomos y en Isla, son objetivos muy considerados en la actualidad y van a resolver el problema de demanda energética en la provincia, disminuyendo la contaminación visual y apuntando a un nuevo mercado de las energías renovables. En cuando a costos, los sistemas tradicionales podemos mencionar que la energía eléctrica a la que debe ir conectada, se encuentra subsidiada en la actualidad, esta se fundamenta en la Resolución 13/23 del EPRE en base a la Resolución 54/23 de la Secretaria de Energía de la Nación, por los que los costos analizados en referencia energética a futuro tienden a aumentar, y la energía renovable dado su alto nivel de demanda recíprocamente tienden a disminuir en el lapso estudiado de 20 años.

ANEXOS

Anexos - Estudio de Mercado

Anexos Cap. 2 - Sistema Solar Fotovoltaico por Columna

Anexos Cap. 3 - Planta de Generación Fotovoltaica

3.1 - Cálculo de sistema fotovoltaico para instalaciones aisladas de la red eléctrica - Sistema autónomo

3.2 - Cálculo de sistema fotovoltaico para instalaciones centralizadas aisladas de la red eléctrica tipo isla

Anexos Cap. 4 - Comparación entre Sistemas y Estudio Técnico sobre Luminarias

Anexos Cap. 5 - Distribución física de la planta productiva

Anexos Cap. 6 - Análisis Económico y Financiero

ANEXO – Estudio de Mercado

Planilla circular relevamiento instalaciones de alumbrado público (2021)

Sistemas de Iluminación- Dirección Provincial de Vialidad- Listado DPV

Instalaciones Alumbrado DNV



PLANILLA ANEXA CIRCULAR RELEVAMIENTO INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO (2021)

2021 - Año de Homenaje al Premio Nobel de Medicina Dr. César Milstein

Instalación Alumbrado N°	Ruta	Distrito	Progresiva [Km]			Entorno		Ubicación	Que ilumina?					Cantidad de Luminarias		
			Inicio - Fin			Rural	Urbano		Intersec. nivel	Intersec. distinto nivel	Tramo Rural	Travesía urbana	Bicisenda			
			Inicio	Fin												
1	130	17	82.27			X		Cruce RPN° 20								40
2	130	17	66			X		Acc. A Sajaroff, Acc Va. Clara (Emp. RPN° 28) (en obra)		X						11
3	130	17	21.00			X		Cruce RPN° 23 - Acc. Termas		X						58
4	130	17	21,00 - 17,36			X	X	BICISENDA, desde cruce RPN23 hasta cruce F.C.G.Urquiza (CLAUSURADO)							X	74
5	130	17				X	X	Desde F.C.G.Urquiza hasta rotona Av. Almafuerte						X		15
6	130	17	14,40 - 13,40			X		BICISENDA, desde Acc. Va Elisa hasta km 13,40						X	X	34

Instalación Alumbrado N°	Ruta	Distrito	Progresiva [Km]			Entorno		Ubicación	Que ilumina?					Cantidad de Luminarias		
			Inicio - Fin			Rural	Urbano		Intersec. nivel	Intersec. distinto nivel	Tramo Rural	Travesía urbana	Bicisenda			
			Inicio	Fin												
1	12	17	180.90			X		Acc. Ceibas (otro)		X						2
2	12	17	161.37			X		Acc. Ceibas		X						2
3	12	17	181.8			X		Acc. Ceibas		X						2
4	12	17	186.00			X		Acc. Medanos		X						2
5	12	17	187.00			X		Acc. Medanos		X						2
6	12	17	225.16			X		Cruce RPN° 16		X						40
7	12	17	227.03			X	X	Pte Pellegrini, hasta Puesto Policía Caminera			X					30
8	12	17	228.60			X		Acc. sur Guallegay hasta Pte. Pellegrini			X					12
9	12	17	231.75			X	X	Acc. norte Guallegay Cruce RP11				X				22
10	12	17	231 - 234			X		Bicisenda						X		90
11	12	17	264			X		Estación de servicio			X					8
11	12	17	264.66			X		Acc. Adela Asunción		X						16
12	12	17	277.73			X		Acc. Gral. Galarza		X						2
13	12	17	277			X		Acc. Arroyo Cle		X						14
14	12	17	294.91			X		Acc. Ccor Mansilla		X						11
15	12	17	312.88			X		Acc. Gdot Echague		X						11
16	12	17	317.55			X	X	Cruce RP6		X						42
17	12	17	324.45			X		Acc. Gobernador Solís, Misión		X						12
18	12	17	340.51			X		Acc. Colonia La Llave (I), Acc. a Lucas Gonzalez 2 km (D)		X						13
19	12	17	350.88			X		Acc. 20 de Septiembre		X						10
20	12	17	357.10			X		Luminaria		X						67
21	12	17	357.88			X		Puesto Policía Caminera			X					2
22	12	17	361.95			X	X	Acc. Nogoyá				X				14
23	12	17	373.24			X		Acceso Belbeder		X						10
24	12	17	382.38			X		Acc. Hernández		X						21
25	12	17	387.07			X		Acc. Aranguen		X						8
26	12	17	404.18			X		Acc. Gral. Ramirez		X		X				7
27	12	17	410.61			X		Acc. Camps		X						8
28	12	17	420.08			X		Cruce RNN° 131		X						34
29	12	17	422.55			X		Acc. Aldea San Rafael		X						8
30	12	17	423.00			X		Acc. Estac. Serv. Petrobras				X				7
31	12	17	423.97			X	X	Acc. Crespo		X						8
32	12	17	425.45			X		Acc. Parque Industrial Crespo		X						1
33	12	17	433.50			X		Acc. Colonia Merou			X					2
34	12	17	434.52			X		Acc. a Cria Refrino 1 Km (D) - Acc. a Gral. Racedo 8 Km (I)		X						12
35	12	17	439.31			X		Acc. a las Delicias 7KM (I) - Monasterio Ntra. Sra. del Paraná (D)		X						7
36	12	17	439.10			X	X	Ms. Luisa (otro)				X				9
37	12	17	439.72			X	X	Acc. María Luisa (II)				X				7
38	12	17	440.44			X	X	Acc. María Luisa (I)				X				9
39	12	17	445.63			X		Acc. Saucedo Rincón		X						8
40	12	17	451.75			X		Cruce Av. J. Newbery, Acc. San Benito (en obra)		X						8
41	12	17	462.49			X		Pte A° Las Tunas				X				5
42	12	17	s/d			X		Tramo desde Pte A° Las Tunas hasta cruce peatonal				X				2
43	12	17	s/d			X		Garita				X				1
44	12	17	s/d			X		Luminaria				X				1
45	12	17	s/d			X		Garita				X				1
46	12	17	463.31			X	X	Acc. San Benito		X						4
47	12	17	463.31			X	X	Acc. San Benito - Semáforos		X						1
48	12	17	463.81			X	X	Garita - Calle Segua				X				1
49	12	17	s/d			X	X	Garita - Calle Nogoyá				X				1
50	12	17	s/d			X	X	Calle Manuel Domingo				X				3
51	12	17	s/d			X	X	2do Cruce Peatonal				X				7
52	12	17	465			X	X	Acc. Colonia Avelanada		X						5
53	12	17	465			X	X	Acc. Colonia Avelanada - semáforos		X						4
54	12	17	s/d			X	X	Garita iluminada				X				1
55	12	17	s/d			X	X	Garita iluminada				X				1
56	12	17	s/d			X	X	Garita iluminada. (calle S. Gral Ramirez)				X				1
57	12	17	465.70			X		Cruce RNN° 18		X						57
58	12	17	467.08			X		Acc. Norte Pna.			X					108
59	12	17	468.5			X		Autódromo Paraná				X				2
60	12	17	s/d			X		Luminarias				X				3
61	12	17	s/d			X		Garita iluminada				X				2
62	12	17	s/d			X	X	Sauce Montul				X				6
63	12	17	s/d			X	X	Sauce Montul				X				8
64	12	17	473.42			X	X	Acc. Parque Gral. San Martín		X						1
65	12	17	474.94			X		Garita iluminada. (P. Policía)				X				1
66	12	17	475.67			X		Cruce RP10, La Picada		X						24
67	12	17	s/d			X		Estación de servicio			X					1
68	12	17	480.63			X		Acc. Villa Urquiza		X						20
69	12	17	s/d			X		Columna				X				1
70	12	17	484.31			X		Acc. Colonia Crespo - Garita				X				2
71	12	17	484.40			X		Acc. Colonia Crespo - Garita				X				2
72	12	17	s/d			X		Garita				X				1
73	12	17	488.50			X		Acc. El Palenque		X						14
74	12	17	495.59			X		Acc. El Palenque (norte)				X				2
75	12	17	s/d			X		Garita, Acc. El Palenque				X				1
76	12	17	s/d			X		Garita				X				4
77	12	17	500.29			X		Cruce RPN° 6 (camino a Hernandarias) Acc. Cerrito		X						15
78	12	17	501.31			X	X	Semáforo				X				1
79	12	17	501.31			X	X	Cerrito (desde cruce RP8 - Av. Racedo)				X				15
80	12	17	s/d			X	X	Cerrito (desde Av Racedo - Bv. Concordia)				X				20
81	12	17	s/d			X	X	Cerrito (desde Bv. Cola - Acc. Moreno) lado Cerrito				X				9
82	12	17	s/d			X	X	Cerrito (por Bv. Concordia)				X				4
83	12	17	s/d			X	X	Cerrito (Bv. Concordia hasta Acc. Moreno)				X				14
84	12	17	502.39			X	X	Acc. Moreno		X						3
85	12	17	506.89			X		Acc. Aldea Santa maria		X						4
86	12	17	s/d			X		Puesto Policía Caminera			X					12
87	12	17	511.78			X		Cruce RNN° 127		X						28
88	12	17	510.9			X		Acc. Hasenkamp, RPN° 32		X						11
89	12	17	526			X		Acc. Alcañaz Sur			X					3
90	12	17	527.5			X		(Garita) Escuela N° 17 Hilario Ascasubi			X					1
91	12	17	529.7			X		(Garita)			X					1
92	12	17	534.5			X		Acc. Piedras Blancas y Hernandarias		X						41
93	12	17	540.8			X		Estación de servicio Petrobras				X				8
94	12	17	542.7			X		La Providencia (Garita)				X				3
95	12	17	549.6			X		El Solar				X				13
96	12	17	554.3			X		Berbat				X				2
97	12	17	578.55			X		Acc. Santa Elena		X						31
98	12	17	587.5			X		Cruce RPN° 6		X						74
99	12	17	604.7			X		Acc. La Paz		X						47
100	12	17	646.4			X		Paseo Telegrafal			X					10

Instalación Alumbrado N°	Ruta	Distrito	Progresiva [Km]			Entorno		Ubicación	Que ilumina?					Cantidad de Luminarias		
			Inicio - Fin			Rural	Urbano		Intersec. nivel	Intersec. distinto nivel	Tramo Rural	Travesía urbana	Bicisenda			
			Inicio	Fin												
1	18	17	14.55			X		Cruce RNN°12		X						57
2	18	17	26			X		garita		X						1
3	18	17	30			X		Camino a SEGUI		X						

Instalaciones Alumbrado DNV

12	131	17	24,3		X	Colectora, Bv Rivadavia				X		20
13	131	17	s/d		X	Luminaria (semáforo)				X		1
14	131	17	24		X	Garita iluminada (semáforos)				X		3
15	131	17	23		X	Luminarias (hasta Av. Paraná)				X		16
16	131	17	22,9		X	Semáforos AV. Paraná				X		2
17	131	17	s/d		X	Av. Paranaana				X		1
18	131	17	s/d			Desde Av. Paraná hasta España				X		6
19	131	17	22,05		X	Luminarias (hasta Acc Va. Libertador) cruce peatonal Av. 9 de Julio)				X		18
20	131	17	22,10		X	Semáforo (Av. 9 de Julio)				X		1
21	131	17	21,50		X	Luminarias (hasta Av. Rivadavia)				X		9
22	131	17	s/d		X	Semáforo (Acc. Va. Libertador S. Martín)				X		1
23	131	17	s/d		X	Av. Rivadavia				X		9
24	131	17	18		X	Luminarias (hasta monolito acceso Va. Libertador)				X		4
25	131	17	s/d		X	Bicisenda				X		62
26	131	17	9		X	Cruce RPN#11		X				31

Instalaciones Alumbrado R.N. N°138

Instalación Alumbrado N°	Ruta	Distrito	Progresiva [Km]		Entorno		Ubicación	Que ilumina?					Cantidad de Luminarias	
			Inicio - Fin		Rural	Urbano		Intersec. nivel	Intersec. distinto nivel	Tramo Rural	Travesía urbana	Bicisenda		
1	136	17	8,00			X	Cruce RPN° 20	X						16
2	136	17	14		X		Cruce RPN° 42, Acc. Pueblo Belgrano	X						25
3	136	17	15,5		X		Est. Servicio "Puesto La Paz"			X				17
4	136	17	25,20		X		Luminarias abandonadas			X				3
5	136	17	26,50		X		Granja Penal N° 9 "El Potrero"			X				7
6	136	17	26		X		A° Verde			X				5
7	136	17	37		X		Aduana			X				10

Instalaciones Alumbrado R.N. N°127

Instalación Alumbrado N°	Ruta	Distrito	Progresiva [Km]		Entorno		Ubicación	Que ilumina?					Cantidad de Luminarias	
			Inicio - Fin		Rural	Urbano		Intersec. nivel	Intersec. distinto nivel	Tramo Rural	Travesía urbana	Bicisenda		
1	127	17	70,74		X		Acc. El Pingo	X						11
2	127	17	71,54		X		Cruce RPN°32, Acc. Hasenkamp	X						6
3	127	17	102,23		X		Acc. Alcaraz	X						8
4	127	17	119,51		X		Acc. Bovill	X						4
5	127	17	127,00		X		Dirección de Prevención de delitos rurales			X				2
6	127	17	139,93		X		Cruce RPN°6	X						57
7	127	17	140,39		X		Policia Caminera			X				7
8	127	17	146,80		X		Acc. Saucedo Luna	X						7
9	127	17	170,89		X		Acc. Conscripto Bernardi	X						11
10	127	17	181,51		X		Acc. Aldea El Cimarrón	X						4
11	127	17	197,36		X		Campamento DPV			X				10
12	127	17	197,50		X		Balanza DNV			X				15
13	127	17	198,04		X		Ex puesto, Balanza DNV			X				6
14	127	17	199,23		X		Federal, accesos y colectoras				X			163
15	127	17	252,34		X		Cruce RPN°2	X						24
16	127	17	252,34		X		Semáforos (San Jaime de la Frontera)				X			4
17	127	17	282,80		X		San Jaime de la Frontera				X			4
18	127	17	282,80		X		Semáforos (San Jaime de la Frontera)				X			4
19	127	17	283,00		X		San Jaime de la Frontera				X			4
20	127	17	283,29		X		San Jaime - Cruce RP3				X			5
21	127	17	291,71		X		Policia Caminera			X				6

Instalaciones Alumbrado R.N. N°14

N°	N°	TRAMO	LUMINACION	LUMINARIAS	N° MEDIDOR	ID	ID
33	44-45	Paraná-Milagray RN18 - Las Tunas - Km 82	1	41	1129969 2320593	106621 106622	Cooperativa de Servicios Públicos Quebracho Ltda.

TOTAL DE LUMINARIAS: 2366

N°	UBICACIÓN	N° ID	N° MEDIDOR	EMPRESA ENERGÍA	CANTIDAD DE LUMINARIAS
1	ACC NORTE 9436 PARANA	730346901	1930991	ENERSA	100
2	R. N. 168 ACC NORTE 9437 PARANA Esc. Alvarado (calle Pedro Lonero)	731372101	24349231	ENERSA	6
3	ACC VILLA FONTANA 01 9074	738179701	1301552449	ENERSA	25
4	ACC VILLA FONTANA 9075	738179801	1301552566	ENERSA	25
5	ALUMBRADO PUBLICO VICTORIA (BIMESTRAL)-Nueva conexión vial y RN174-FOLMER	1789	2989374	COOP VICTORIA	64
6	ALUMBRADO PUBLICO VICTORIA (BIMESTRAL)-Nueva conexión vial y RP26-Rotonda (RP11 y 26)	1788	818145	COOP VICTORIA	66
7	AMBROSETTI, JUAN B. 9547 RULO TÚNEL	735223701	311093	ENERSA	25
8	Avda. JORGE NEWBERY 9101 Y R.N. 12	731844301	1320847	ENERSA	25
9	AVDA. LOS CONSTITUYENTES 311 (C. D. U.)	650040101	S/MEDIDOR	ENERSA	127
10	CAMINO PALACIO SAN JOSE 9014 CURVA SAN JUSTO (A10)	733408702	8201674	ENERSA	10
11	CAMINO PALACIO SAN JOSE (PORTON)		1007691	ENERSA	1
12	EX R. P. 131 01 9019 TEZANO PINTO (3114)	741796301	1502747535	ENERSA	10
13	R. N. 12 9013 ACC ALDEA SANTA MARIA (3123)	731158501	1402417	ENERSA	29
14	R. N. 12 9011 PARANA Y RN18- RULO VIRGEN	731144101	2206195	ENERSA	57
15	R. N. 12 9015 PARANA (Costerito)	733272401	24346886	ENERSA	
16	R. N. 12 9001 ACC. HERNANDARIAS (3127)	730191001	2206839	ENERSA	41
17	R. N. 12 9009 PARANA	730917201	1037530	ENERSA	5
18	R. N. 12 9016 PARANA- CLUB INTERPROFESIONAL (Miguel david y RN12)	733272501	24346882	ENERSA	10
19	R. N. 12 9026 LA PICADA FCO. RAMIREZ	731956401	1200742575/1885996	ENERSA	26
20	R. N. 12 9066 ACC VILLA URQUIZA	737157201	378327	ENERSA	17
21	R. N. 12 SAUCE MONTRUL Espifanio. MARTÍNEZ 9071 (3108)	737015001	8212714	ENERSA	9
22	R. N. 12 SAUCE MONTRUL E. MARTÍNEZ 9101	737014901	8212693	ENERSA	6
23	R. N. 12 9018 ACC A RAMIREZ	733197101	9127442	ENERSA	25
24	R. N. 12 9220 CEIBAS	736384101	8198121	ENERSA	
25	R. N. 12 9240 CEIBAS	736384201	8198122	ENERSA	5
26	R. N. 12 ACC ALDEA ASUNCIÓN	54	12166221	COOP LA PROTECTORA	8
27	R. N. 12 ACC ARANGUREN GRUTA	2260	6612113	COOP SAN MARTÍN	10
28	R. N. 12 ACC CERRITO AVDA CONCORDIA BIMESTR (ANTARTIDA ARG. Y DR BORSOTI)	5420	1300143	COOP EL TALA	27
29	R. N. 12 ACC CERRITO AVDA RACEDO BIMESTR	4510	845089	COOP EL TALA	32
30	R. N. 12 ACC GDOR ECHAGUE	6816	12101144	COOP SUP. ENTR.	11
31	R. N. 12 ACC GDOR MANSILLA (ACC RAUL ALFONSIN)	6817	527175	COOP SUP. ENTR.	12
32	R. N. 12 ACC HERNANDEZ (7080- 205)	2997	3220467	COOP SAN MARTÍN	12
33	R. N. 12 ACC MARÍA LUISA	5005	540202	COOP L. A. R.	12
34	R. N. 12 ACC PALENQUE BIMESTR	1365	2406138	COOP EL TALA	14
35	R. N. 12 ACC SANTA ELENA ALCARAZ-QUEBRACHO	99026/10	6005649	COOP LA PAZ	32
36	R. N. 12 ACC SAUCE PINTO	5353	2192271	COOP L. A. R.	9
37	R. N. 12 EJIDO CRESPO ACC SAN RAFAEL	6607	3507408	COOP L. A. R.	8
38	R. N. 12 Y ACC. A09 COLONIA NUEVA (ACC. VLA. URQ) BIMESTR	942	4385540	COOP EL TALA	1
39	R. N. 12 Y R. P. 1 ROTONDA "LA PAZ" YPF	15010/02	2890447	COOP LA PAZ	19
40	R. N. 12 Y R. P. 39 ACC ECHAGUE (Puesto caminero)	6815	882147	COOP SUP. ENTR.	40
41	R. N. 12 Y R. P. 6 LA "T" - 1 LA PAZ	15010/00	6005651	COOP LA PAZ	74
42	R.N. 12 Y R.P. 1 ROTONDA ACC "LA PAZ" ARCO	15010/01	2890451	COOP LA PAZ	18
43	R. N. 12 Y R. P. 8 9018 CERRITO (3122)	733488001	9127560	ENERSA	12

44	R. N. 127 9024 LOS CONQUISTADORES (COLECCION ALF) Y R.P. 2	732899301	2104168	ENERSA	32
45	R. N. 130 (100) ACC ING SAJAROFF (EX R. P. 28) (3246)	735687001	8213950	ENERSA	11
46	R. N. 130 9042 VILLAGUAY Y R. P. 20	736297801	9222507	ENERSA	30
47	R. N. 130 Y R. P. 23 VILLA ELISA	4473	606005247	COOP GRAL URQUIZA	
48	R. N. 14 9301 CEIBAS (2823)	736383401	8198123	ENERSA	13
49	R. N. 18 10 ACC. JUBILEO (3254) ZONA RURAL	731115801	13398664	ENERSA	11
50	R. N. 18 Y R. P. 6 PASO DE LA LAGUNA (BIMEST)	160396	100354	COOP EL QUEBRACHO	24
51	R. N. 18 Y R. P. 6 PASO DE LA LAGUNA (BIMEST)	160397	100359	COOP EL QUEBRACHO	24
52	R. N. 18 ACC RAÍCES ESTE (BIMESTRAL)	180011	492672	COOP EL QUEBRACHO	13
53	R. N. 18 ACC SAN ANTONIO (BIMESTRAL)	40014	6675048	COOP EL QUEBRACHO	8
54	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 1700	740209501	1401863339	ENERSA	28
55	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 2200	740209301	1401863326	ENERSA	28
56	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 2900	740209201	1401863322	ENERSA	28
57	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 3500	740209101	1401863344	ENERSA	27
58	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 3900	740209001	1401863345	ENERSA	27
59	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 4300	740208901	1401863340	ENERSA	27
60	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 4800	740210201	1401863332	ENERSA	27
61	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 5000	740210001	1401863336	ENERSA	27
62	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 5200	740209801	1401863328	ENERSA	27
63	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 5900	740209901	1401863327	ENERSA	27
64	R. N. 18 ACC. VILLAGUAY SAN MARTÍN 900	740209601	1401863343	ENERSA	27
65	R. N. 18 Y R. P. 32 VIALE (BIMESTRAL)(Policia caminera)	100032	933010	COOP EL QUEBRACHO	6
66	R. P. 1 9035 S.J. DE FELICIANO INTER R.P. 28 Y R.P. 2	729921402	2205285	ENERSA	21
67	R. P. 10 9002 ACC TERMAS de MARIA GRANDE (3133)	740064501	1301678959	ENERSA	32
68	R. P. 10 Y ACC EL PALENQUE BIMESTR (PASO DE LAS PIEDRAS)	1349	5663625	COOP EL TALA	12
69	R. P. 11 9027 COLONIA ALVEAR (Puerto Alvear) (3101) calle 01	740370601	269779	ENERSA	10
70	R. P. 11 9028 COLONIA ENSAYO	734881001	1003593	ENERSA	8
71	R. P. 11 9051 ORO VERDE	728164801	906187	ENERSA	78
72	R. P. 11 9072 AL. PUB. VICTORIA (AERÓDROMO)	732584501	1301675727	ENERSA	101
73	R. P. 11 ACC LAS CUEVAS (BIMESTRAL)	8079	11001330	COOP EL QUEBRACHO	10
74	R. P. 11 ACC RINCÓN DEL DOLL (BIMESTRAL)	2135	2556675	COOP VICTORIA	12
75	R. P. 11 ACC TRES BOCA 6º DIST (BIMESTRAL)	2072	12009747	COOP VICTORIA	35
76	R. P. 11 Km 122 TERMAS VICTORIA (BIMEST)	2071	S/MEDIDOR	COOP VICTORIA	14
77	R. P. 11 9006 LOS CISNES ORO VERDE	736710901	1200743566	ENERSA	7
78	R. P. 11 9007 LOS CEDROS ORO VERDE	736711101	9222519	ENERSA	26
79	R. P. 11 9052 ORO VERDE	735409202	2208265	ENERSA	
80	R. P. 11 9121 ACC DIAMANTE (G S MARTÍN) (3105) -- Acc. Estrobel	201824003	2206117	ENERSA	64
81	R. P. 11 Y R. N. 131 ACC DIAMANTE		88708425		39
82	R. P. 11 Y R. P. 9		2989373		34
83	R. P. 16 9009 E. CARBÓ (2852)(PUUESTO CAMINERO) ROTONDA E INTER. R.N. 12	730528801	1401866495	ENERSA	33
84	R. P. 16 9021 LARROQUE	735625701	311010	ENERSA	5
85	R. P. 16 9200 CUCHILLA REDONDA	733666901	9128015	ENERSA	4
86	R. P. 16 9200 LARROQUE	733667101	9128020	ENERSA	15
87	R. P. 16 VIEJA 16 9100 E. CARBÓ (2852)	733666701	1637653	ENERSA	11
88	R. P. 20 9004 ACC VA DOMINGUEZ	736659001	9222459	ENERSA	26

89	R. P. 20 9010 LAS MOSCAS (3244)	736270201	1200742724	ENERSA	18
90	R. P. 20 9030 URDINAR. BASAVILBASO (3170)	728932401	1301675693	ENERSA	52
91	R. P. 20 9040 SAN MARCIAL (3248)	734763202	9221872	ENERSA	18
92	R. P. 20 9041 LÍBAROS	734788102	9221931	ENERSA	17
93	R. P. 20 9060 URDINARRAIN	730201601	6419605	ENERSA	
94	R. P. 20 9062 URDINARRAIN (2826)	739831701	1301678367	ENERSA	
95	R. P. 20 URDINAR. 9040 BASAVILBASO TERMAS	737136901	2275239	ENERSA	60
96	R. P. 20 9088 URDINARRAIN ACC. SUR	739614001	1301675754	ENERSA	
97	R. P. 20 ACC GILBERT	920009	680405	COOP SAN ANTONIO	8
98	R. P. 20 ACC SAN ANTONIO	920008	343181	COOP SAN ANTONIO	10
99	R. P. 23 9001 ARROYO BARU (3269)	738094002	1401865467	ENERSA	35
100	R. P. 23 9001 LA CLARITA	738094502	1401866001	ENERSA	50
101	R. P. 23 9028 CALVENTO E.- ARROYO BARU 3269	738093702	1301678409	ENERSA	17
102	R. P. 23 ACC. COLONIA BAYLINA 101	739205701	1301675888	ENERSA	15
103	R. P. 23 50 ACC. COLONIA BAYLINA - ARROYO BARU (3269)	738092802	1301676044	ENERSA	18
104	9001 JUBILEO 03 (3254)	740583801	1401866400	ENERSA	
105	R. P. 26 ACC ANTELO (BIMESTRAL)	1778	12154208	COOP VICTORIA	10
106	R. P. 32 ACC DON CRISTOBAL 2º V. SEGUI	755	523487	COOP SAN MARTÍN	8
107	R. P. 32 ACC HASENKAMP Y R. N. 12	11250	506042483	COOP 25 de MAYO	12
108	R. P. 32 ACC VIALE		8821697/5601794		32
109	R. P. 32 ACC PARQUE IND VIALE	799	3220421	COOP SAN MARTÍN	24
110	R. P. 32 ACC BOCA DEL TIGRE - ESPINILLO (1000 - 15330)	875	3539482	COOP SAN MARTÍN	9
111	R. P. 32 ACC SANTA ROSA	5809	2302177	COOP L. A. R.	7
112	R. P. 32 Y ACC COLONIA SANTA LUISA BIMESTRAL (ACC SOSA)	801	6733662	COOP EL TALA	11
113	R. N. 12 9001 ACC. GDOR. SOLA (3176)	732845601	357508	ENERSA	13
114	R. P. 39 9012 ROSARIO DEL TALA (calle M.J.Parodi)	733305001	1639429	ENERSA	14
115	R. P. 39 9019 ROSARIO DEL TALA (Acc. Raul Alfonsin/Av. San Martin)	733305301	1693129	ENERSA	35
116	R. P. 39 9014 DANTE ALIG ROSARIO DEL TALA	731135101	2208190	ENERSA	5
117	R. P. 39 9030 BASAVILBASO-01	731447901	2206265	ENERSA	34
118	R. P. 39 9030 BASAVILBASO-02	731448101	2206264	ENERSA	34
119	R. P. 39 9030 BASAVILBASO-03	731448001	2206263	ENERSA	34
120	R. P. 39 9040 BASAVILBASO A R. TALA (3170) INT RP39 Y RP20 a VILLAGUAY	734763402	9221767	ENERSA	45
121	LÍNEA 23 9045 BASAVILBASO (3170)- "T" pasando las termas Int RP39	737393101	1131483	ENERSA	28
122	R. P. 39 9013 ACC SAN JUSTO-CAMINO PAL. SAN JOSE	733325501	1007686	ENERSA	25
123	R. N. 12 9017 ACC XX DE SETIEMBRE	738048701	12116598	ENERSA	12
124	R. P. 39 9387 ACC PALACIO SAN JOSÉ-CON. D. URUG.	734433302	1200743150	ENERSA	14
125	R. P. 39 ACC CASEROS	11300	2299515	COOP RUTA J	24
126	R. P. 39 ACC HERRERA	11303	2202947	COOP RUTA J	53
127	R. P. 39 ACC MANTERO	920007	9126851	COOP SAN ANTONIO	53
128	R. P. 39 BASAVILVASO - ACCESO SUR	920006	1733119	COOP SAN ANTONIO	24
129	R. P. 5 Y R. P. 28 COLONIA STA LUCIA 9046 R. Federal	734358301	1015107	ENERSA	10
130	R. P. 5 NUEVA VIZCAYA 9057 (RURAL FEDERAL)	734543201	1016590	ENERSA	11
131	R. P. 5 Y R. P. 2 ACC CHAJARÍ			ENERSA	12

132	R. P. 6 ACC MACIÁ	6818	515383	COOP SUP. ENTR.	12
133	R. P. 6 9002 SAUCE DE LUNA (3144) y R. N. 127 ROTONDA	732650701	2206351	ENERSA	67
134	R. P. 8 ACC A BRUGO	11286	606080980	COOP 25 de MAYO	14
135	R. P. 9 2843 GRAL. GALARZA (ACC. DE RIPIO)	79	2801450	COOP LA PROTECTORA	
136	COLONIA BAYLINA 9100 (3269)	741699401	1401866763	ENERSA	
137	R. N. 12 REICHEL Y AVDA. 2050 (GRAL. GALARZA) (2843)	729370301	12426073	ENERSA	15
				TOTAL LUMINARIAS	3153

ANEXO Cap. 2 – Sistema Solar Fotovoltaico por Columna

Plano con variables medidas - columna 10 m- material Acero

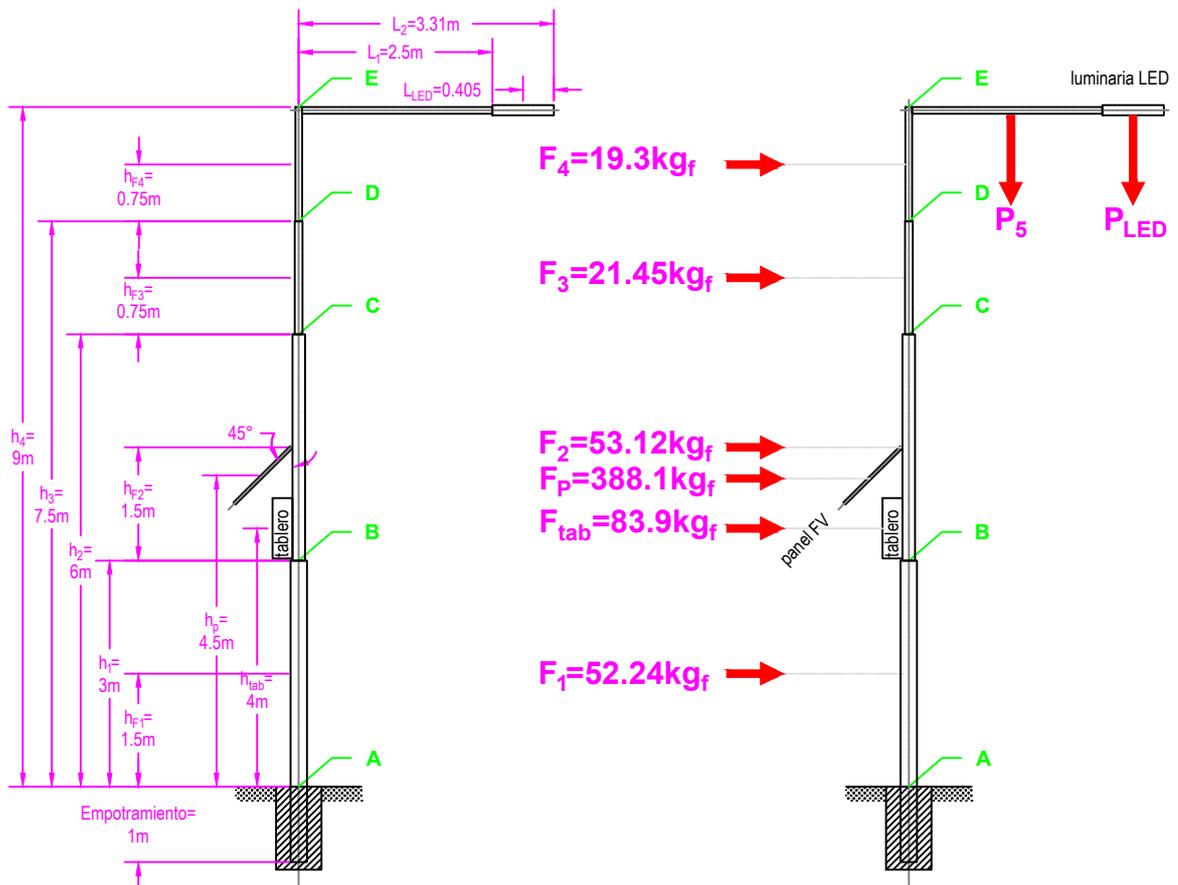
Plano con variables medidas - columna 10 m- material PRFV

Plano simulación 1 - columna 10 m- material Acero- Programa SolidWorks

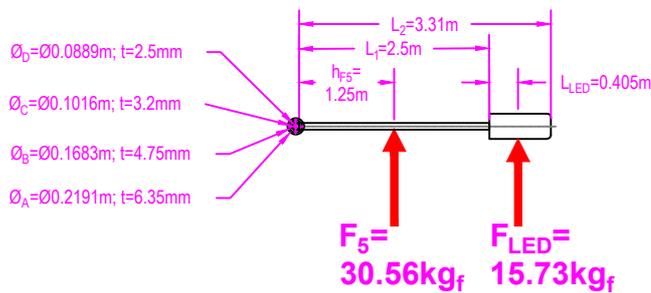
Plano simulación 2 - columna 10 m- material Acero- Programa SolidWorks

Plano simulación 1 - columna 10 m- material PRFV- Programa SolidWorks

Plano simulación 2 - columna 10 m- material PRFV- Programa SolidWorks



COLUMNA VISTA FRENTE



COLUMNA VISTA SUPERIOR



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL PARANÁ

LAMINA N°

ENTRE RÍOS, PARANÁ 2022

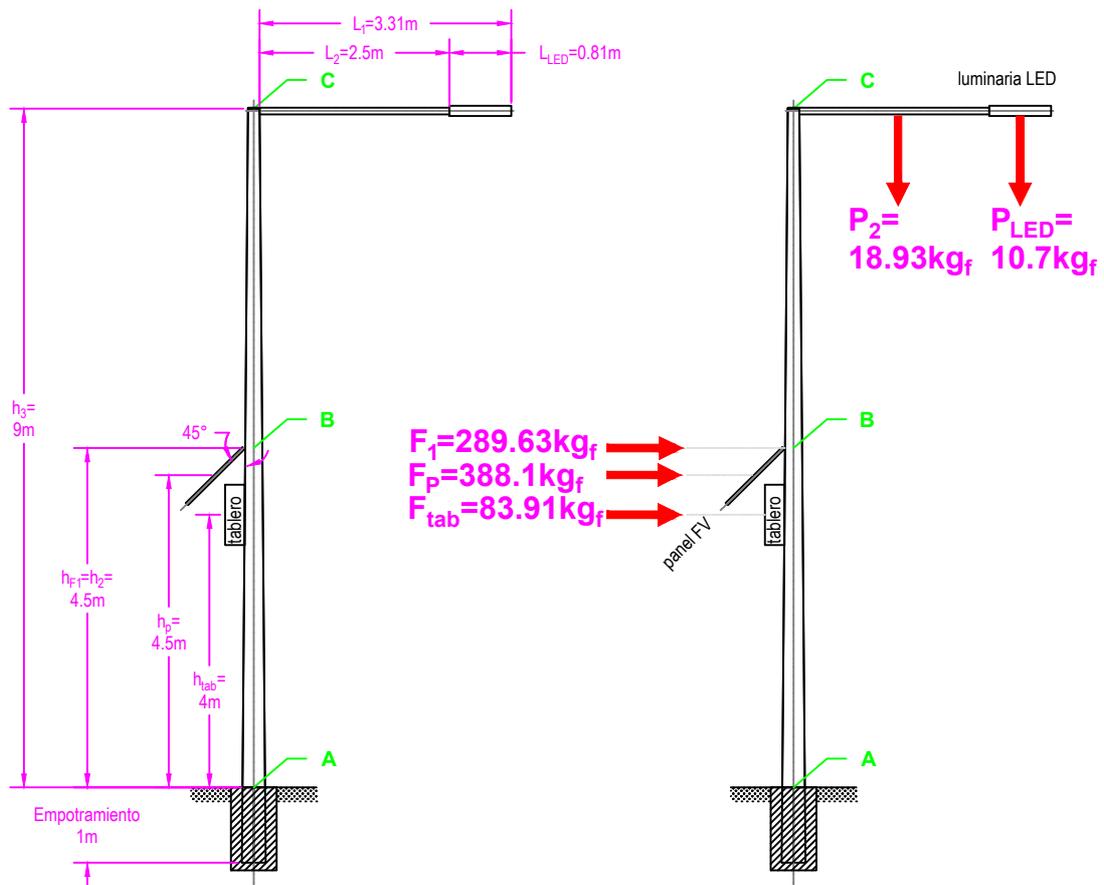
DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
Ing. Maximino, Nicolas

TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo

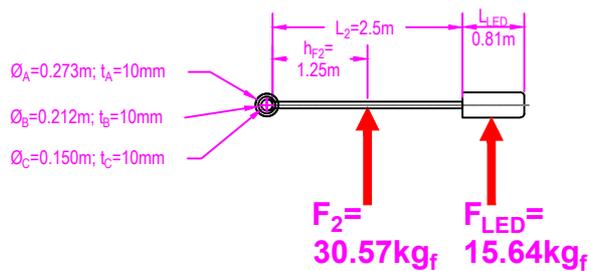
ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.

CATEDRA: PROYECTO FINAL.-

PLANO DE: Columna de Iluminación 10m - 9m libres.-



COLUMNA VISTA FRENTE



COLUMNA VISTA SUPERIOR



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL PARANÁ

LAMINA N°

ENTRE RÍOS, PARANÁ 2022

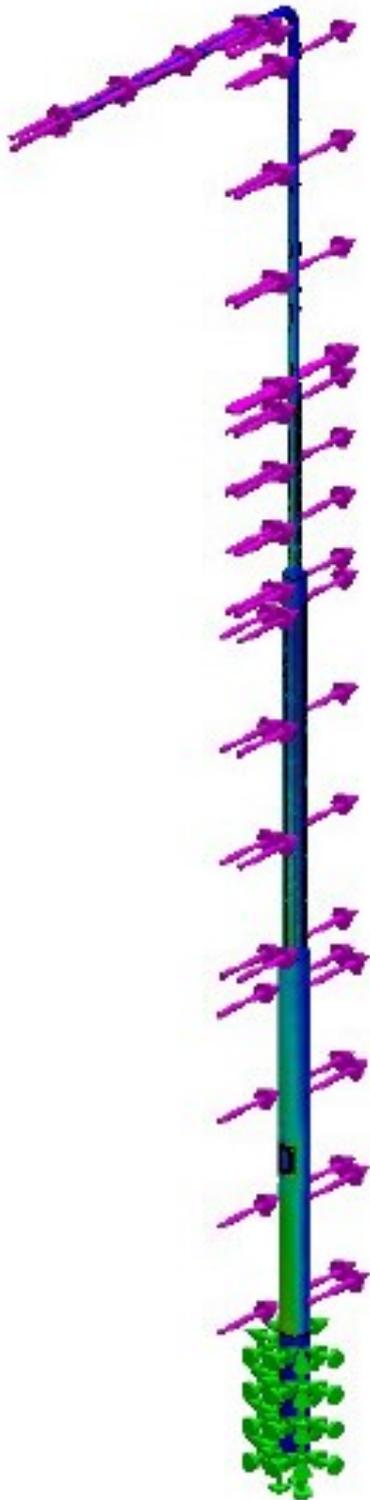
DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
Ing. Maximino, Nicolas

TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo

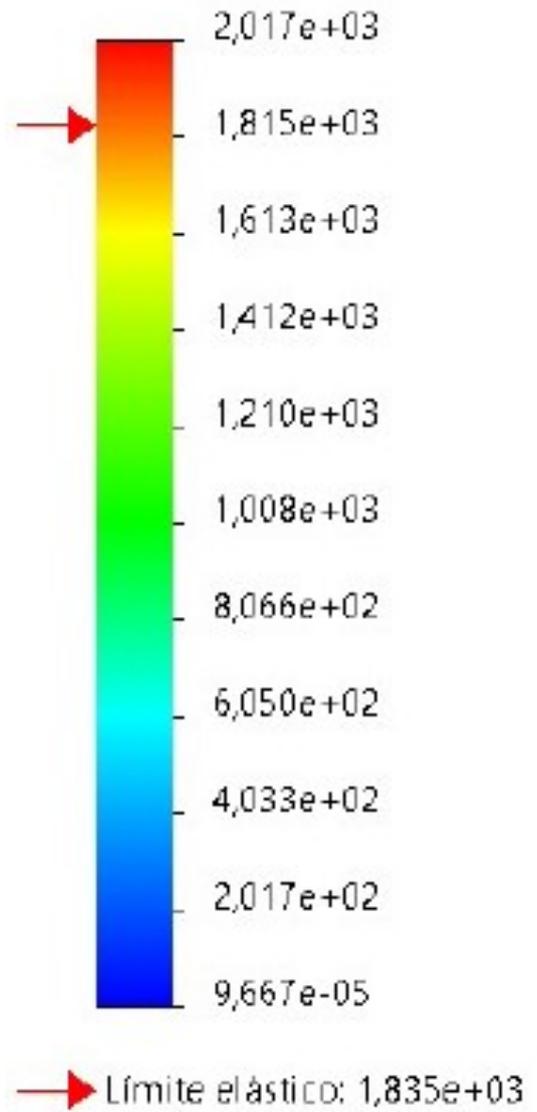
ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-

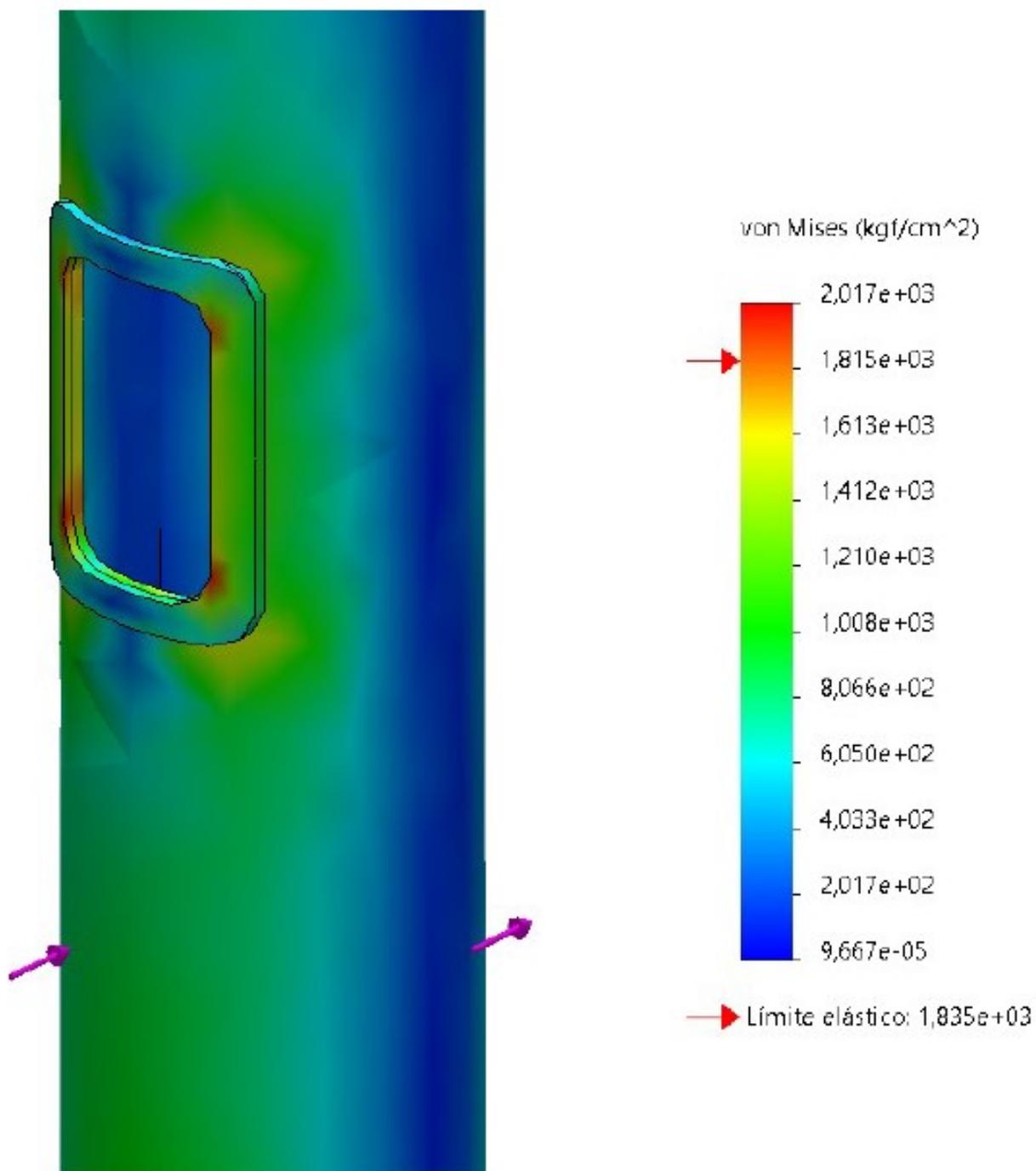
PLANO DE: Columna de Iluminación 10m - 9m libres.
Material columna PRFV.-



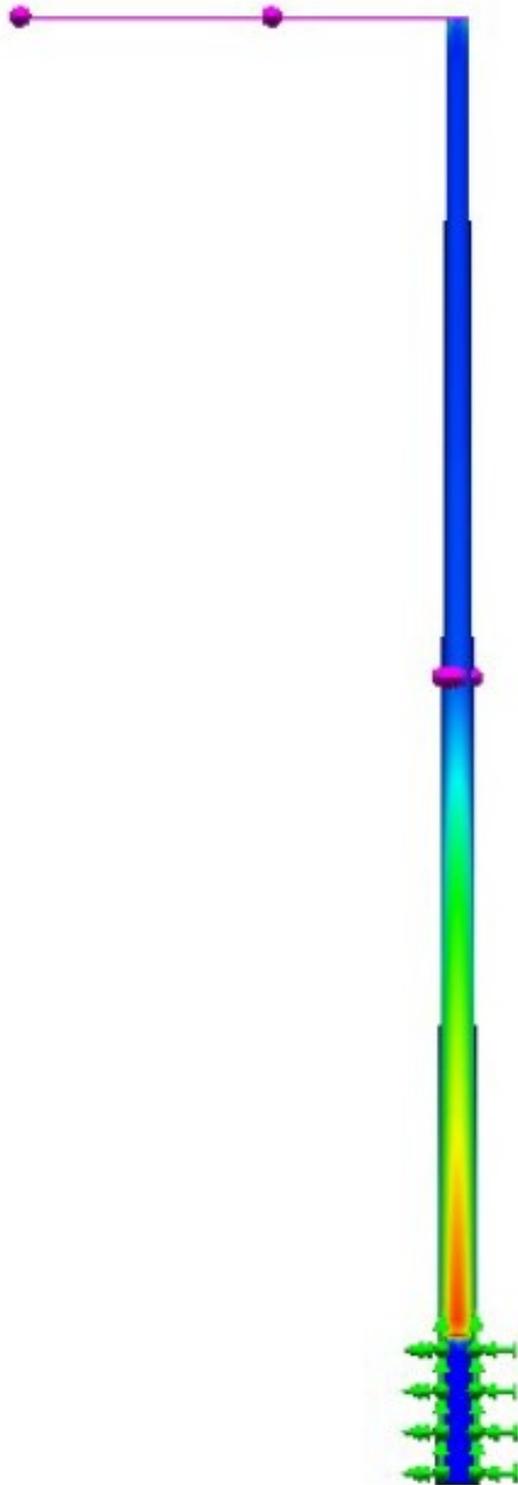
von Mises (kgf/cm²)



	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ	LAMINA N°
	CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.- PLANO DE: Simulación 1 Columna de Iluminación 10m - 9m libres. Material columna Acero.- Programa de simulación Solidworks.-	
ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023 DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo Ing. Maximino, Nicolas TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.		



	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ	LAMINA N°
	CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.- PLANO DE: Simulación 2 Columna de Iluminación 10m - 9m libres. Material columna Acero.- Programa de simulación Solidworks.-	
ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023 DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo Ing. Maximino, Nicolas TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.		



von Mises (kgf/cm²)

762,435

686,192

609,948

533,705

457,461

381,218

304,974

228,731

152,487

76,244

0,000

→ Límite elástico: 1.274,645



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL PARANÁ

LAMINA N°

ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023

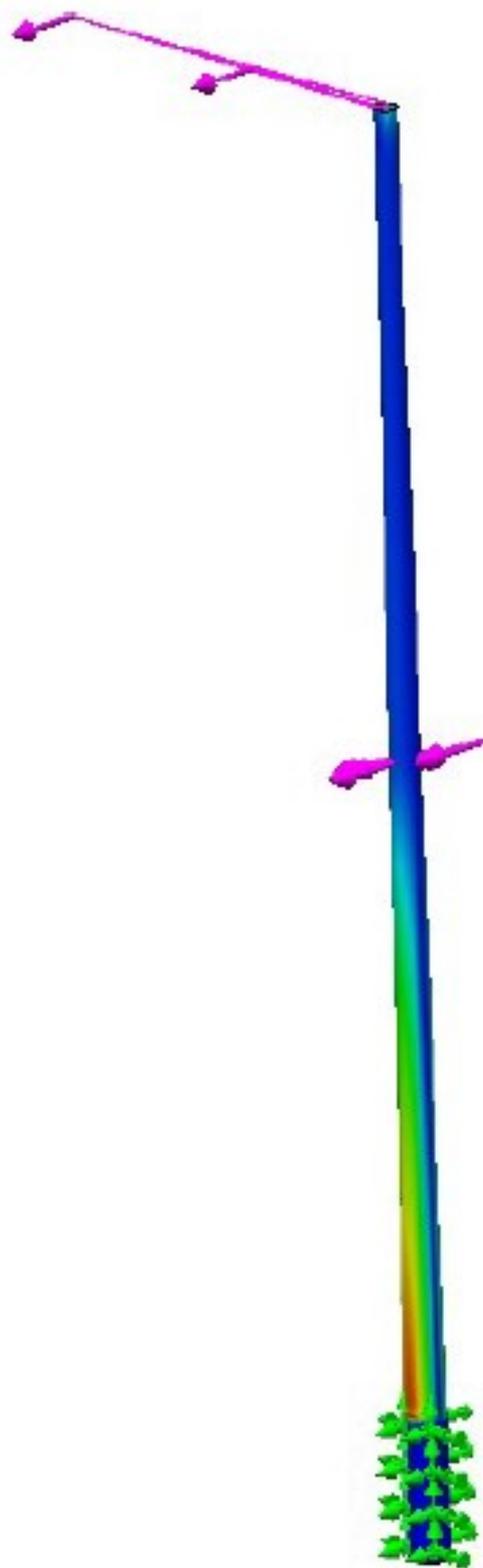
DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
Ing. Maximino, Nicolas

TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo

ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-

PLANO DE: Simulación 1 Columna de Iluminación 10m - 9m libres.
Material columna PRFV.-
Programa de simulación Solidworks.-



von Mises (kgf/cm²)

762,435

686,192

609,948

533,705

457,461

381,218

304,974

228,731

152,487

76,244

0,000

→ Límite elástico: 1.274,645



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL PARANÁ

LAMINA N°

ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023

DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
Ing. Maximino, Nicolas

TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo

ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-

PLANO DE: Simulación 2 Columna de Iluminación 10m - 9m libres.
Material columna PRFV.-
Programa de simulación Solidworks.-

ANEXO Cap. 3 – Planta de Generación Fotovoltaica

3.1 ANEXO - CÁLCULO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA - SISTEMA AUTONOMO

Simulación PVGIS-5 OffgridPV (-31.747;-60.515) 440Wp

Simulación PVGIS-5 OffgridPV (-31.747;-60.515) 5.985Wp

Simulación Global Solar Atrás reporte Paraná

Simulación PVGIS-5 DailyIrradiance (-31.746;-60.515)

Catálogo Batería BLUE CARBON UU24-200-CAST-ALUMINIUM-VERSION

Catálogo PANEL TallmaxM 430a450Wp Datasheet TSM-DE17M.T0(II)

Catálogo Inversor ENERTIK 150W 24 A 220V ONDA MODIFICADA

Catálogo Estructuras Solartec EP

3.2 ANEXO - CÁLCULO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA INSTALACIONES CENTRALIZADAS AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA TIPO ISLA

Catálogo Baterías LifePo4 litio SMS 48V 200Ah

Catálogo Panel TRINA SOLAR Vertex 665wp

Catálogo Inversor SOLAR INVERTER CHARGER 3.6KW 5.6KW

Catálogo Estructura soporte para contenedor

Catálogo Estructuras Solartec GST-GSTR

**3.1 ANEXO - CÁLCULO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA
INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA - SISTEMA
AUTONOMO**

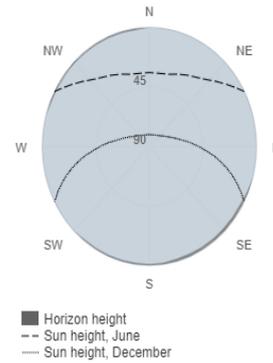
Performance of off-grid PV system

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

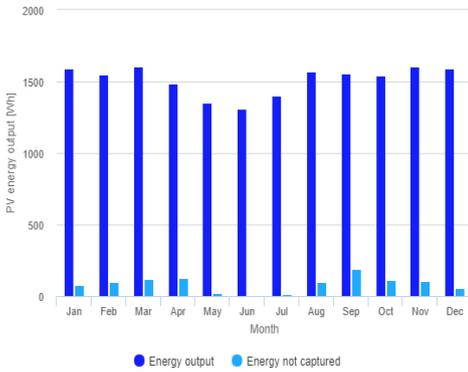
Provided inputs

Latitude/Longitude:	-31.747,-60.515	Slope angle:	47 °
Horizon:	Calculated	Azimuth angle:	180 °
Database used:	PVGIS-ERA5	Simulation outputs	
PV installed:	440 Wp	Percentage days with full battery:	23.87 %
Battery capacity:	5120 Wh	Percentage days with empty battery:	14.07 %
Cutoff limit:	10 %	Average energy not captured:	356.74 Wh
Consumption per day:	1610 Wh	Average energy missing:	687 Wh

Outline of horizon at chosen location:



Power production estimate for off-grid PV:

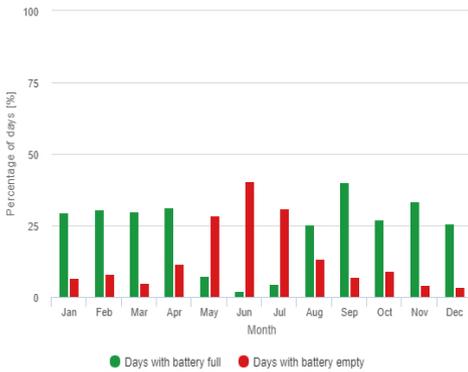


Monthly average performance

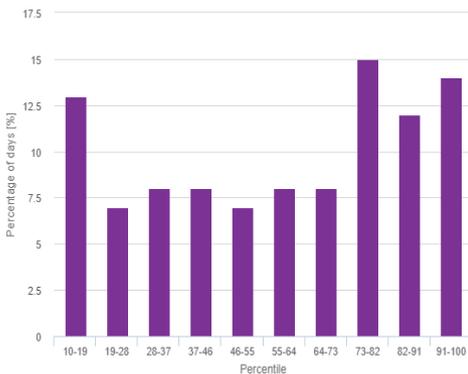
Month	E_d	E_l	f_f	f_e
January	1593.0	77.6	29.6	6.6
February	1547.3	99.0	30.6	8.3
March	1604.9	116.7	29.8	4.8
April	1486.0	125.4	31.5	11.5
May	1355.6	23.5	7.5	28.4
June	1308.3	4.5	2.1	40.4
July	1402.6	16.0	4.6	31.1
August	1570.5	101.1	25.2	13.3
September	1555.6	188.7	40.0	7.1
October	1539.0	111.3	27.2	9.3
November	1605.4	102.9	33.5	4.2
December	1591.1	59.1	25.8	3.6

E_d: Average energy production per day [Wh/day].
 E_l: Average energy not captured per day [Wh/day].
 f_f: Percentage of days when battery became full [%].
 f_e: Percentage of days when battery became empty [%].

Battery performance for off-grid PV system:



Probability of battery charge state at the end of the day:



Cs	Cb
10-19	13.0
19-28	7.0
28-37	8.0
37-46	8.0
46-55	7.0
55-64	8.0
64-73	8.0
73-82	15.0
82-91	12.0
91-100	14.0

Cs: Charge state at the end of each day [%].
 Cb: Percentage of days with this charge state [%].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

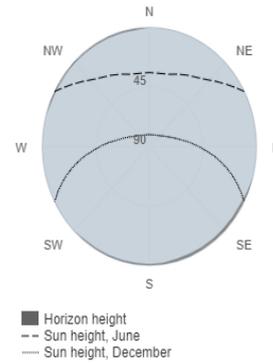
Performance of off-grid PV system

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

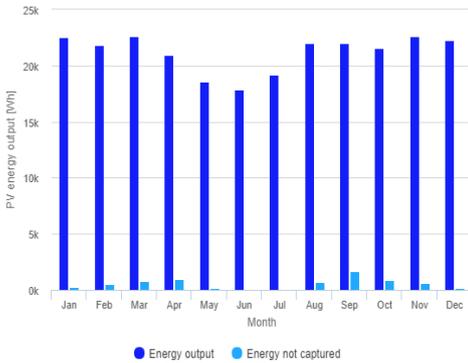
Provided inputs

Latitude/Longitude:	-31.747,-60.515	Slope angle:	47 °
Horizon:	Calculated	Azimuth angle:	180 °
Database used:	PVGIS-ERA5	Simulation outputs	
PV installed:	5985 Wp	Percentage days with full battery:	12.94 %
Battery capacity:	67200 Wh	Percentage days with empty battery:	20.38 %
Cutoff limit:	10 %	Average energy not captured:	4361.22 Wh
Consumption per day:	23100 Wh	Average energy missing:	9416.83 Wh

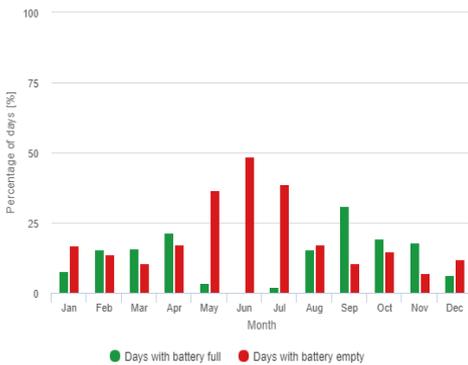
Outline of horizon at chosen location:



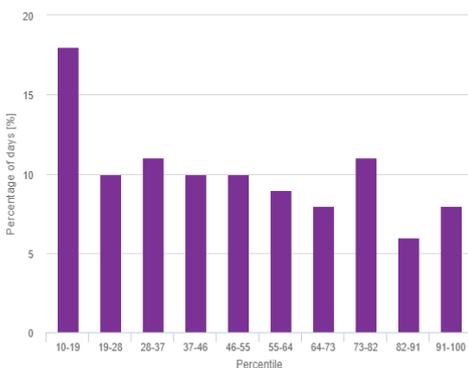
Power production estimate for off-grid PV:



Battery performance for off-grid PV system:



Probability of battery charge state at the end of the day:



Monthly average performance

Month	E_d	E_l	f_f	f_e
January	22492.7	232.2	7.6	17.0
February	21867.6	526.8	15.6	13.8
March	22650.7	766.4	15.7	10.7
April	20927.0	991.5	21.5	17.3
May	18602.2	156.1	3.4	36.5
June	17856.7	0.0	0.0	48.5
July	19200.4	95.7	2.0	38.7
August	22018.4	719.0	15.3	17.1
September	22020.2	1706.6	31.0	10.6
October	21591.2	857.1	19.4	14.7
November	22638.8	598.3	18.1	7.1
December	22293.6	153.1	6.5	11.9

E_d: Average energy production per day [Wh/day].
 E_l: Average energy not captured per day [Wh/day].
 f_f: Percentage of days when battery became full [%].
 f_e: Percentage of days when battery became empty [%].

Cs	Cb
10-19	18.0
19-28	10.0
28-37	11.0
37-46	10.0
46-55	10.0
55-64	9.0
64-73	8.0
73-82	11.0
82-91	6.0
91-100	8.0

Cs: Charge state at the end of each day [%].
 Cb: Percentage of days with this charge state [%].

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/10/03

GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

Paraná

-31.753861°, -060.529175°

Coronel Francisco Sayos, Paraná, Entre Ríos Province, Argentina

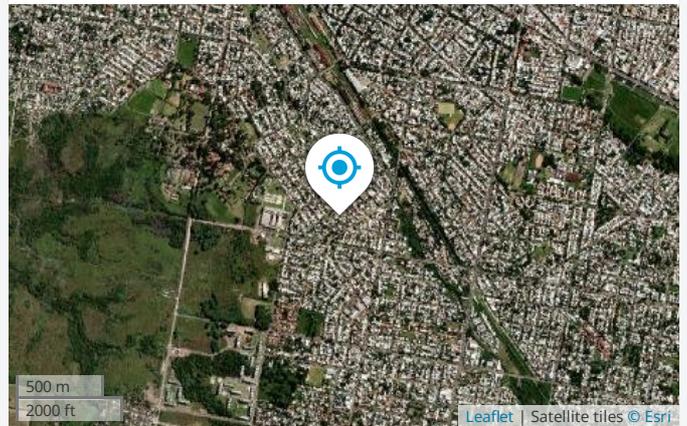
Time zone: UTC-03, America/Argentina/Cordoba [ART]

🕒 Report generated: 29 Jun 2023

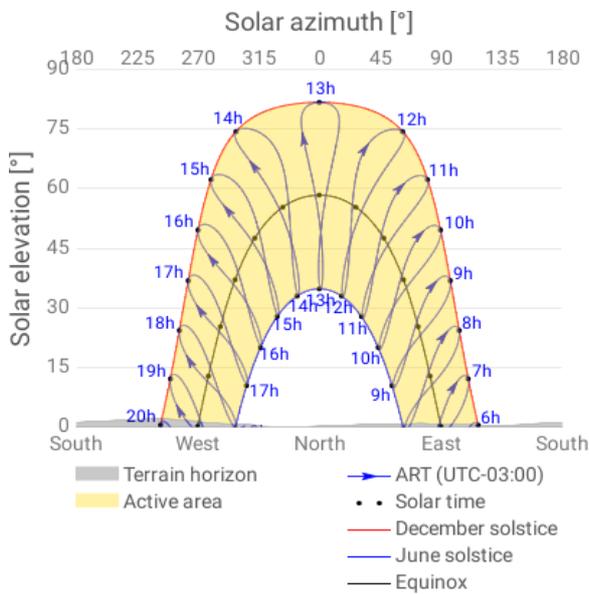
SITE INFO

Map data		Per year	
Direct normal irradiation	DNI	2054.7	kWh/m ²
Global horizontal irradiation	GHI	1839.3	kWh/m ²
Diffuse horizontal irradiation	DIF	580.8	kWh/m ²
Global tilted irradiation at optimum angle	GTI opta	2048.9	kWh/m ²
Optimum tilt of PV modules	OPTA	29 / 0	°
Air temperature	TEMP	18.6	°C
Terrain elevation	ELE	69	m

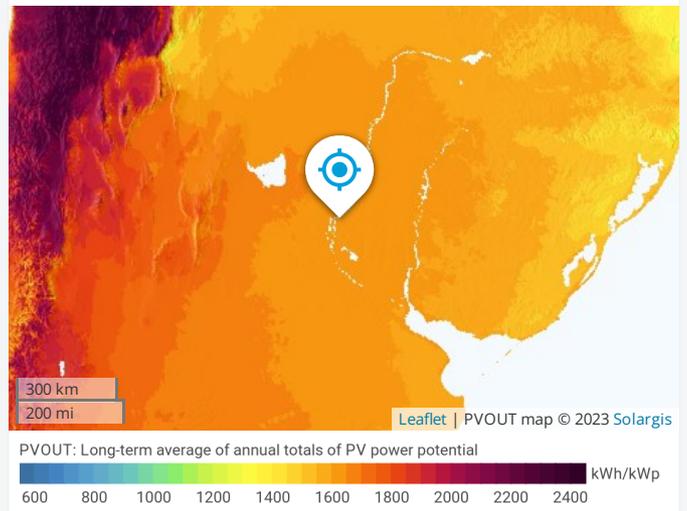
Map



Horizon and sunpath



PVOUT map



GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

PV ELECTRICITY AND SOLAR RADIATION

PV system configuration



PV system: **Ground-mounted large scale**

Azimuth of PV panels: **Default (0°)**

Tilt of PV panels: **29°**

Installed capacity: **1000 kWp**

Annual averages

Total photovoltaic power output and Global tilted irradiation

1.646

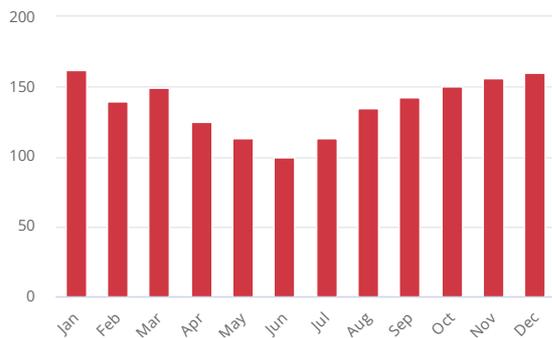
GWh per year

2045.5

kWh/m² per year

Monthly averages

Total photovoltaic power output



Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [kWh]



UTC-03

Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [kWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6	11	2	0						0	9	21	21
6 - 7	69	46	31	15	1			5	48	96	115	95
7 - 8	224	188	181	159	110	55	65	133	212	256	283	251
8 - 9	393	358	356	328	286	246	259	316	384	412	439	406
9 - 10	530	498	495	456	415	379	398	468	518	533	566	536
10 - 11	624	593	587	530	499	450	486	561	606	603	640	620
11 - 12	668	644	637	573	538	496	538	614	650	640	672	657
12 - 13	668	654	646	583	532	508	550	623	652	637	667	654
13 - 14	630	621	613	540	484	470	513	586	597	584	612	613
14 - 15	548	539	530	454	397	385	431	494	500	488	513	531
15 - 16	435	427	398	333	279	259	302	354	358	350	379	409
16 - 17	288	282	249	177	104	73	120	180	192	195	216	250
17 - 18	119	117	79	23	1	0	2	16	34	47	66	91
18 - 19	24	15	2							1	9	20
19 - 20	0											0
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	5,232	4,985	4,804	4,170	3,646	3,320	3,664	4,350	4,753	4,852	5,198	5,153

GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

PV ELECTRICITY AND SOLAR RADIATION

Annual averages

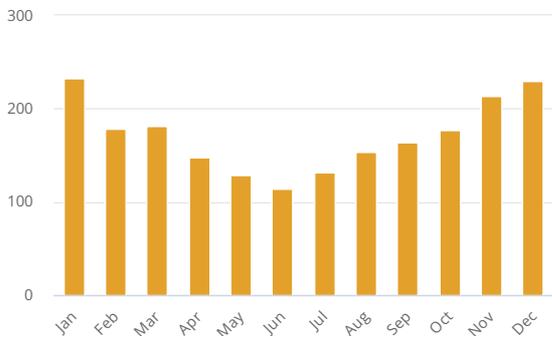
Direct normal irradiation

2051.9

kWh/m² per year

Monthly averages

Direct normal irradiation



Average hourly profiles

Direct normal irradiation [Wh/m²]



Average hourly profiles

Direct normal irradiation [Wh/m²]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6	106	14								59	184	197
6 - 7	385	268	150	64	10			22	177	298	408	405
7 - 8	517	438	407	336	240	145	165	282	387	413	511	501
8 - 9	598	526	501	453	387	349	373	422	479	484	577	569
9 - 10	661	586	560	507	452	423	452	502	536	539	637	633
10 - 11	700	624	597	531	491	451	491	546	573	560	664	674
11 - 12	704	622	609	547	506	472	514	571	595	574	670	684
12 - 13	681	612	608	549	497	484	526	581	594	576	677	680
13 - 14	670	597	598	530	473	475	515	575	571	565	659	669
14 - 15	636	563	563	498	444	444	485	542	536	524	615	642
15 - 16	594	525	507	452	396	375	422	474	471	470	562	600
16 - 17	546	481	452	361	248	198	274	357	386	407	493	532
17 - 18	462	398	299	87	11		13	69	138	238	376	438
18 - 19	247	134	19								80	183
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	7508	6388	5870	4916	4155	3817	4230	4942	5444	5707	7112	7407

GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

GLOSSARY

Acronym	Full name	Unit	Type of use
DIF	Diffuse horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of diffuse horizontal irradiation (© 2021 Solargis)
DNI	Direct normal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of direct normal irradiation (© 2021 Solargis)
ELE	Terrain elevation	m, ft	Elevation of terrain surface above/below sea level, processed and integrated from SRTM-3 data and related data products (SRTM v4.1 © 2004 - 2021, CGIAR-CSI)
GHI	Global horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global horizontal irradiation (© 2021 Solargis)
GTI	Global tilted irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation (© 2021 Solargis)
GTI_opta	Global tilted irradiation at optimum angle	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation for PV modules fix-mounted at optimum angle (© 2021 Solargis)
OPTA	Optimum tilt of PV modules	°	Optimum tilt of fix-mounted PV modules facing towards Equator set for maximizing GTI input (© 2021 Solargis)
PVOUT_total	Total photovoltaic power output	kWh, MWh, GWh	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by the total installed capacity of a PV system (© 2021 Solargis)
PVOUT_specific	Specific photovoltaic power output	kWh/kWp	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by a PV system and normalized to 1 kWp of installed capacity (© 2021 Solargis)
TEMP	Air temperature	°C, °F	Average yearly, monthly and daily air temperature at 2 m above ground. Calculated from outputs of ERA5 model (© 2021 ECMWF, post-processed by Solargis)

ABOUT

This pdf report (the “Work”) is automatically generated from the Global Solar Atlas online app (<https://globalsolaratlas.info/>), prepared by Solargis under contract to The World Bank, based on a solar resource database that Solargis owns and maintains. It provides the estimated solar resource, air temperature data and potential solar power output for the selected location and input parameters of a photovoltaic (PV) power system.

Copyright © 2021 The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433, USA

The World Bank, comprising the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) and the International Development Association (IDA), is the commissioning agent and copyright holder for this Work, acting on behalf of The World Bank Group. The Work is licensed by The World Bank under a Creative Commons Attribution license (CC BY 4.0 IGO) with a mandatory and binding addition (please refer to the GSA website for full terms and conditions of use <https://globalsolaratlas.info/support/terms-of-use>).

The World Bank Group disclaims all warranties of any kind related to the provision of the Work.

The Work is made available solely for general information purposes. Neither the World Bank, Solargis nor any of its partners and affiliates hold the responsibility for the accuracy and/or completeness of the data and shall not be liable for any errors, or omissions. It is strongly advised that the Work be limited to use in informing policy discussions on the subject, and/or in creating services that better educate relevant persons on the viability of solar development in areas of interest. As such, neither the World Bank nor any of its partners on the Global Solar Atlas project will be liable for any damages relating to the use of the Work for financial commitments or any similar use cases. Solargis has done its utmost to make an assessment of solar climate conditions based on the best available data, software, and knowledge.

Sources: Solar database and PV software © 2021 Solargis

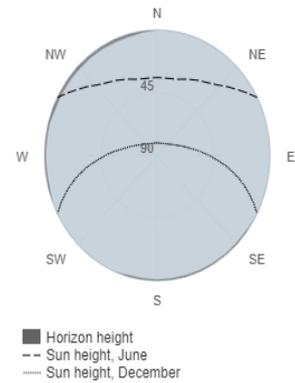
Daily irradiance data

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

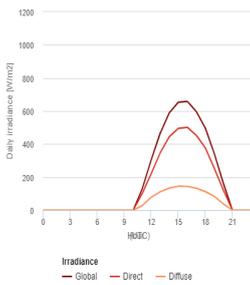
Provided inputs

Latitude/Longitude: -31.746,-60.515
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-ERA5
 Month: June

Outline of horizon at chosen location:



Daily average irradiance on fixed plane with slope 47° and azimuth 180°

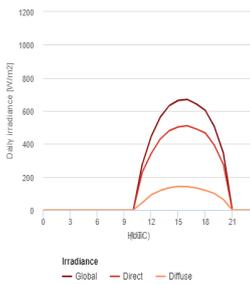


Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	305	468	589	653	658	596	497	341	161	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	222	348	444	495	501	452	376	252	122	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	79	112	133	145	143	132	112	83	38	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
 Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
 Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

Daily average irradiance on sun-tracking plane



Irradiance on sun-tracking plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	277	447	564	633	664	669	642	603	505	344	0	0	0
Gb(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	344	430	481	503	510	491	466	392	276	0	0	0
Gd(n)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	92	118	134	143	142	134	120	100	64	0	0	0

G(n): Global irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].
 Gb(n): Direct normal irradiance [W/m2].
 Gd(n): Diffuse irradiance on a 2-axis tracking plane [W/m2].



Blue Carbon
蓝晶易碳



24V/200Ah

LiFePO₄ Battery Pack
Cast aluminum version

Name: LITHIUM ION BATTERIES
Model: UU 24-200

BCT

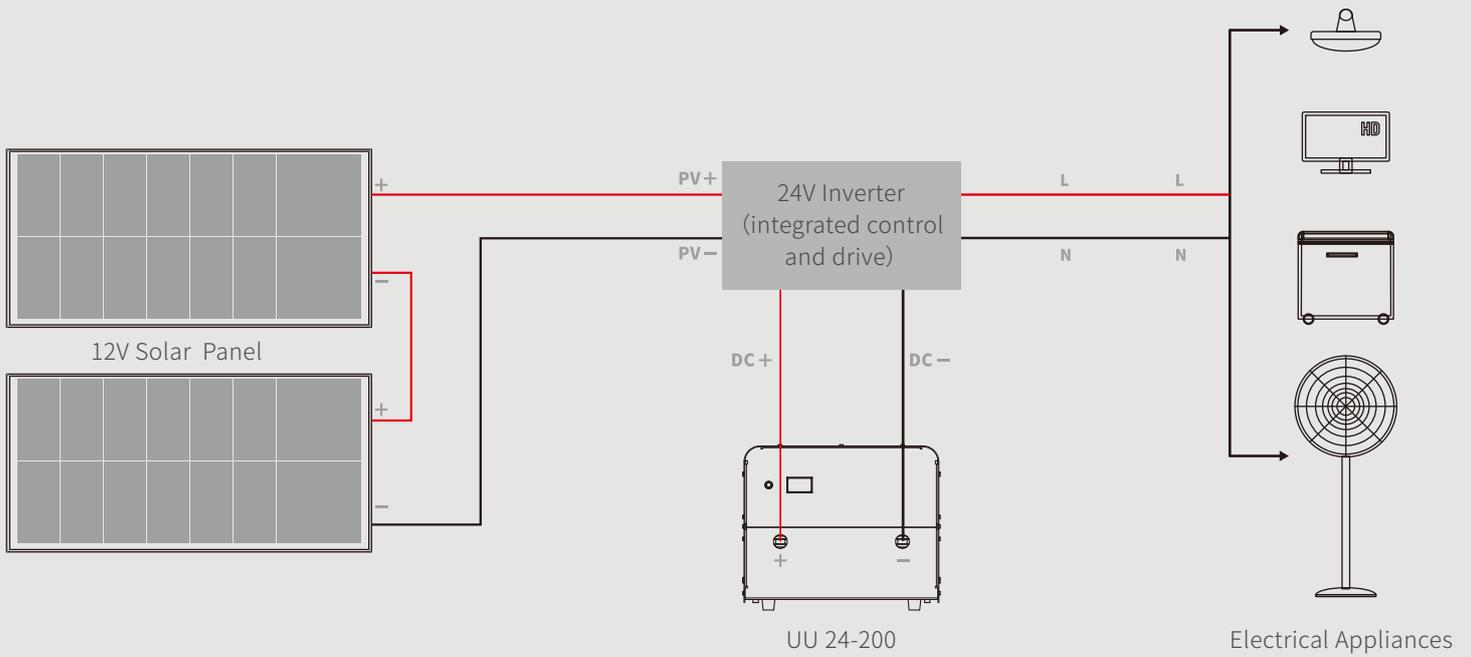
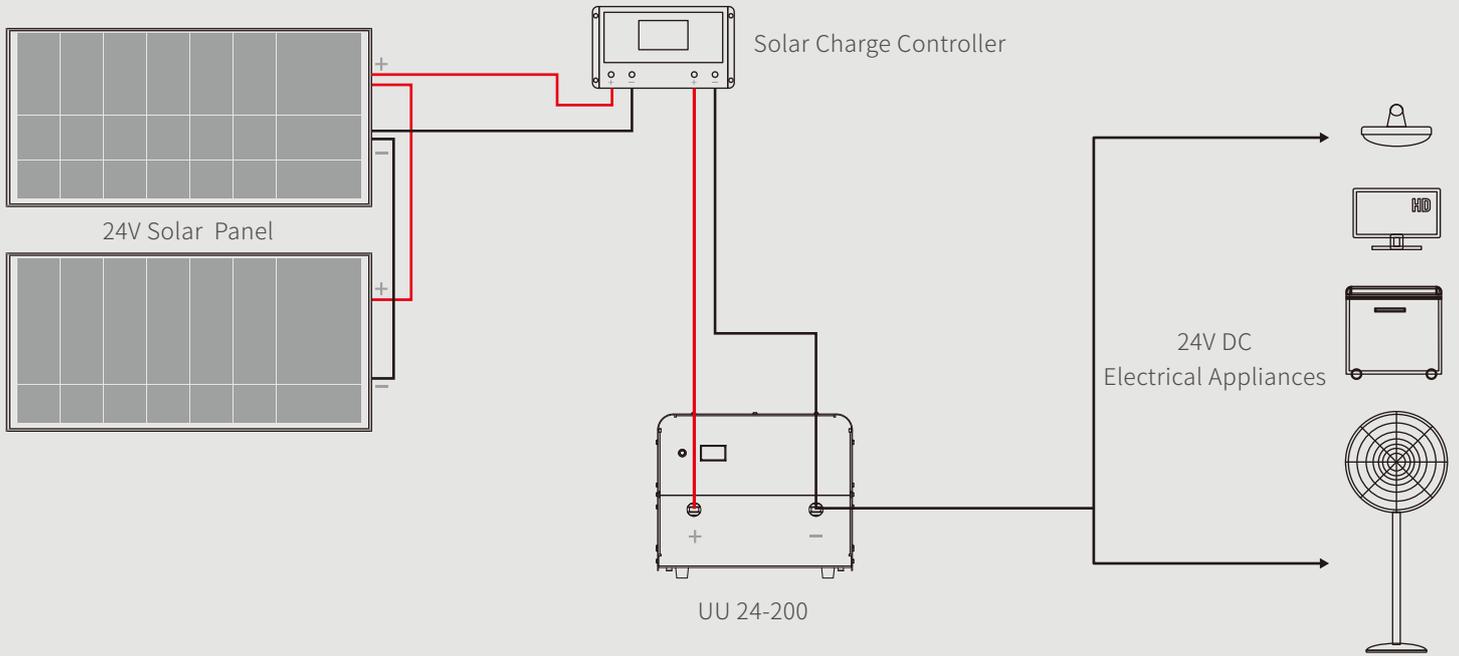
LiFePO₄ Battery Pack



Application Places

For no city power areas, the battery pack can be charged by solar panels and used for night lighting; For the areas that city power is expensive, the battery pack can be charged during the electricity valley value period, and used at the peak power period; For the areas which power off from time to time, the battery pack can be used as UPS, to avoid information loss caused by sudden power outage. The battery pack is applicable to commercial lighting, industrial lighting, home lighting, outdoor lighting, camping tourism, farming, planting, the night market stalls, etc.

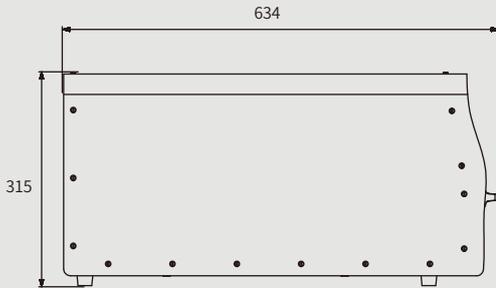
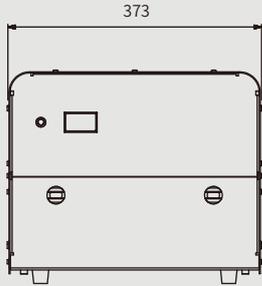
Blue Carbon, no need electricity bill at all.





Blue Carbon
蓝晶易碳

Product size : (mm)



Technical Parameters

Model	UU 24-200		
Storage capacity	5120Wh		
Standard capacity	200Ah/25.6V		
Continuously use output current	100A	Standard charging voltage	28.8V—30V
Continuously use output current	100A	Maximum charging voltage	50V
Charging voltage of solar panel	44V	Cut-off	18-24V
Charging cut-off voltage	27.6V-29.2V	Maximum solar panel input current	100A
Rshoot delay protection	1000mS	Over-discharge delay protection	1000mS
Short circuit protection recovery	Disconnect load	Short circuit protection delay	330uS
Self-Discharge (25°)	<3%/month	Depth of discharge	>80%
Cycle life	>5000 times (<0.5C)	C-rate Discharge	<0.8C
Charge method(CC/CV)	Operation: -15°C—60°C; Recommendation: 10°C—40°C		
Warranty	5 years		
Product size	635±2mm×373±2mm×315±2mm		
Package size	700±5mm×443±5mm×396±5mm/PC		

Advantages

- High quality aluminium magnesium alloy, anti-corrosion, substantial, durable, artistic, practical.
- All in one mould design and production, easy to install.
- With longer span life LiFePO₄ battery, over 12 years lifespan, ensure the whole set products' life span.
- Dustproof structure design, DC output, safe and reliable.
- Integrated packaging, safe and convenient to transport.

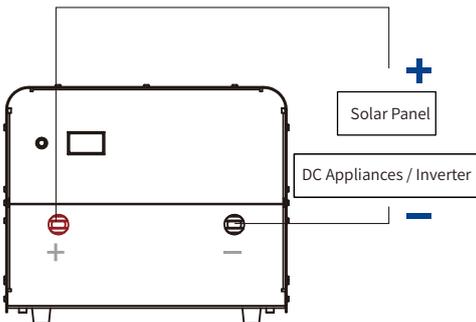
BCT

Instructions

Attention:

- It is forbidden to use any high-voltage to charge it. The open circuit voltage of 12V battery pack can not exceed 22V, 24V battery pack can not exceed 44V and 48V battery pack can not exceed 88V. The maximum open circuit voltage of solar panel can not exceed twice of the voltage of battery.
- Please use a MPPT controller with lithium iron phosphate battery mode.
- The output must have high-voltage isolation function when using high-voltage MPPT controller.
- When the source voltage of the charging terminal is higher than 88V, in order to prevent the failure of the voltage conversion device in the middle and cause overcharging of the battery. The high-voltage circuit breaker with charging protection function must be connected between the charging controller and the battery.
- 12V battery pack, maximum support 4 battery packs in series, the highest charging voltage of 4 battery packs in series is less than 88V, and the highest charging voltage of 2 battery packs in series is less than 44V. 24V battery pack, maximum support 2 battery packs in series, the highest charging voltage of 2 battery packs in series is less than 88V. 48V battery pack, it is forbidden to use in series. Ensure the batteries are discharged to empty condition or fully charged before connecting them in series. Ensure the voltage of batteries are consistent before connecting the batteries in parallel.
- It is forbidden to connect the positive and negative poles reversely and short circuit the positive and negative poles of the battery pack; The overload is strictly prohibited.
- The battery pack should not be used in severe vibration scenarios.
- It is strictly prohibited to put in water and clean the battery pack, and do not place the product in the outdoor exposed place for a long time to prevent rain or moisture.
- It is forbidden to use or place the battery at high temperature. If battery is used for a long time, the recommended optimal ambient temperature is 10-40°C.
- The battery should not be placed in the room where any combustible gas or flammable items are stored, and should be used in a clean, dry and ventilated environment.
- It is strictly prohibited to knock, throw, reverse or trample on the battery pack. It is strictly prohibited to use the battery pack when the appearance is seriously damage (artificial knocking, scraping, falling from height, unauthorized disassembly of the products, etc.).
- It is strictly forbidden to dump or invert the product.

Please strictly following the above operating rules when using the battery pack.

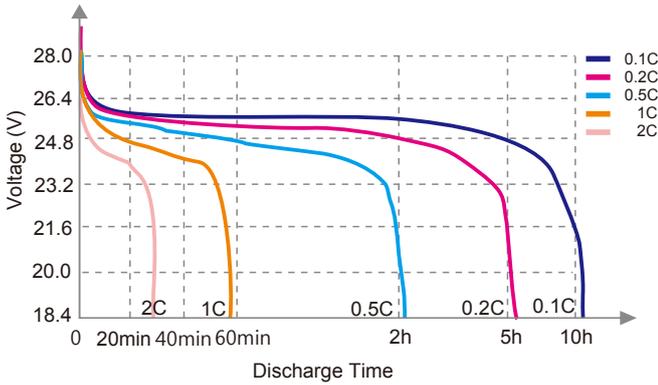




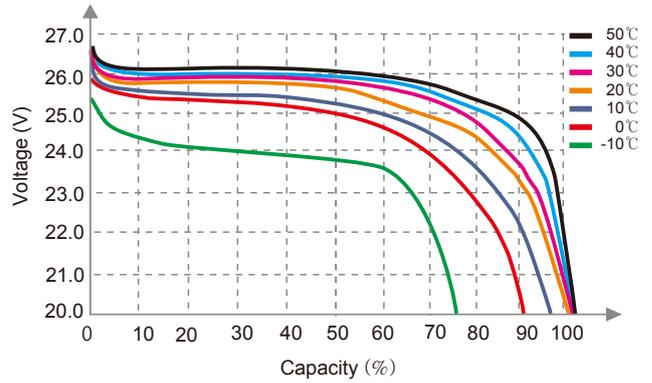
BCT

Battery Specification

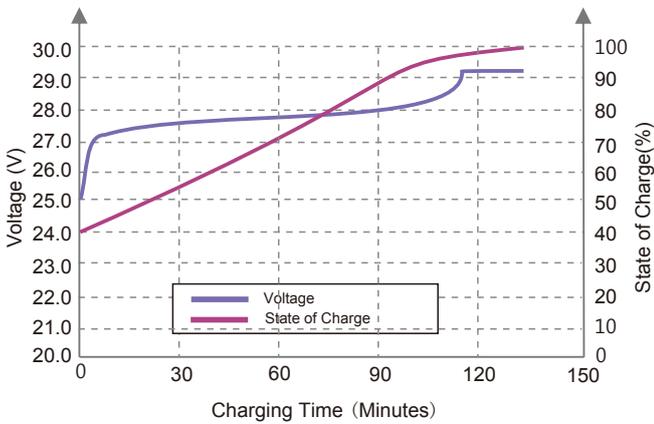
Different Rate Discharge Curve (25°C)



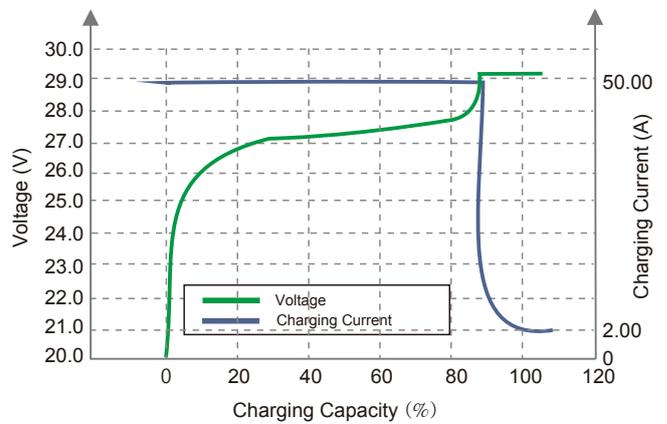
Different Temperature Discharge Curve (0.5C)



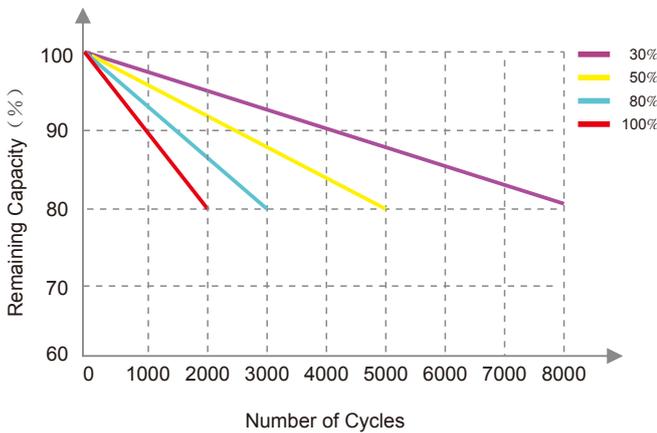
State of Charge Curve (0.5C, 25°C)



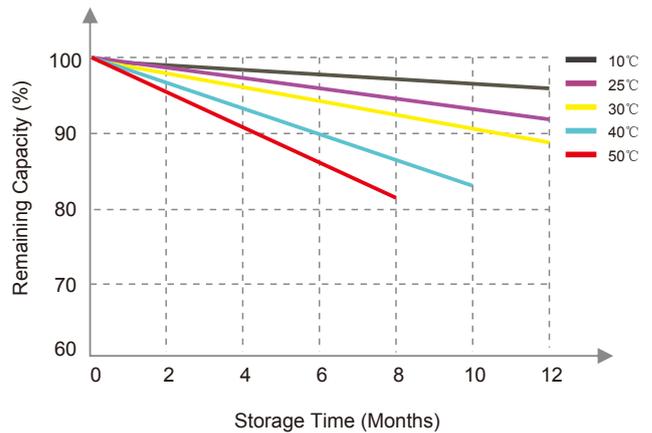
Charging Characteristics (0.5C, 25°C)



Different DOD Discharge Cycle Life Curve(1C)



Different Temperature Self Discharge Curve





The Advantages and Characteristics of LiFePO₄ Battery

- Volume: The capacity of LiFePO₄ battery is bigger than lead- acid cell, with the same volume, it is double of Lead-acid battery.
- Weight: LiFePO₄ is light. The weight is just 1/3 of lead-acid cell with the same capacity.
- Discharge rate: LiFePO₄ battery can discharge with maximum current , it is used in electric vehicles and electric bicycles.
- No memory effect: No matter the LiFePO₄ Battery is in which conditions, it can be charged and discharged whenever you like, no need to discharge totally then charge for it.
- Durability: The durability of LiFePO₄ Battery is powerful and consumption is slow. The time of charging and discharging is more than 2000times. After 2000times circulation, the capacity of the battery is still more than 80%.
- Security: LiFePO₄ battery passed the strict safety testing, with higher safety performance.
- Environmental protection: Lithium materials not have any poisonous and harmful substance. It is regarded as green and environmental protection battery. The battery has no any pollution no matter in the process of production or in the process of using.
- Well graded and combination. After multi-selection, to ensure each cell qualified with long life;
- The connection tech of all interface, be safe and durable, with simple maintenance.
- Multi-layer protection structure, shockproof, anti explosion and fire.
- Safe and durable for long run.
- Security and reliability, compared with lead-acid battery, the materials of LiFe PO₄ is the securest, the best choice of solar energy storage battery.

Storage and Transportation

- Based on the character of cell, proper environment for transportation of LiFePO₄ battery pack need to be created to protect the battery.
- Battery should be kept in warehouse where it' s dry, clean and well-ventilated.
- During loading of battery, attention must be paid against dropping, turning over and serious stacking.



Notices

- Never use or keep the battery under the high temperature. Otherwise it will cause battery heat, get into fire or lose some function and reduce the life.
- Never throw the battery into fire or heating machine to avoid fire, explosion and environment pollution; scrap battery should be returned to the supplier and handled by the recycle station.
- Never use the battery under strong static and strong magnetic field, otherwise it will destroy the protecting device.
- If battery leaked, the electrolyte get into eyes, please don't knead, please wash eyes by water and send to hospital. Otherwise it will hurt eyes.
- If battery emit peculiar smell, heating, distortion or appear any unconventionality during using, storage or charging process, please take it out from device or charge and stop using.
- Never cut the battery in socket directly; please use the stated charger when charging.
- Check the voltage of battery and relevant connectors before using the battery. It can't be used until everything turns out to be normal.
- Prior to charging, fully check the insulativity, physical condition and ageing status, since breakage and ageing are never allowed.
- The battery should be stored in half SOC. It needs to be charged once if out of use for as long as half a year.
- Clean the dirty electrode, if any, with a clean dry cloth, or poor contact or operation failure may occur.

Warning

- Never knock, throw or trample the battery.
- Never upside down the positive and negative.
- Never connect the positive and negative of battery with metal.
- Never ship or store the battery together with metal.
- Never cut through the battery with nail or other edge tool.
- Never throw the battery into water, please keep it under dry, shady and cool circumstance when not use.

THE TALLMAX^M

FRAMED 144 LAYOUT MODULE



144 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE

430-450W
POWER OUTPUT RANGE

20.6%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS | POWER RANGE
TSM-DE17M.TO(II) | 430-450W



High power mono per cell

- Up to 450W front power and 20.6% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power



High reliability

- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Certified to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy generation

- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Lower temp coefficient (-0.36%) and NMOT bring more energy leading to lower LCOE
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

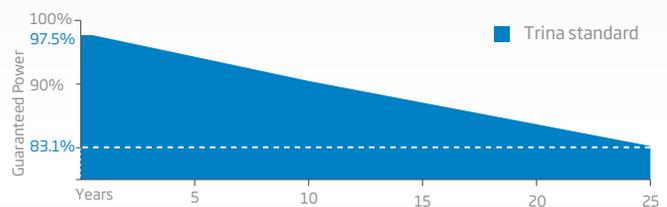
Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System



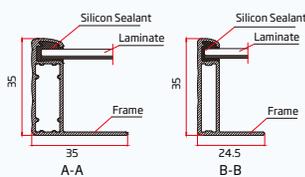
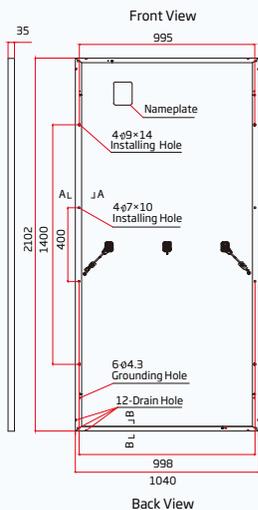
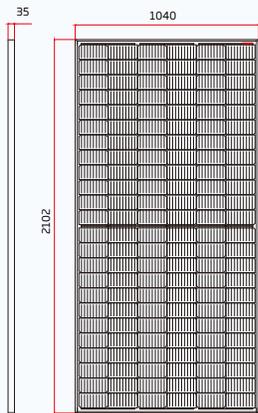
PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty · 25 Year Power Warranty

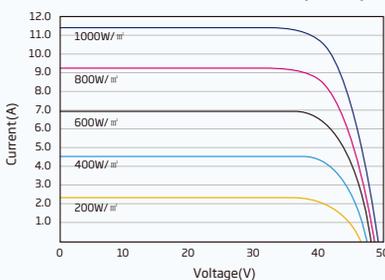


From the 2nd year to the 25th year, the average annual power decline will be no more than 0.6%.

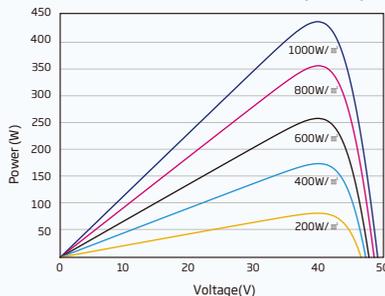
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(440W)



P-V CURVES OF PV MODULE(440W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	430	435	440	445	450
Power Output Tolerance- P_{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	40.3	40.5	40.7	40.8	41.0
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	10.67	10.74	10.82	10.90	10.98
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	48.7	49.0	49.2	49.4	49.6
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	11.22	11.31	11.39	11.46	11.53
Module Efficiency η_m (%)	19.7	19.9	20.1	20.4	20.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	325	329	333	336	340
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	38.0	38.2	38.4	38.5	38.7
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	8.56	8.61	8.68	8.73	8.80
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	46.0	46.3	46.4	46.6	46.8
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	9.03	9.11	9.17	9.23	9.28

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 × 1040 × 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	TS4

TEMPERATURE RATINGS

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	41 C (±3 C)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.36%/ C
Temperature Coefficient of V_{OC}	- 0.26%/ C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/ C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85 C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	20A

WARRANTY

10 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 30 pieces
Modules per 40' container: 660 pieces

INVERSORES DE POTENCIA - SENOIDAL MODIFICADA

ALTA POTENCIA DE PICO - CON TECNOLOGÍA SWITCHING CONTROLADO POR MICROPROCESADOR

INVERSOR



Los inversores de onda senoidal modificada son más eficientes y sofisticados que los de onda cuadrada otorgando un rendimiento alto con un precio inferior a los inversores de onda senoidal pura.

Estos inversores emiten una onda de corriente generada electrónicamente. Aun así, ofrecen la mejor relación calidad-precio en su utilización para iluminación no LED, electrodomésticos, televisores, motores universales, como por ejemplo un taladro.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Modelo	ELÉCTRICAS								FÍSICAS			
	Potencia continua // pico	Voltaje salida	Voltaje entrada	Alarma bajo V	Protección		Corriente en vacío	Eficiencia	Cables de conexión	Puerto USB	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
					Bajo VCC	Alto VCC						
IE-150-12	150W // 300W	220VCA ±5%	10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,2A	> 89%	P/encendedor	Sí	155 x 85 x 55	0.46
IE-150-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,1A					0.56
IE-350-12	350W // 700W	220VCA ±8%	9.5~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,4A	> 85%	P/encendedor y cables con pinzas	5V 1.5A	175 x 95 x 75	0.76
IE-350-24		220VCA ±5%	20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,1A					> 89%
IE-600-12	600W // 1200W	220VCA ±8%	10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,5A	> 85%		Sí	230 x 95 x 75	1.4
IE-600-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,2A					< 0,2A
IE-1000-12	1000W // 2000W		10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,4A	> 89%	Sí	No	280 x 179 x 82	2.2
IE-1000-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,2A					< 0,2A
IE-1500-12	1500W // 3000W		10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,4A	> 89%	Sí	No	395 x 179 x 82	3.4
IE-1500-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,2A					< 0,2A
IE-2000-12	2000W // 4000W	220VCA ±5%	10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,4A	> 89%	Sí	No	425 x 179 x 82	3.7
IE-2000-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,2A					< 0,2A
IE-2500-12	2500W // 5000W		10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,6A	> 89%	Sí	No	517 x 265 x 132	8.9
IE-2500-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,3A					< 0,3A
IE-3000-12	3000W // 6000W		10~16VCC	11V ±0,5V	10V ±0,5V	16V ±0,5V	< 0,6A	> 89%	Sí	No	517 x 265 x 132	9.2
IE-3000-24			20~32VCC	22V ±1V	20V ±1V	32V ±1V	< 0,3A					< 0,3A

DATOS GENERALES

Forma de onda	Senoidal modificada
Frecuencia	50Hz ± 3%
Refrigeración	Automática - Forzador
Temperatura de trabajo	-20°C ~ 50°C

PROTECCIONES

Protección bajo y alto voltaje de entrada	Sí
Protección de sobrecarga	Sí
Protección de cortocircuito	Sí
Protección de temperatura	55°C ± 5°C
Protección de inversión de polaridad	Por fusible



MONITOR BLUETOOTH —OPCIONAL— BT-1

Monitor Bluetooth compatible con IE-1500 o superior



PANEL REMOTO —OPCIONAL— IE-PR

Panel remoto con display compatible con IE-1500 o superior

ALTA POTENCIA DE PICO || TECNOLOGÍA SWITCHING || CONTROL POR MICROPROCESADOR

RESISTENTE A VIBRACIONES Y CORROSIÓN || PROTECCIONES AUTOMÁTICAS (RE-START) || BORNERAS DE CONEXIÓN

CABLES DE ALIMENTACIÓN || ALARMAS AUDIBLES Y VISUALES || ADAPTACIÓN DINÁMICA DE LA TENSIÓN DE SALIDA

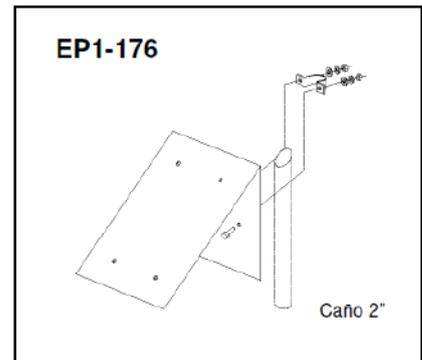
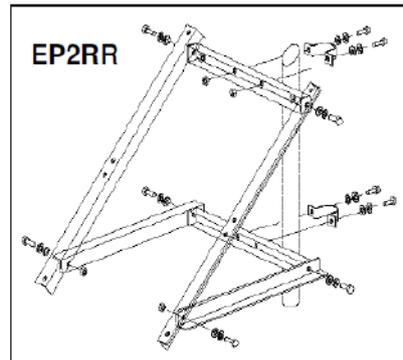
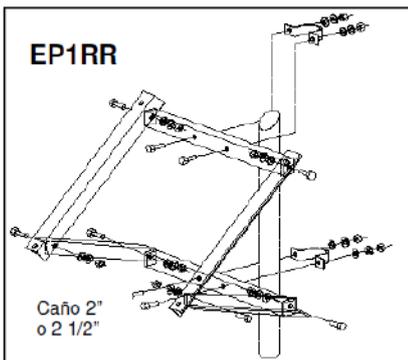
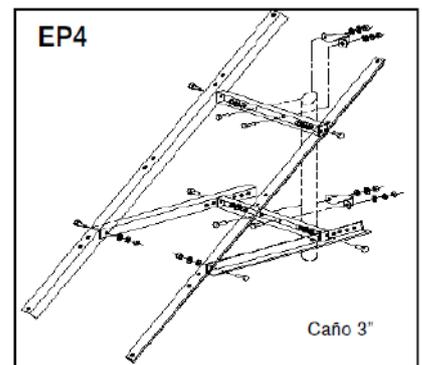
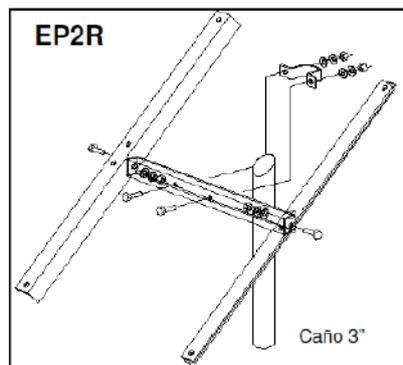
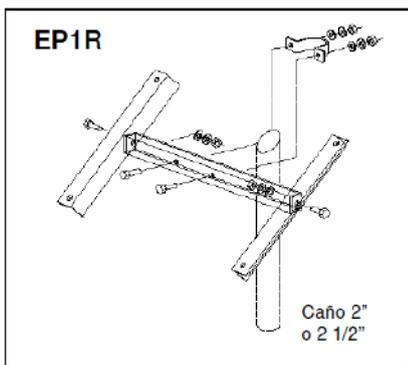
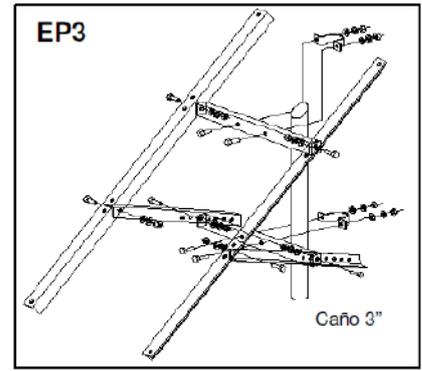
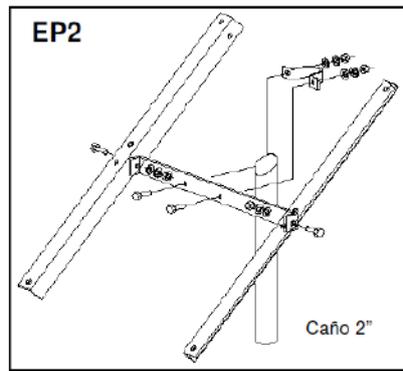
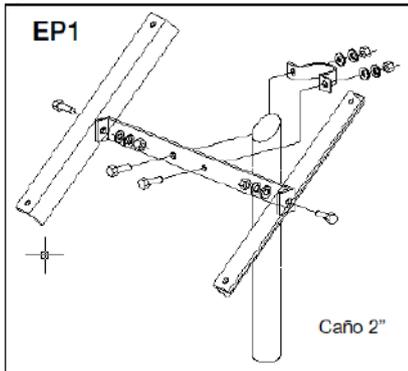
Estructura Soporte EP



Especialmente diseñadas para caños de 2 y 3 pulgadas

- Soporta las más variadas condiciones climáticas
- Simple de colocar
- Amplia variedad de ángulos

Las estructuras SOLARTEC han sido especialmente diseñadas para fijar la orientación y la inclinación de módulos fotovoltaicos SOLARTEC SERIES KS y SOL-6P. El material utilizado para su fabricación es hierro galvanizado. Las estructuras están preparadas para ser fijadas en caños de sección circular. Las estructuras no incluyen los caños verticales.



**3.2 ANEXO - CÁLCULO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA
INSTALACIONES CENTRALIZADAS AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA
TIPO ISLA**

Descripción del producto

48V/51.2V

Energy Storage LiFePO4 Battery

50AH

100AH

150AH

200AH

Dangerous
Packing Certificate

UN38.3

MSDS

CE



48V/51.2V 200AH

Energy storage lithium battery



CAN/RS485/WiFi/4G

50AH

100AH

150AH

200AH

Productos parentes

Modelo	SBS 200AH 48V
La capacidad de	9.6KWH
Corriente de descarga Normal	200A
Corriente máxima de descarga	200A
Voltaje de funcionamiento	37.5-54V
Voltaje estándar	48V
Corriente de carga máxima	200A
Voltaje máximo de carga	54V
Tiempos de ciclo	> 2500 veces
Instalación	Instalación de Carinet o pared
DOD sugerido	90%
Comunicación	Puede/RS485
Monitor	WIFI
Tamaño (mm)	484*590*178
Peso	77kg
La humedad	20-60%
Temperatura de trabajo	-20 °C-60 °C
Clasificación IP	IP20
Garantía	6 años
Protección de batería	Sobrecorriente/sobretensión/cortocircuito/bajo voltaje/Alta Temperatura
BMS	Si



19 Inch standard cabinet
4U Rack design



SMART BATTERY MANAGEMENT SYSTEM

ACCURATE DATA WITH PROTECTION



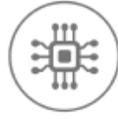
Temp protection



Over-discharge protection



Over-charge protection



Over-current protection



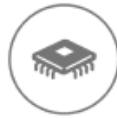
Balance protection



Low voltage switch



Electrostatic protection



High quality chip

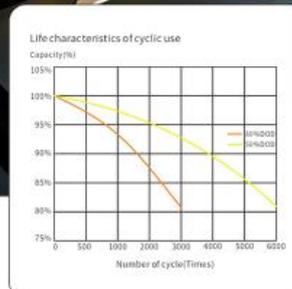
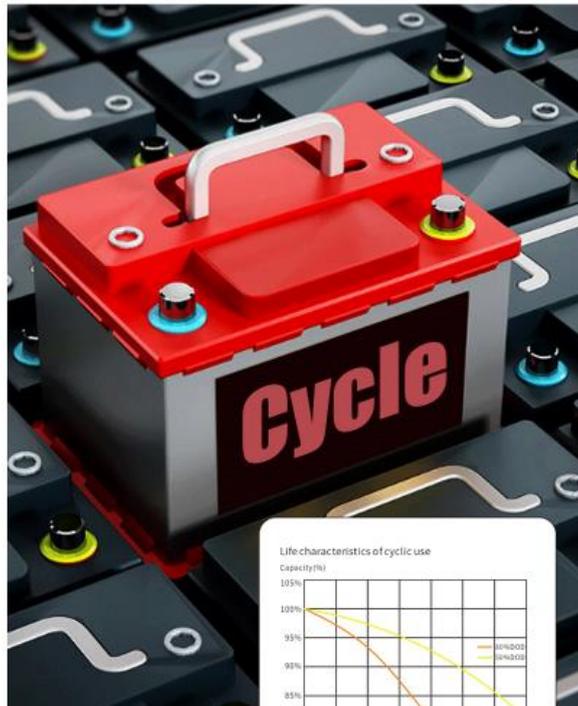


WIFI

2000~6000+ CYCLE

80% DOD discharge depth, remaining capacity at 80% SOC

Cycle life of battery pack 2000-6000 times



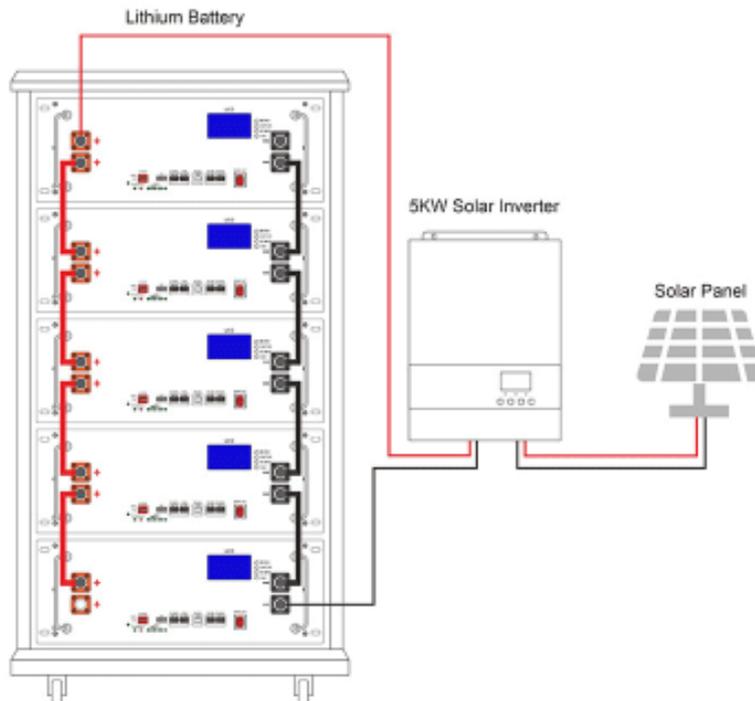
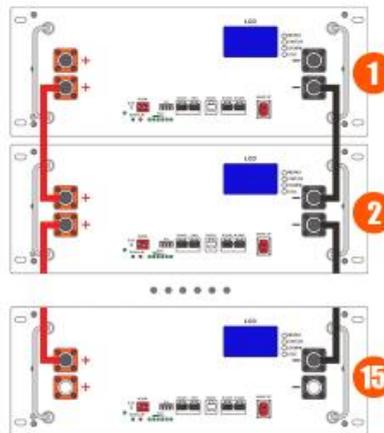
LCD Display

Efficiently set BMS data and communication mode

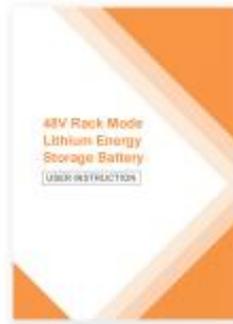


Max 15PCS Parallels

When Connect the batteries in parallel, connect the positive terminal and positive terminal (red colour) in parallel, and the negative terminal and negative terminal (black colour) in parallel, the max parallel quantity is 15pcs



Model	Capacity	Max Parallel	Max Capacity
48V 50Ah	2.4 Kwh	15pcs	48V 750Ah 36 Kwh
48V 100Ah	4.8 Kwh		48V 1500Ah 72 Kwh
48V 150Ah	7.2 Kwh		48V 2250Ah 108 Kwh
48V 200Ah	9.6 Kwh		48V 3000Ah 144 Kwh
Model	Capacity	Max Parallel	Max Capacity
51.2V 50Ah	2.56Kwh	15pcs	51.2V 750Ah 38.4 Kwh
51.2V 100Ah	5.12Kwh		51.2V1500Ah 76.8Kwh
51.2V 150Ah	7.68Kwh		51.2V2250Ah 115.2 Kwh
51.2V 200Ah	10.24Kwh		51.2V3000Ah 153.6Kwh



User Instruction



Communication cable
Battery cable



Lithium Battery Manufacturer



BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-XXXDEG21C.20

POWER RANGE: 640-665W

665W

MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POWER SELECTION

21.4%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



High power Mono Perc up to 665W

- Up to 21.4% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

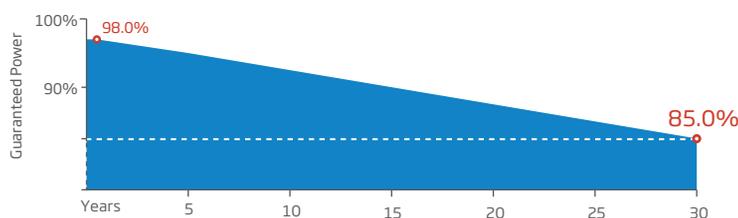


High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo



Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



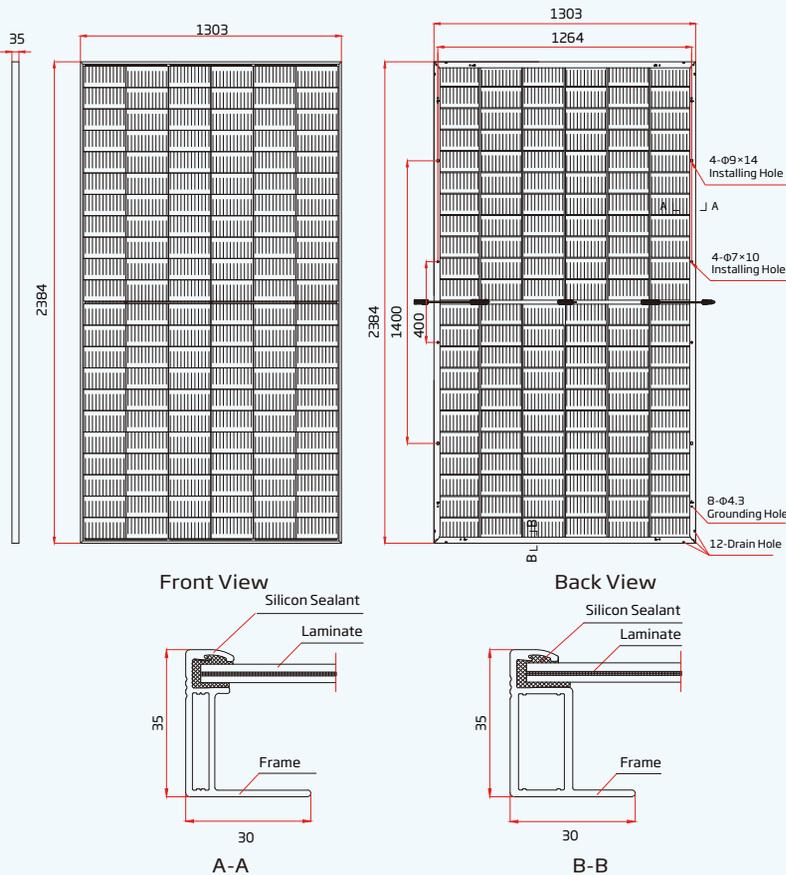
Comprehensive Products and System Certificates



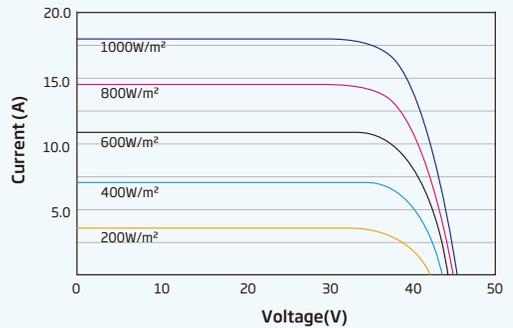
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



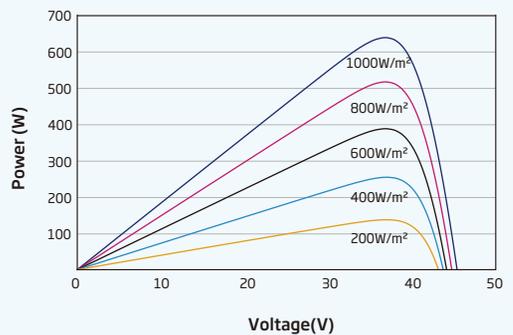
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(645 W)



ELECTRICAL DATA (STC) TSM-XXXDEG21C.20(XXX=640-665)

Peak Power Watts -P _{MAX} (Wp)*	640	645	650	655	660	665
Power Selection-P _{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage -V _{MPP} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current -I _{MPP} (A)	17.19	17.23	17.27	17.31	17.35	17.39
Open Circuit Voltage -V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current -I _{SC} (A)	18.26	18.31	18.35	18.40	18.45	18.50
Module Efficiency η _m (%)	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power -P _{MAX} (Wp)	685	690	696	701	706	712
Maximum Power Voltage -V _{MPP} (V)	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current -I _{MPP} (A)	18.39	18.44	18.48	18.52	18.56	18.60
Open Circuit Voltage -V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current -I _{SC} (A)	19.54	19.59	19.63	19.69	19.74	19.79
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70±5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power -P _{MAX} (Wp)	484	488	492	495	499	504
Maximum Power Voltage -V _{MPP} (V)	34.7	34.9	35.1	35.2	35.4	35.6
Maximum Power Current -I _{MPP} (A)	13.94	13.98	14.01	14.05	14.10	14.16
Open Circuit Voltage -V _{OC} (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current -I _{SC} (A)	14.71	14.75	14.79	14.83	14.87	14.91

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×35 mm (93.86×51.30×1.38 inches)
Weight	38.7 kg (85.3 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / Trina Solar TS4

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 558 pieces

INVERSOR Y CARGADOR DE BATERÍAS - 5600W 48VCC



3.6KW/5.6KW
SOLAR INVERTER / CHARGER

INTRODUCTION

This is a multi-function inverter, combining functions of inverter, solar charger and battery charger to offer uninterruptible power support in a single package. The comprehensive LCD display offers user-configurable and easy-accessible button operations such as battery charging current, AC or solar charging priority, and acceptable input voltage based on different applications.

Features

- Pure sine wave inverter
- Customizable status LED ring with RGB lights
- Touchable button with 4.3" colored LCD
- Built-in Wi-Fi for mobile monitoring (APP is available)
- Supports USB On-the-Go function
- Data log events stored in the inverter
- Built-in anti-dusk kit
- Reserved communication port for BMS
- Battery independent function
- Parallel operation up to 9 units

Basic System Architecture

The following illustration shows basic application for this unit. It also required the following devices to have a complete running system:

- Generator or Utility mains.
- PV modules

Consult with your system integrator for other possible system architectures depending on your requirements.

This inverter can power various appliances in home or office environment, including motor-type appliances such as tube light, fan, refrigerator and air conditioners.

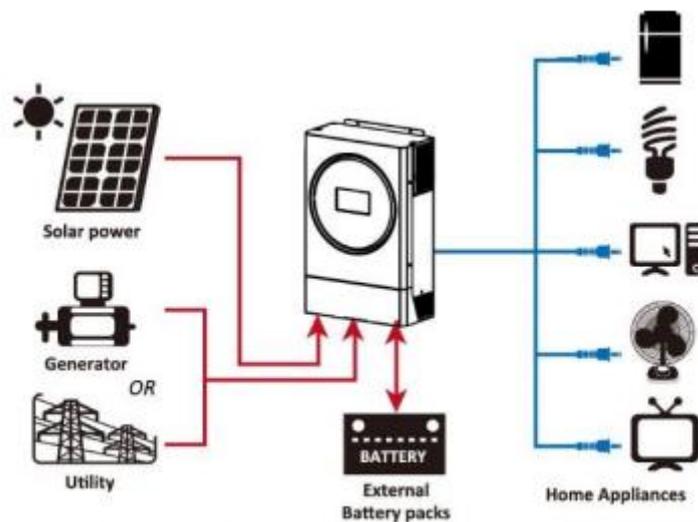
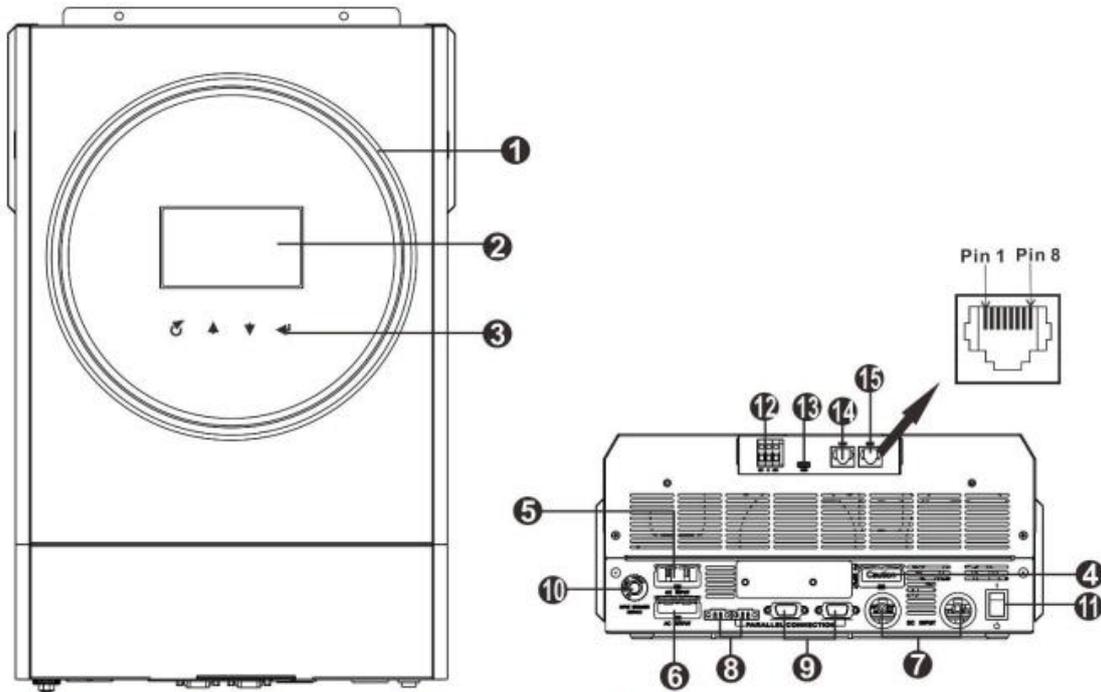


Figure 1 Basic hybrid PV System Overview

Product Overview



NOTE: For parallel installation and operation, please check *Appendix I*.

1. RGB LED ring (refer to LCD Setting section for the details)
2. LCD display
3. Touchable Function keys
4. PV connectors
5. AC input connectors
6. AC output connectors (Load connection)
7. Battery connectors
8. Current sharing port
9. Parallel communication port
10. Circuit breaker
11. Power switch
12. Dry contact
13. USB port as USB communication port and USB function port
14. RS-232 communication port
15. BMS communication port: CAN, RS-485 or RS-232

Unpacking and Inspection

Before installation, please inspect the unit. Be sure that nothing inside the package is damaged. You should have received the following items inside of package:



Inverter unit

Manual

software CD

RS-232 cable

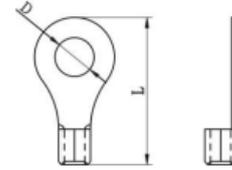
Battery Connection

CAUTION: For safety operation and regulation compliance, it's requested to install a separate DC over-current protector or disconnect device between battery and inverter. It may not be required to have a disconnect device in some applications, however, it's still required to have over-current protection installed. Please refer to typical amperage in below table as required fuse or breaker size.

WARNING! All wiring must be performed by a qualified personnel.

WARNING! It's very important for system safety and efficient operation to use appropriate cable for battery connection. To reduce risk of injury, please use the proper recommended cable and terminal size as below.

Ring terminal:



Recommended battery cable and terminal size:

Model	Typical Amperage	Battery Capacity	Wire Size	Ring Terminal			Torque Value
				Cable mm ²	Dimensions		
					D (mm)	L (mm)	
3.6KW	100A	200AH	1*4AWG	22	6.4	33.5	2~3 Nm
5.6KW	137A	200AH	1*2AWG or 2*6AWG	28	6.4	42.7	2~3 Nm

AC Input/Output Connection

CAUTION!! Before connecting to AC input power source, please install a **separate** AC breaker between inverter and AC input power source. This will ensure the inverter can be securely disconnected during maintenance and fully protected from over current of AC input.

CAUTION!! There are two terminal blocks with "IN" and "OUT" markings. ENSURE that utility AC input is connected to IN and load AC to OUT and not the wrong way round and also that Line and Neutrals are connected correctly.

WARNING! All wiring must be performed by a qualified personnel.

WARNING! It's very important for system safety and efficient operation to use appropriate cable for AC input connection. To reduce risk of injury, please use the proper recommended cable size as below.

Suggested cable requirement for AC wires

Model	Gauge	Torque Value
3.6KW	12 AWG	1.2~ 1.6 Nm
5.6KW	10 AWG	1.2~ 1.6 Nm

PV Connection

CAUTION: Before connecting to PV modules, please install **separately** a DC circuit breaker between inverter and PV modules.

CAUTION: Please install a surge protection device between inverter and PV modules and the recommended voltage is 500V.

WARNING! Do switch off the inverter before connecting to PV modules. Otherwise, it will cause inverter damage.

WARNING! Do NOT connect negative and positive terminal of PV modules to the ground.

WARNING! All wiring must be performed by a qualified personnel.

WARNING! It's very important for system safety and efficient operation to use appropriate cable for PV module connection. To reduce risk of injury, please use the proper recommended cable size as below.

Model	Typical Amperage	Cable Size	Torque
3.6KW	18A	12AWG	1.2~1.6Nm
5.6KW	27A	10AWG	1.2~1.6Nm

PV Module Selection:

When selecting proper PV modules, please be sure to consider below parameters:

1. Open circuit Voltage (Voc) of PV modules not exceeds max. PV array open circuit voltage of inverter.
2. Open circuit Voltage (Voc) of PV modules should be higher than min. battery voltage.

Solar Charging Mode		
INVERTER MODEL	3.6KW	6.5KW
Max. PV Array Open Circuit Voltage	500 Vdc	450 Vdc
PV Array MPPT Voltage Range	120~430Vdc	
MPP Number	1	

Recommended PV module Configuration

PV Module Spec. (reference)	Total solar input power	Solar input	Q'ty of modules
- 250Wp - Vmp: 30.7Vdc - Imp: 8.15A - Voc: 37.4Vdc - Isc: 8.63A - Cells: 60	1500W	6 pieces in series	6 pcs
	2000W	8 pieces in series	8 pcs
	2750W	11 pieces in series	11 pcs
	3000W	6 pieces in series 2 strings in parallel	12 pcs
	4000W	8 pieces in series 2 strings in parallel	16 pcs
	5000W	10 pieces in series 2 strings in parallel	20 pcs
	6000W	12 pieces in series 2 strings in parallel	24 pcs

SPECIFICATIONS

Table 1 Line Mode Specifications

INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Input Voltage Waveform	Sinusoidal (utility or generator)	
Nominal Input Voltage	230Vac	
Low Loss Voltage	170Vac±7V (UPS) 90Vac±7V (Appliances)	
Low Loss Return Voltage	180Vac±7V (UPS); 100Vac±7V (Appliances)	
High Loss Voltage	280Vac±7V	
High Loss Return Voltage	270Vac±7V	
Max AC Input Voltage	300Vac	
Nominal Input Frequency	50Hz / 60Hz (Auto detection)	
Low Loss Frequency	40±1Hz	
Low Loss Return Frequency	42±1Hz	
High Loss Frequency	65±1Hz	
High Loss Return Frequency	63±1Hz	
Output Short Circuit Protection	Line mode: Circuit Breaker Battery mode: Electronic Circuits	
Efficiency (Line Mode)	>95% (Rated R load, battery full charged)	
Transfer Time	10ms typical (UPS); 20ms typical (Appliances)	
Output power derating: When AC input voltage drops to 95V or 170V depending on models, the output power will be derated.		

Table 2 Inverter Mode Specifications

INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Rated Output Power	3.6KVA/3.6KW	5.6KVA/5.6KW
Output Voltage Waveform	Pure Sine Wave	
Output Voltage Regulation	230Vac±5%	
Output Frequency	60Hz or 50Hz	
Peak Efficiency	90%	
Overload Protection	5s@≥150% load; 10s@110%~150% load	
Surge Capacity	2* rated power for 5 seconds	
Nominal DC Input Voltage	48Vdc	
Cold Start Voltage	46.0Vdc	
Low DC Warning Voltage @ load < 20% @ 20% ≤ load < 50% @ load ≥ 50%	44.0Vdc 42.8Vdc 40.4Vdc	
Low DC Warning Return Voltage @ load < 20% @ 20% ≤ load < 50% @ load ≥ 50%	46.0Vdc 44.8Vdc 42.4Vdc	
Low DC Cut-off Voltage @ load < 20% @ 20% ≤ load < 50% @ load ≥ 50%	42.0Vdc 40.8Vdc 38.4Vdc	
High DC Recovery Voltage	64Vdc	
High DC Cut-off Voltage	66Vdc	

Table 3 Charge Mode Specifications

Utility Charging Mode		
INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Charging Current (UPS) @ Nominal Input Voltage	100A	120A
Bulk Charging Voltage	Flooded Battery	58.4
	AGM / Gel Battery	56.4
Floating Charging Voltage	54Vdc	
Overcharge Protection	66Vdc	
Charging Algorithm	3-Step	
Charging Curve		
Solar Charging Mode (MPPT type)		
INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Rated Power	5000W	6000W
Max. Charging Current	100A	120A
Max. PV Array Open Circuit Voltage	500Vdc	450Vdc
PV Array MPPT Voltage Range	120Vdc~430Vdc	
Max. Input Current	18A	27A

Table 4 General Specifications

INVERTER MODEL	3.6KW	5.6KW
Safety Certification	CE	
Operating Temperature Range	-10°C to 50°C	
Storage temperature	-15°C~ 60°C	
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)	
Dimension (D*W*H), mm	140 x 295 x 468	
Net Weight, kg	11	12

Recommended breaker specification of battery for each inverter:

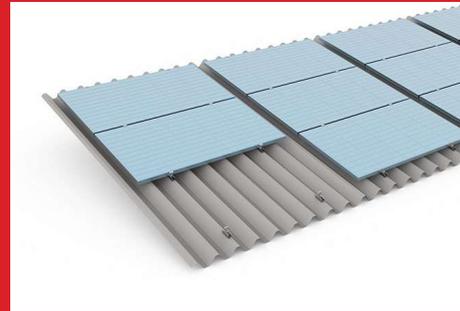
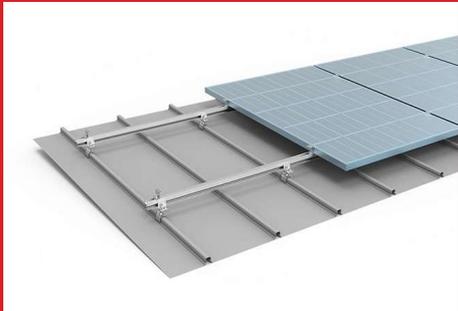
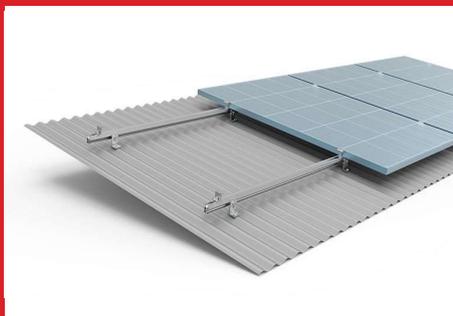
Model	1 unit*
3.6KW	100A/70VDC
5.6KW	140A/70VDC

*If you want to use only one breaker at the battery side for the whole system, the rating of the breaker

Recommended battery capacity

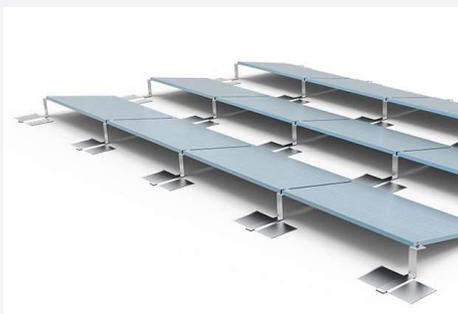
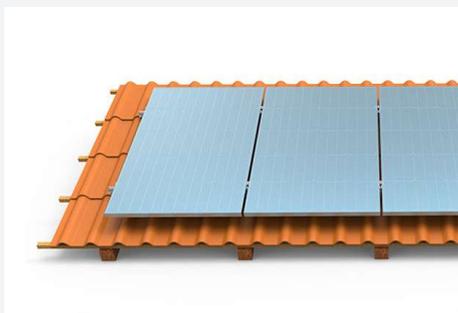
Inverter parallel numbers	2	3	4	5	6	7	8	9
Battery Capacity	200AH	400AH	400AH	600AH	600AH	800AH	800AH	1000AH

WARNING! Be sure that all inverters will share the same battery bank. Otherwise, the inverters will transfer to fault mode.



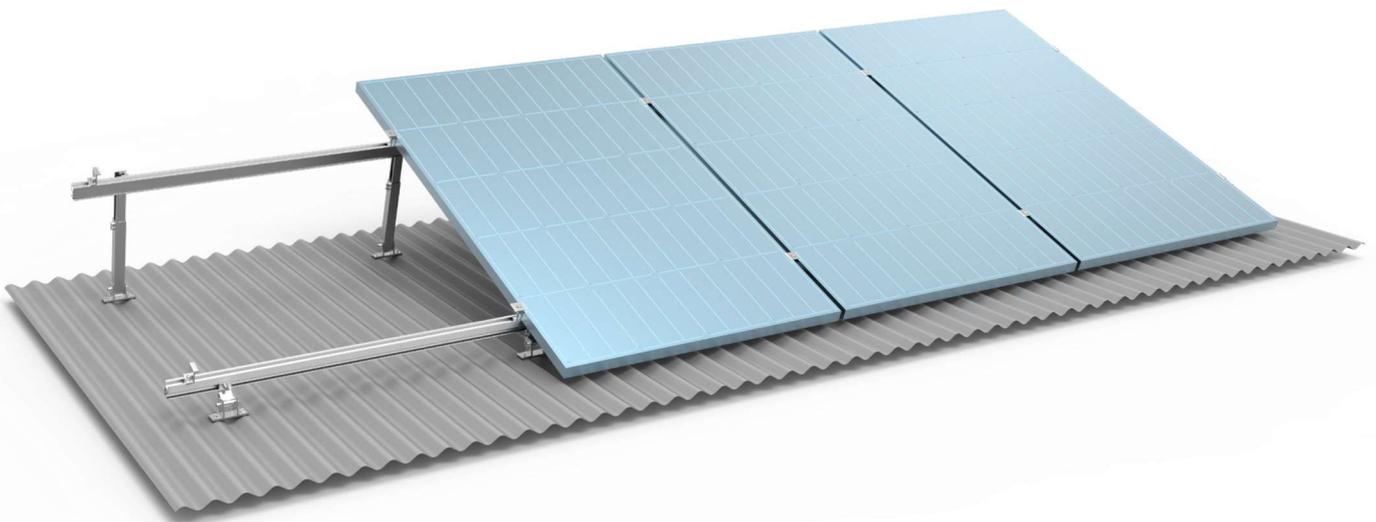
MOUNTING SYSTEMS

PRODUCT CATALOG



ADJUSTABLE TILT MOUNT

The adjustable tilt roof mounting system will easily fit different flat roof or open terrain applications, due to its variable tilt angle and footing options for both roof clamp and roof penetration. The system can be used as fixed tilt or adjustable tilt, allows project-specific adjustments and solar power output optimization. The innovative design and high pre-assembly eliminate the need for on-site cutting, welding and enable quick and easy PV module installation.



Technical data

- Application: Flat roof
- Tilt angle: Fixed, 10-15°, 15-30°, 30-60°
- Roof slope: Up to 45°
- Building height: Up to 20 m
- Wind speed: Up to 88 m/s
- PV module: Framed
- Module orientation: Landscape, portrait
- Material: Anodized aluminum 6005 T5 stainless steel 304, 410
- Warranty: 12 years



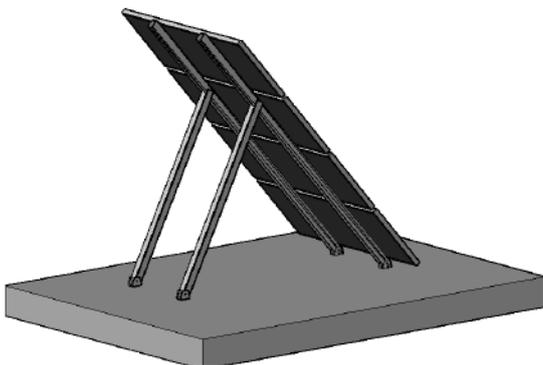
Estructura Soporte GST



Liviana. Práctica. Resistente.

- Soporta las más variadas condiciones climáticas
- Simple de colocar
- Amplia variedad de ángulos

Especialmente diseñada para sistemas solares



Cantidad de módulos soportados

- 4 módulos de 668 mm de ancho
- 8 módulos de 343 mm de ancho

Componentes

- 2 perfiles delanteros + 2 perfiles traseros (telescópica)
- 4 zapatas de fijación
- Bulonería general

Materiales

- Perfiles de aluminio anodizado
- Bulonería de acero inoxidable

Ángulo de inclinación

- 35° | 40° | 45° | 50° | 55° | 60°

Distancia entre zapatas

- Entre delanteras = 0.6 m aprox.
- Entre delanteras y traseras = 1,9 m aprox.

La estructura SOLARTEC GST (telescópica) está especialmente diseñada para poder modificar la inclinación de un generador solar dependiendo de la latitud del sitio. Los materiales utilizados en su diseño y fabricación permiten que el generador solar soporte las más variadas condiciones meteorológicas: viento, lluvia, granizo y nieve.

La estructura se encuentra fabricada en aluminio, al cual se le aplica un proceso de anodizado. La fijación de la estructura se realiza utilizando bulones de anclaje insertos en fundaciones o plateas de hormigón armado.

Las fundaciones o plateas deben dimensionarse de acuerdo a la superficie total de los módulos fotovoltaicos y teniendo en cuenta las características meteorológicas del lugar de instalación, fundamentalmente la velocidad del viento.

Ejemplos de Aplicaciones

- Telecomunicaciones
- Sistemas de Bombeo
- Generadores Autónomos
- Sistemas conectados a la RED



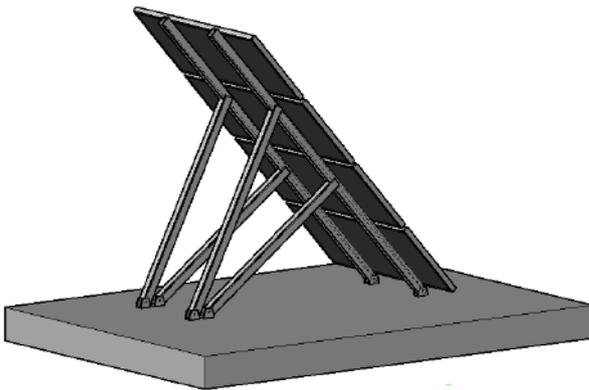
Estructura Soporte GSTR



Liviana. Práctica. Altamente resistente.

- Reforzada para uso en condiciones extremas
- Simple de colocar
- Amplia variedad de ángulos

Especialmente diseñada para sistemas solares



Cantidad de módulos soportados

- 4 módulos de 668 mm de ancho
- 8 módulos de 343 mm de ancho

Componentes

- 2 perfiles delanteros + 4 perfiles traseros (telescópica)
- 6 zapatas de fijación
- Bulonería general

Materiales

- Perfiles de aluminio anodizado
- Bulonería de acero inoxidable

Ángulo de inclinación

- 35° | 40° | 45° | 50° | 55° | 60°

Distancia entre zapatas

- Entre delanteras = 0.6 m aprox.
- Entre delanteras y traseras = 2 m aprox.

La estructura SOLARTEC GSTR (telescópica) está especialmente diseñada para poder modificar la inclinación de un generador solar, dependiendo de la latitud del sitio, en lugares geográficos con altas velocidades de viento.

Los materiales utilizados en su diseño y fabricación permiten que el generador solar soporte las más variadas condiciones meteorológicas: fuertes vientos, lluvia, granizo y nieve.

La disposición de 4 patas traseras garantiza la estabilidad en condiciones meteorológicas extremas.

La estructura se encuentra fabricada en aluminio, al cual se le aplica un proceso de anodizado.

La fijación de la estructura se realiza utilizando buzones de anclaje insertos en fundaciones o plateas de hormigón armado.

Las fundaciones o plateas deben dimensionarse de acuerdo a la superficie total de los módulos fotovoltaicos y teniendo en cuenta las características meteorológicas del lugar de instalación, fundamentalmente la velocidad del viento.

Ejemplos de Aplicaciones

- Telecomunicaciones
- Petróleo & Gas
- Generadores Autónomos
- Sistemas de Bombeo
- Sistemas conectados a la RED

ANEXO Cap. 4 – Comparación entre Sistemas y Estudio Técnico sobre Luminarias

Catálogo Luminarias INGEMAR

Catálogo Luminarias JEG Modelo STP

Catálogo Luminarias KADOS IGNIS

Catálogo Luminarias ROAD Bael

Plano Cruce normalizado- SISTEMA AISLADO-Sistema Aislado Autónomo

Plano Cruce bajo norma - Planta solar aislada-SISTEMA EN ISLA LADO AC

Plano Cruce bajo norma - Planta solar aislada-SISTEMA EN ISLA LADO DC

Plano Unifilar PSFV-Unifilar planta FV

Simulación y comparación entre luminarias para un mismo escenario -

Prueba de luminarias del mercado actual - Dialux

Evaluación de las luminarias seleccionadas- Sistema autónomo - Dialux

Evaluación de las luminarias- Sistema en isla - Dialux

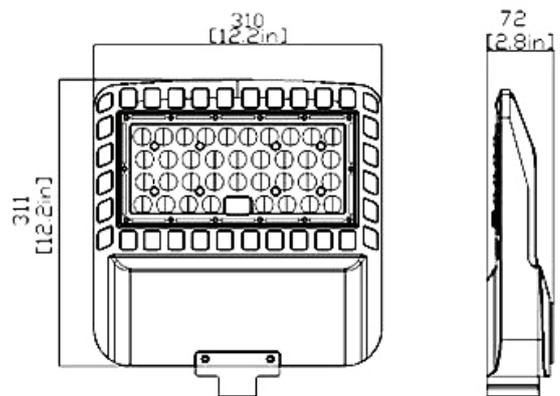


CONSUMO RESPONSABLE

DIAGRAMA DE CONEXIONES



ESQUEMA DIMENSIONAL



BOX 100

ALUMBRADO PÚBLICO BOX LED

INGEMAR

Productos y servicios en
obras de infraestructura

0800 888 5213

www.ingemar.com.ar

comercial@ingemar.com.ar

INFORMACIÓN GENERAL

Marca	INGEMAR		
Denominación Comercial	BOX		
Descripción	Luminaria LED para alumbrado público		
Modelo	BOX 100	BOX 200	BOX 300
Potencia consumida total máxima	100 Watt	200 Watt	300 Watt
Tensión de entrada	100-240 VCA		
Corriente de entrada máxima	1,0 A	2,0 A	3,0 A
Equipo Auxiliar / Fuente de Alimentación	SI		
Rango de frecuencia	50/60 Hz		
Factor de potencia	>0,95		
Montaje	Horizontal/Vertical Ángulo Regulable 180°		
Altura máxima de instalación	15 metros		
Máxima superficie proyectada a viento (m ²)	≈0.10	≈0.15	≈0.20
Torque de ajuste para fijación de luminaria	2.5 N·m		
Número de LEDs totales	108	216	324
Encapsulado de Chip LED	SMD		
Eficiencia lumínica LED	169 lm/w ±7%		
Eficiencia lumínica luminaria completa	140 lm/w ±7%		
Lúmenes totales LED	>16900 lm	>33800 lm	>50700 lm
Lúmenes totales luminaria completa	>14000 lm	>28000 lm	>42000 lm
Temperatura de Color	4000K. Otros colores a pedido		
Índice de Reproducción Cromática (CRI)	> 70		
Vida útil estimada	50.000 hs		
Grado de protección luminaria	IP66		
Peso neto (kg)	5.00	6.00	7.00
Peso bruto (kg)	5.70	6.70	7.80
Dimensiones totales (Alto x Ancho x Largo)	84*310*310 (mm)	84*310*438 (mm)	84*320*586 (mm)
Dimensiones bulto (Alto x Ancho x Largo)	160*360*360 (mm)	160*390*475 (mm)	168*398*632 (mm)

ADVERTENCIAS Y RECOMENDACIONES

- Esta luminaria fue diseñada y fabricada con los más altos estándares de calidad.
- En condiciones normales brindará miles de horas de luz económica, ecológica, máxima eficiencia energética y durabilidad.
- Es indispensable que esta luminaria sólo sea instalada y manipulada cuidadosamente por personal calificado.
- No golpear ni raspar de ninguna manera.
- No debe ser alterada de ninguna manera.
- No se debe desarmar la unidad óptica por ningún motivo.
- Debe instalarse un sistema de protección contra descargas atmosféricas a nivel de circuito general.
- Debe ser conectado el cable de puesta a tierra.
- El poste debe ser puesto a tierra.
- Deben tomarse todas las medidas de protección eléctricas a nivel de circuito general, contra descargas atmosféricas y sobretensión.
- Se debe prever en la instalación un medio de fijación para la luminaria tal que los conductores de alimentación no sufran ningún esfuerzo en el punto donde están conectados.
- Las cubiertas de los módulos de leds o difusores solo serán reemplazados por personal calificado.
- Si el cable flexible externo del aparato está dañado, debe ser sustituido exclusivamente por el fabricante o un técnico a su servicio o una persona calificada, con el propósito de evitar situaciones de peligro.

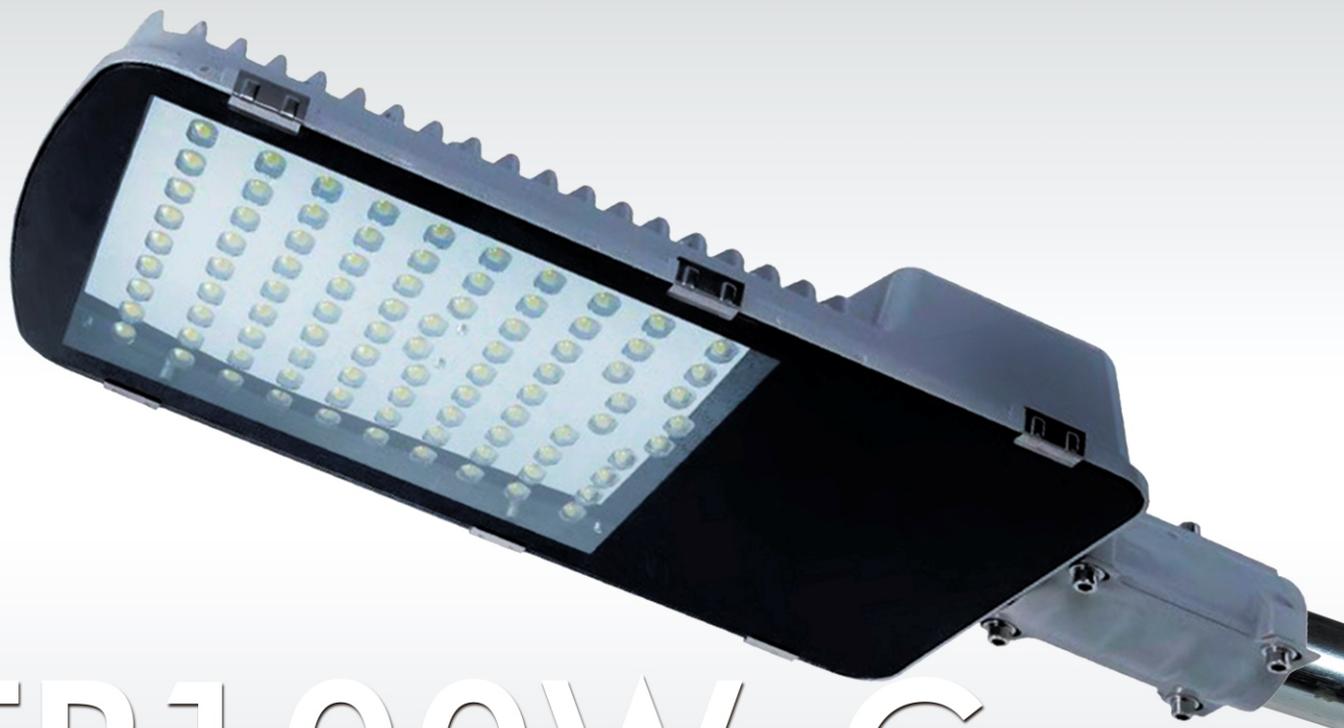


Bv. Bulnes 2250
B° Pueyrredón
Córdoba capital

0800 888 5213
0351-4525213

facebook.com/ingemar
www.ingemar.com.ar
comercial@ingemar.com.ar

LUMINARIAS PUBLICA



STP100W-G

DISEÑO SUSTENTABLE/EFICIENCIA ENERGÉTICA



TUTHOM S.A - LUIS VIALE 1427- C.A.B.A  LINEAS ROTATIVAS: 4582-2074/ 7856/4795

 VENTAS@TUTHOM.COM.AR  WWW.JEGLUMINARIAS.COM.AR

STP100WG



La luminaria JEG STP100WG LED posee una elegante línea de diseño delgado. El cuerpo de la luminaria es de una sola pieza, de gran resistencia mecánica, evitando las pérdidas de hermeticidad y desarme por daños estructurales, defecto común en luminarias de varias piezas atornilladas o vinculadas por tornillos.

Los módulos LED JEG aseguran una vida útil estimada en 40.000 hs, con mínima depreciación del flujo luminoso. La resistente cubierta de vidrio plano templado y el diseño óptico de los lentes preenfocados, aseguran un mínimo deslumbramiento hacia los conductores vehiculares con óptimos niveles de iluminancia en calzada.

Debido al escaso mantenimiento que requiere. Se recomienda para iluminar calles residenciales, Peatonales, Perímetros, Estacionamientos, Plazas y espacios en los que sea dificultoso el acceso a la luminaria.

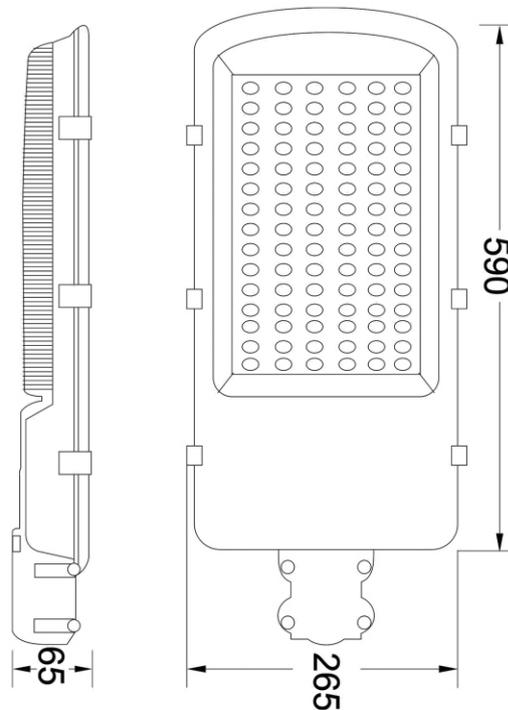
TUTHOM S.A - LUIS VIALE 1427- C.A.B.A  LINEAS ROTATIVAS: 4582-2074/ 7856/4795

 VENTAS@TUTHOM.COM.AR  WWW.JEGLUMINARIAS.COM.AR

CARACTERISTICAS TECNICAS



- ▶ CUERPO CONSTRUIDO INTEGRAMENTE EN ALUMINIO INYECTADO DE ALTA CALIDAD.
- ▶ ELEGANTE Y MODERNO DISEÑO, LA LUMINARIA SE TRANSFORMA EN UNA PIEZA CLAVE, INTEGRÁNDOSE PERFECTAMENTE AL AMBIENTE.
- ▶ LENTES DE VIDRIO TEMPLADO DE ALTA RESISTENCIA AL IMPACTO, IK08.
- ▶ TENSIÓN CA 85V-265V, 50/60Hz, IP65.
- ▶ PARA SER MONTADO EN COLUMNAS O PAREDES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE BRAZO PESCANTE.
- ▶ EXCELENTE DISEÑO ESTÉTICO Y EXTREMADAMENTE FUNCIONAL PARA LA DISIPACIÓN.
- ▶ FACIL DE INSTALAR.



CODIGO DE PRODUCTO	100WSTPG
Corriente	0.454 A
Cantidad de LED	100 LEDS
Potencia	100 W
Color	6000 k
Flujo Luminoso	10000 Lm
Tensión	CA 85V - 265V
Frecuencia	50Hz
Temperatura de trabajo (°C)	35 - 50
Vida Util	40000Hrs
Grado de Protección	IP65
Altura de instalación recomendada	6 Metros
Peso NETO	7 kG
Medidas	Largo 59cm x Alto 6,5cm x Ancho 26cm

STP100WG

APLICACIONES



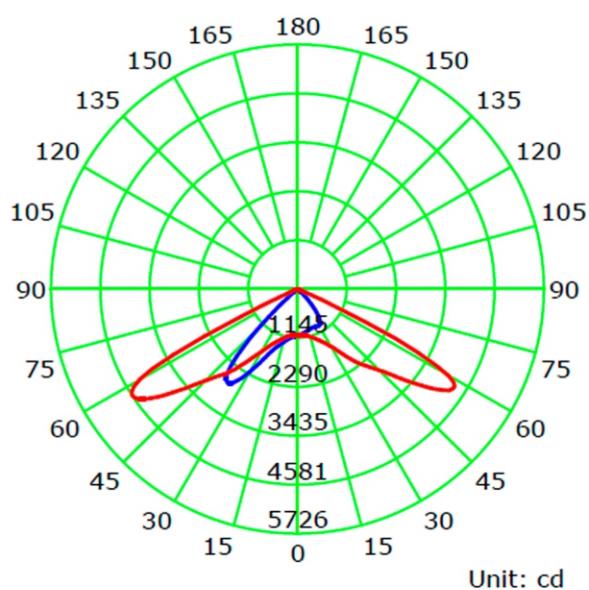
- ▶ILUMINACIÓN DE PEATONALES.
- ▶CALLES.
- ▶TERRENOS PARQUIZADOS.
- ▶PLAYAS DE ESTACIONAMIENTO.
- ▶VEREDAS.
- ▶PLAZAS.
- ▶PARQUES, ETC.

TUTHOM S.A - LUIS VIALE 1427- C.A.B.A  LINEAS ROTATIVAS: 4582-2074/ 7856/4795

 VENTAS@TUTHOM.COM.AR  WWW.JEGLUMINARIAS.COM.AR

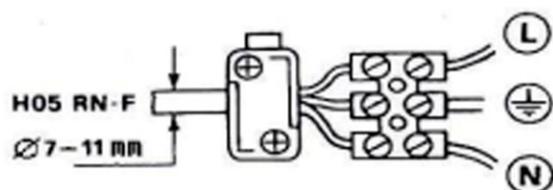
100WSTPG

FOTOMETRÍA



MAX DIÁMETRO DEL BRAZO: 60 MM

CONEXIONADO:



→ POTENCIA	100W
→ ESPECIFICACIONES	AC85-265
→ LUMENES	10000LM
→ ANGULO	120°
→ COLOR	6000K
→ HORAS	40000HRS

LUMINARIAS ENSAYADAS EN LABORATORIO FOTOMÉTRICO INTI
 PROCESO PRODUCTIVO CERTIFICADO BAJO NORMAS ISO 9001



Área Vial

Peso	Fabricado	Temperatura Color Placa	Corriente	Eficiencia
TIPO 60 TIPO 120 TIPO 150 TIPO 240	Inyección de aluminio	Desde: 3000°K Hasta: 6000°K	Desde 350mA Hasta 1250mA	>120 Lm/W
Acople	Altura de instalación	Acceso de Columna	Pintura	Potencias
Dual	Altura ideal 3 a 7 m	60mm	Poliéster en polvo	20W-300W

Acople regulable



Otras Aplicaciones



Áreas Deportivas & Recreativas

Áreas Verdes

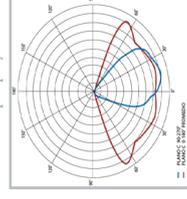
Áreas Arquitectónicas

Medidas Embalaje (mm)

	Largo (L)	Ancho (A)	Alto (H)
TIPO 60	600	325	150
TIPO 120	755	410	135
TIPO 150	835	445	150
TIPO 240	1015	525	160



Curva modelo tipo, no específica, ni única para este modelo de luminaria, pudiéndose obtener diferentes fotometrías por proyecto



KADOS I ÁREA VIAL

Kados I Es una luminaria con tecnología LED de diseño avanzado ideada especialmente para maximizar el ahorro energético logrando un eficiente rendimiento lumínico, permitiendo alcanzar un ahorro energético de más del 50% en comparación a lámparas de descarga.

VIDA UTIL: 100.0000 Hs





Luminaria especialmente diseñada para alumbrado público de calles, sendas, paseos, avenidas, y perímetros de depósitos o predios industriales con diversas opciones de potencia. De gran solidez y alta confiabilidad, está fabricada en inyección de aluminio terminado en pintura epoxi microtexturada color gris, tornillería de acero inoxidable, y difusor de vidrio templado transparente con protección IK08.

Equipadas con LEDs SAMSUNG, CREE de excelente rendimiento y alta durabilidad, con +50.000 horas de vida útil a más del 90% del flujo luminoso inicial, alimentada con drivers de alto rendimiento y confiabilidad. Con protección de picos de tensión de 10KV.

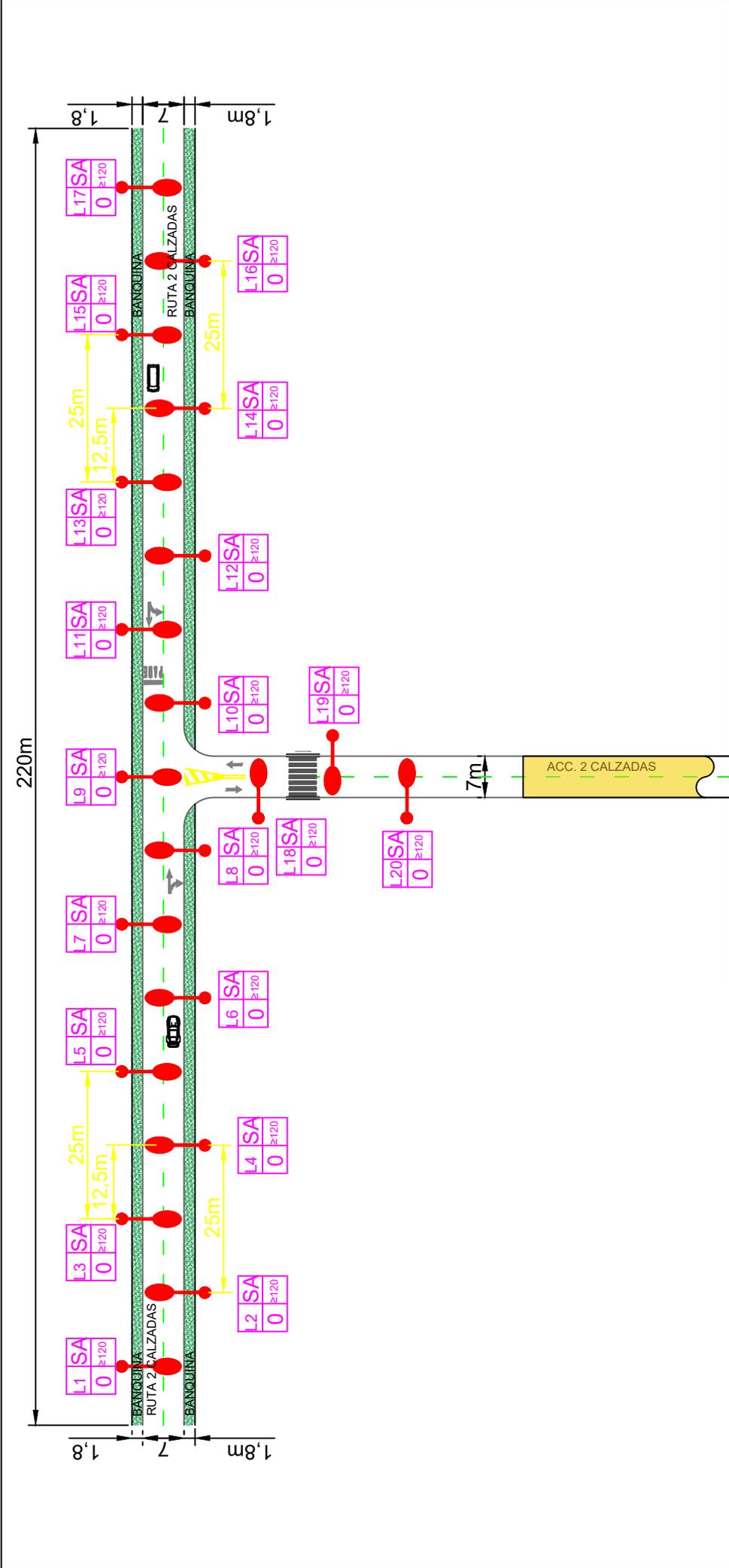
Opcional tele gestión lleva Nema Socket de 7 pines con shorting cup.

Anclaje para columna de Ø 60 mm.



	ROAD 100	ROAD 150	ROAD 200	ROAD 220	ROAD 300
Potencia eléctrica	100 W	150 W	200 W	220 W	300 W
Flujo luminoso / CRI	~12.000 lm />75	~22.500 lúmenes />75	~27.000 lm />75	~28.600 lm />75	~40.500 lm />75
Dimensiones	495 x 220 x 70 mm ~3,6 Kg	~8,8 Kg	558 x 358 x 115 mm ~8,8 Kg	~9,3 Kg	810 x 340 x 110 mm ~12 Kg
Tipo de LED	SAMSUNG - CREE				
Fuente (Aliment.)	220V - 50 Hz				
Factor de potencia	>0,90				
Ángulo de apertura	Asimétrico				
Temperatura color	5000°K				
Hermeticidad	IP 66				
Temperatura amb.	-20°C a + 40°C				





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL PARANÁ



LAMINA N°

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-

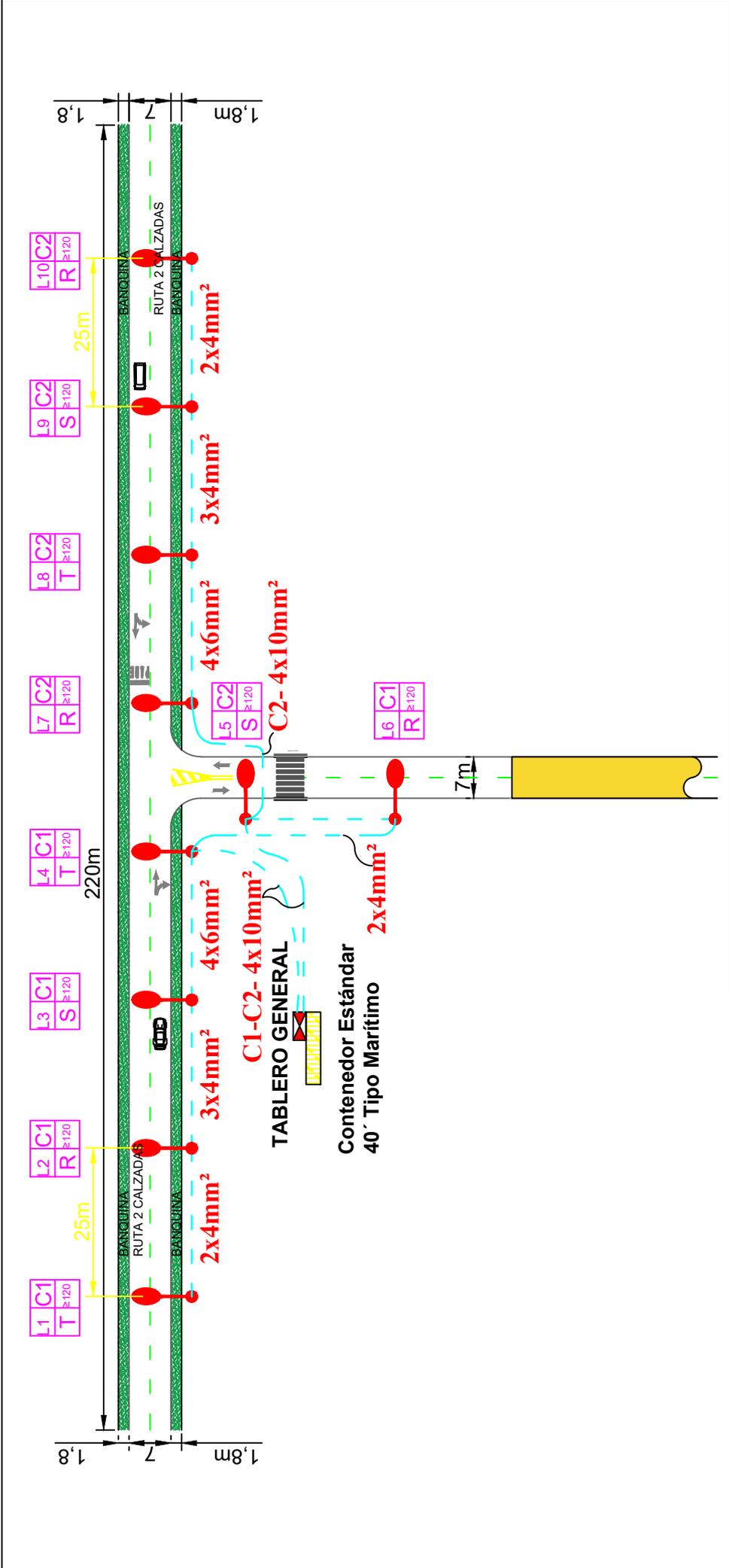
PLANO DE: Sistema Fotovoltaico Aislado Tipo Autónomo. -

ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023

DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
 Ing. Maximino, Nicolas

TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo

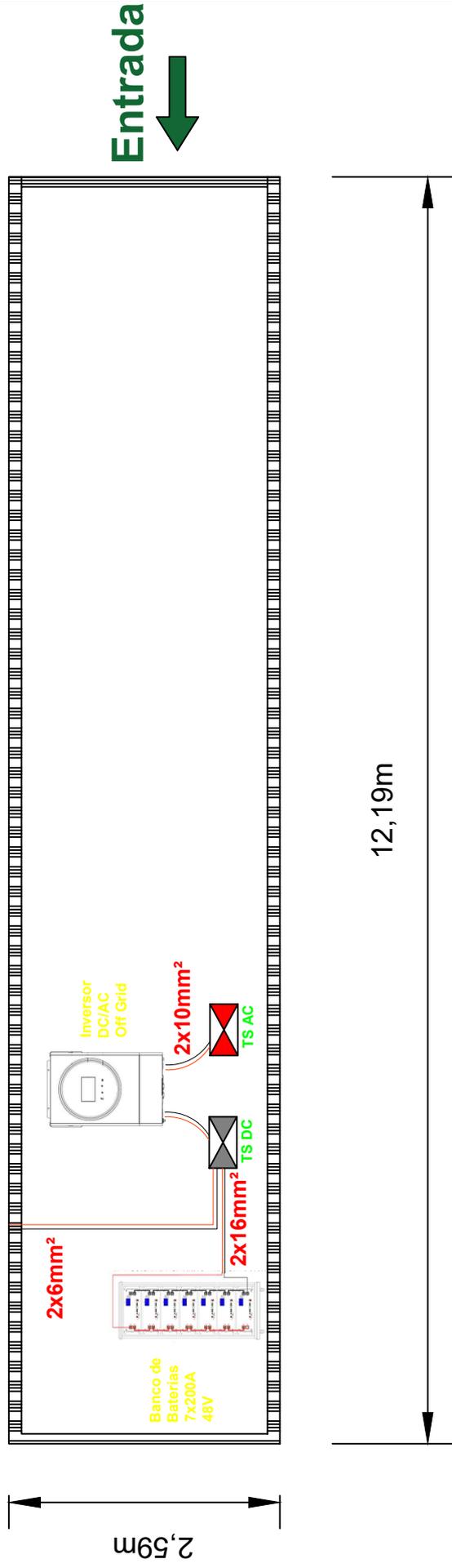
ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.



	ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023
	DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo Ing. Maximino, Nicolas TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ	
CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-	
PLANO DE: Sistema Fotovoltaico Tipo Isla - Planta solar Off Grid.- Lado Corriente Alterna.-	
LAMINA N°	

PLANTA SOLAR

9x665W
17,39A



Contenedor Estándar 40' Tipo Marítimo



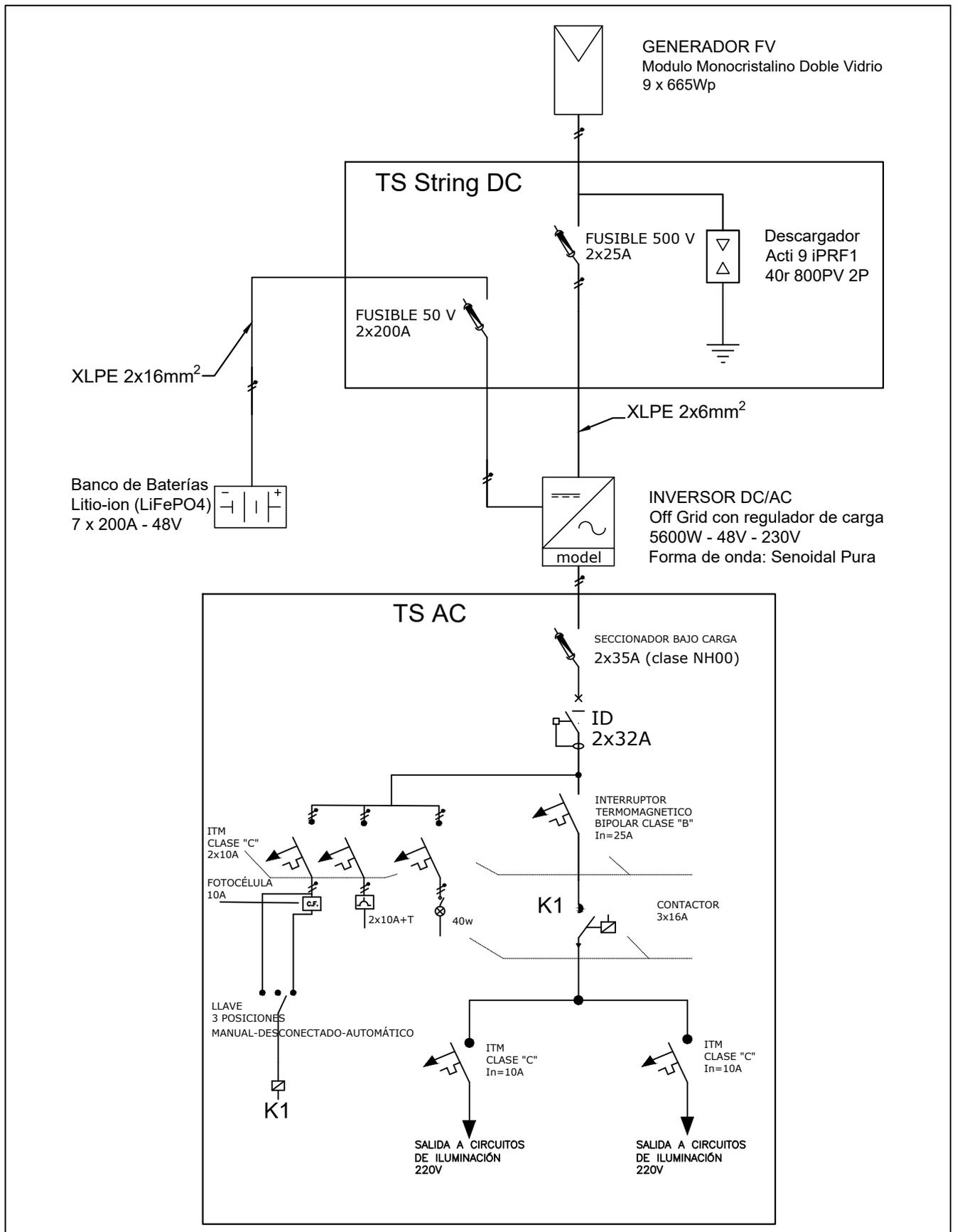
ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023
DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
Ing. Maximino, Nicolas
TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo
ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL PARANÁ

LAMINA N°

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-

PLANO DE: Sistema Fotovoltaico Tipo Isla - Planta solar Off Grid.-
Lado Corriente Continua - Vista frente del sistema.-



	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL PARANÁ	LAMINA N°
	CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.- PLANO DE: Planta FV - Diagrama Unifilar.-	
ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023		
DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo Ing. Maximino, Nicolas		
TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo		
ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.		



PROYECTO FINAL

COMPARACIÓN ENTRE LUMINARIAS PARA UN MISMO ESCENARIO

Prueba de luminarias del mercado actual

Objeto

Av. Almafuerde 1033, E3102SLK Paraná, Entre Ríos

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Contactos	3
Descripción	4
Imágenes	5
Lista de luminarias	6

Fichas de producto

No hay ningún miembro DIALux - INGEMAR Modelo BOX LED 100 (1x Un Módulo Rectangular con 108 LEDs.)	7
No hay ningún miembro DIALux - KRAKEN KADOS (1x 64 leds 600mA)	8
No hay ningún miembro DIALux - LED-STP-100W (1x)	9
No hay ningún miembro DIALux - ROAD 100 (1x 36 LED)	10

Ruta Provincial ej.1 · Alternativa 1

Resumen (hacia EN 13201:2015)	11
RP (M3)	15

Ruta Provincial ej.2 · Alternativa 2

Resumen (hacia EN 13201:2015)	26
RP (M3)	30

Ruta Provincial ej.3 · Alternativa 4

Resumen (hacia EN 13201:2015)	41
RP (M3)	45

Ruta Provincial ej.4 · Alternativa 6

Resumen (hacia EN 13201:2015)	56
RP (M3)	60

Contactos



Estudiante

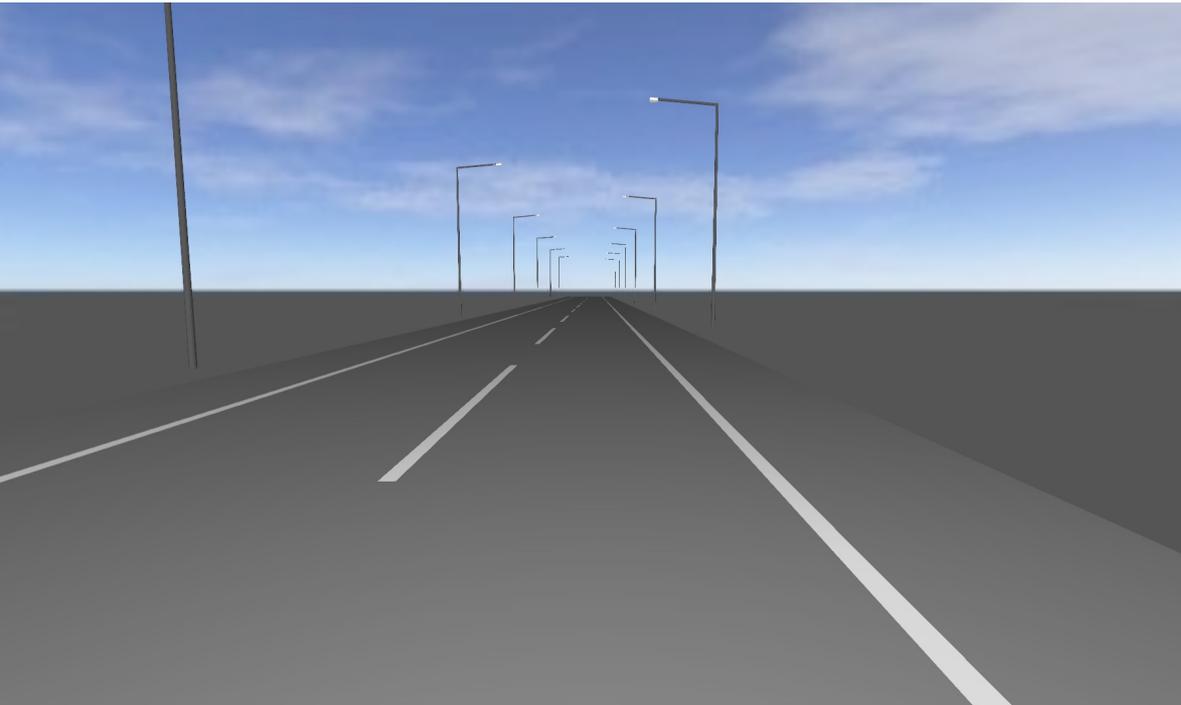
Parody, Gabriel

UTN REG. PARANÁ

..

T 343-4384983

gabrielparody83@gmail.com



Descripción

Se pretende probar varios tipo de luminarias que hay en el mercado actual, para una misma situación estándar, cumpliendo con la normativa vigente de alumbrado público para vías de tránsito que establece la Norma Argentina IRAM- AADL J 2022-2.

Estudiante

Parody, Gabriel

UTN REG. PARANÁ

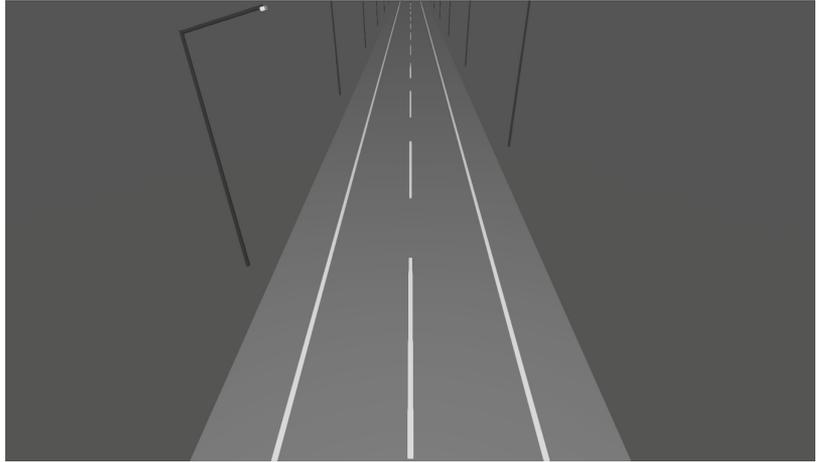
..

T 343-4384983

gabrielparody83@gmail.com

Imágenes

Proyecto 0



Rutas de la Provincia de Entre Rios



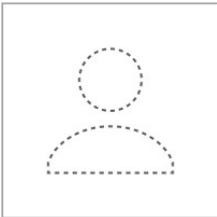
Lista de luminarias

Φ_{total} 602992 lm	P_{total} 5476.9 W	Rendimiento lumínico 110.1 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

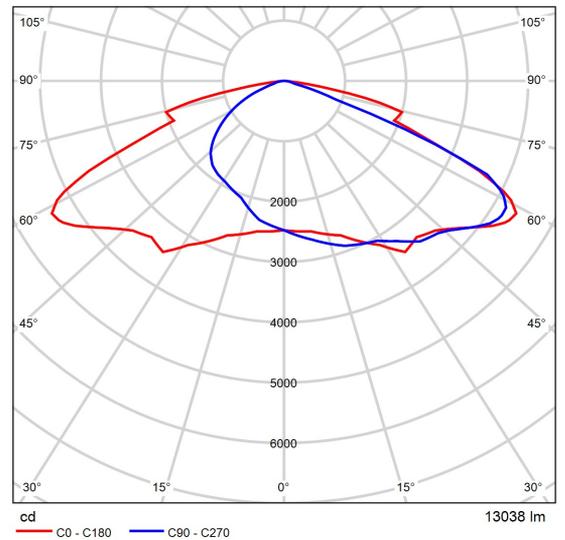
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
13	No hay ningún miembro DIALux		LED-STP-100W	102.9 W	10876 lm	105.7 lm/W
13	No hay ningún miembro DIALux	AP led	KRAKEN KADOS	121.9 W	13768 lm	112.9 lm/W
13	No hay ningún miembro DIALux	LUMINARIA VIAL	ROAD 100	95.5 W	8702 lm	91.1 lm/W
13	No hay ningún miembro DIALux	Luminaria de alumbrado público	INGEMAR Modelo BOX LED 100	101.0 W	13038 lm	129.1 lm/W

Ficha de producto

No hay ningún miembro DIALux - INGEMAR Modelo BOX LED 100



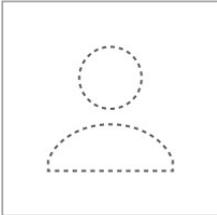
Nº de artículo	Luminaria de alumbrado público
P	101.0 W
$\Phi_{Luminaria}$	13038 lm
Rendimiento lumínico	129.1 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



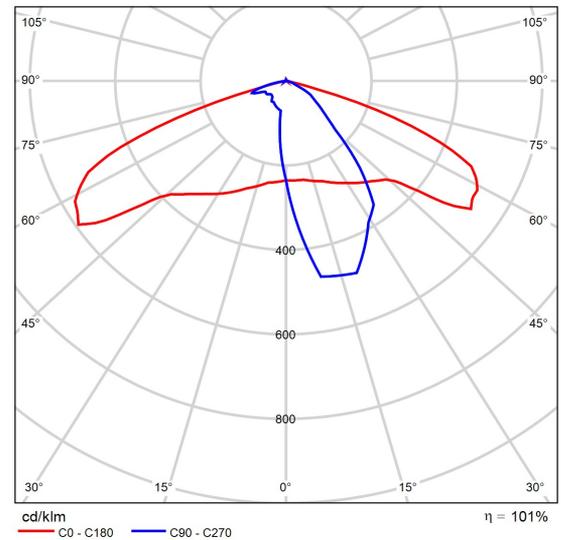
CDL polar

Ficha de producto

No hay ningún miembro DIALux - KRAKEN KADOS



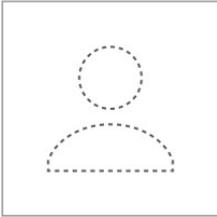
Nº de artículo	AP led
P	121.9 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	13629 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	13768 lm
η	101.02 %
Rendimiento lumínico	112.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



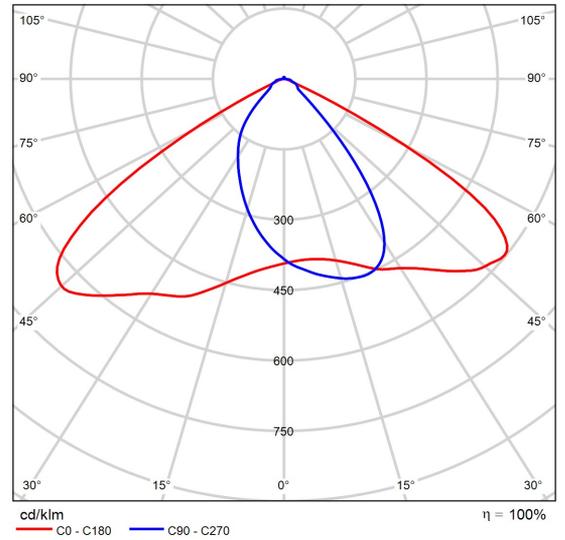
CDL polar

Ficha de producto

No hay ningún miembro DIALux - LED-STP-100W



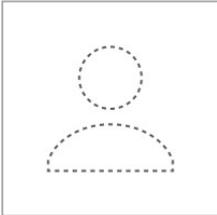
P	102.9 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	10877 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	10876 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	105.7 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



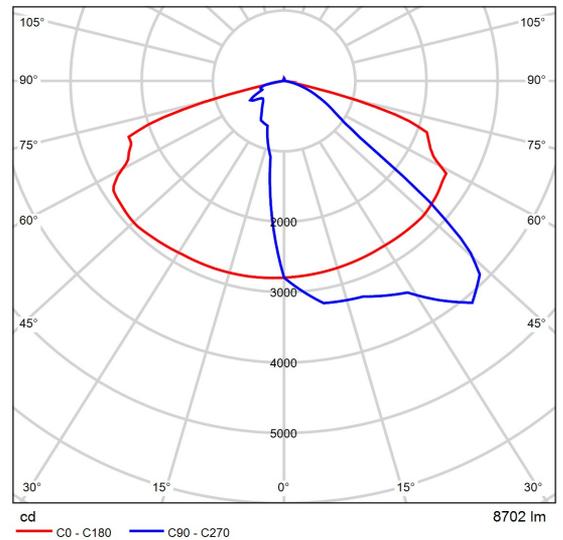
CDL polar

Ficha de producto

No hay ningún miembro DIALux - ROAD 100



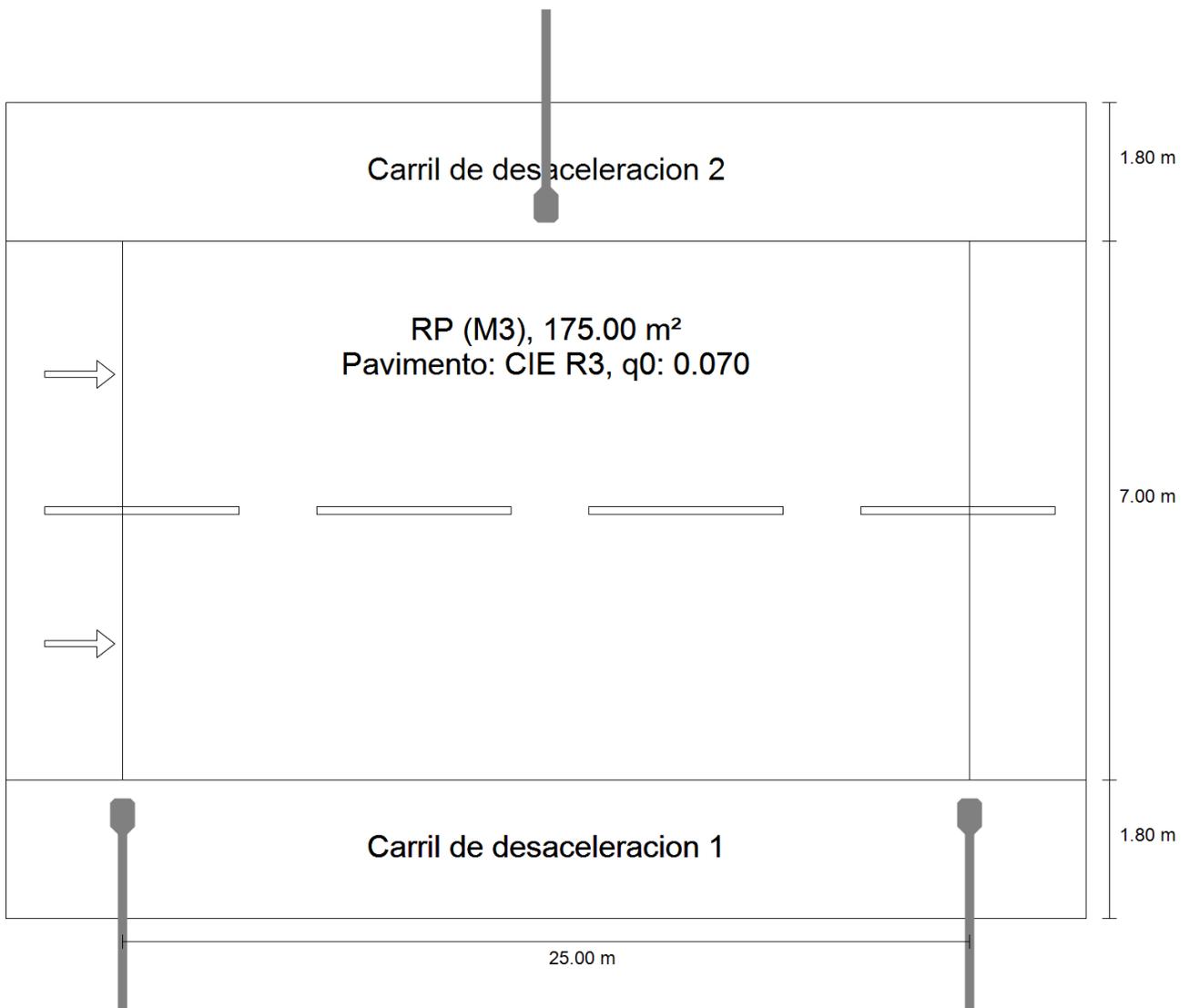
Nº de artículo	LUMINARIA VIAL
P	95.5 W
$\Phi_{Luminaria}$	8702 lm
Rendimiento lumínico	91.1 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

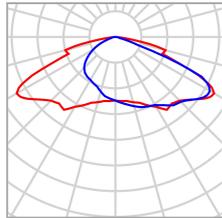
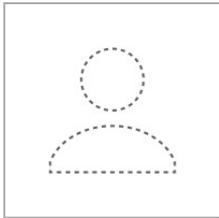
Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)



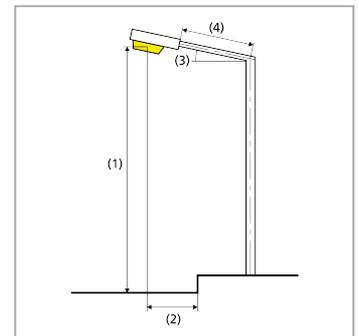
Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	101.0 W
Nº de artículo	Luminaria de alumbrado público	$\Phi_{Luminaria}$	14000 lm
Nombre del artículo	INGEMAR Modelo BOX LED 100		
Lámpara	definido por el usuario		

Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

INGEMAR Modelo BOX LED 100 (bilateral en alternancia)

Distancia entre mástiles	25.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.500 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 101.0 W
Consumo	8080.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 360 cd/klm ≥ 80°: 134 cd/klm ≥ 90°: 15.3 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*2
Clase de índice de deslumbramiento	D.4
MF	0.85



Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L_m	2.77 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.85	≥ 0.40	✓
	U_i	0.85	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R_{Et}	0.81	≥ 0.30	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Ruta Provincial ej.1	D_p	0.026 W/lx*m ²	-
INGEMAR Modelo BOX LED 100 (bilateral en alternancia)	D_e	4.6 kWh/m ² año	808.0 kWh/año

Ruta Provincial ej.1

RP (M3)

Resultados para campo de evaluación

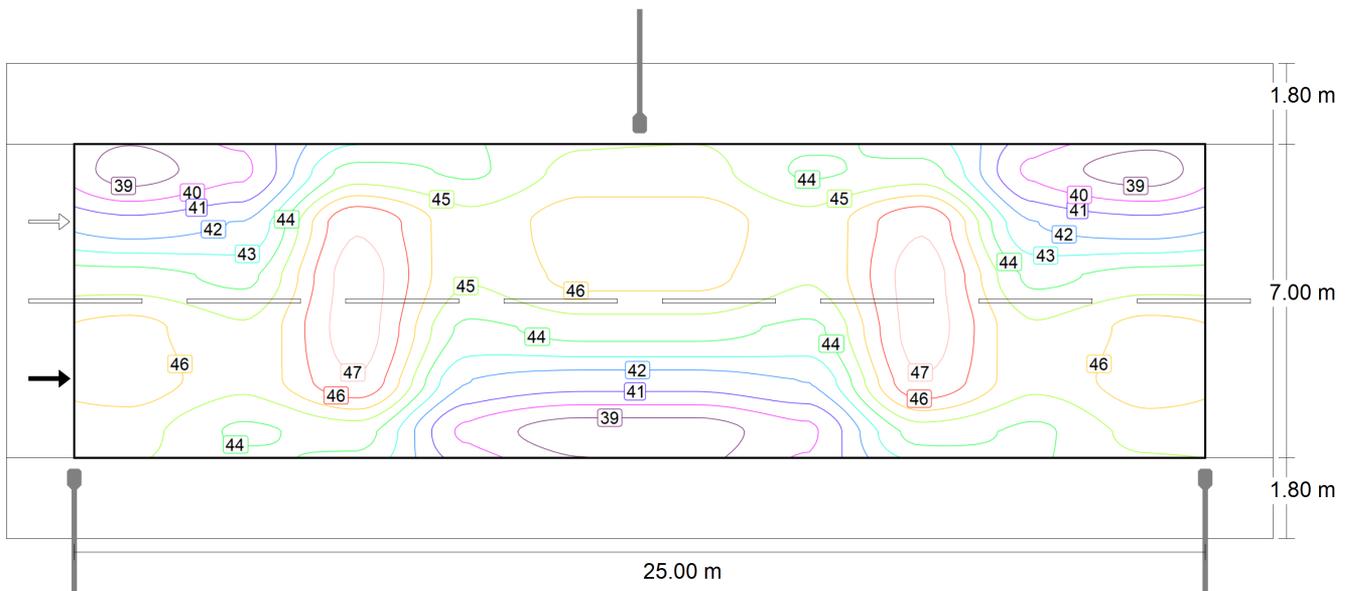
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L _m	2.77 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.85	≥ 0.40	✓
	U _i	0.85	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R _{Et}	0.81	≥ 0.30	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.550 m, 1.500 m	L _m	2.77 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.86	≥ 0.40	✓
	U _i	0.85	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	Observador 2 Posición: -60.000 m, 7.050 m, 1.500 m	L _m	2.78 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
U _o		0.85	≥ 0.40	✓
U _i		0.85	≥ 0.60	✓
TI		6 %	≤ 15 %	✓

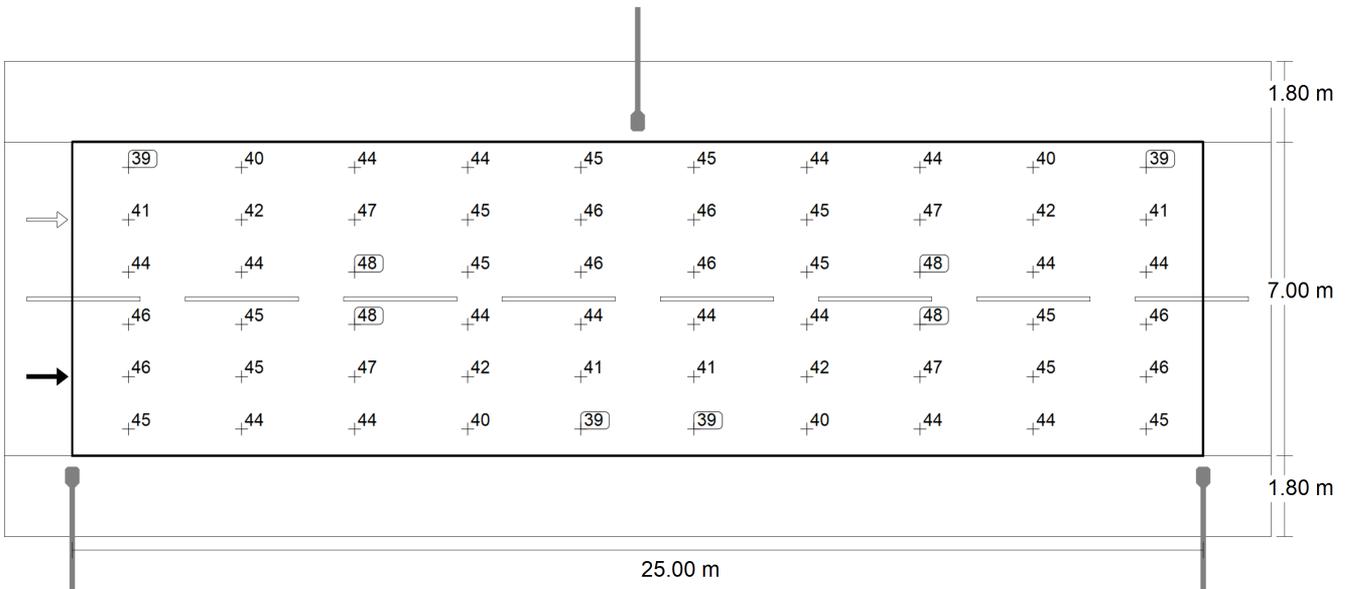
Ruta Provincial ej.1

RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

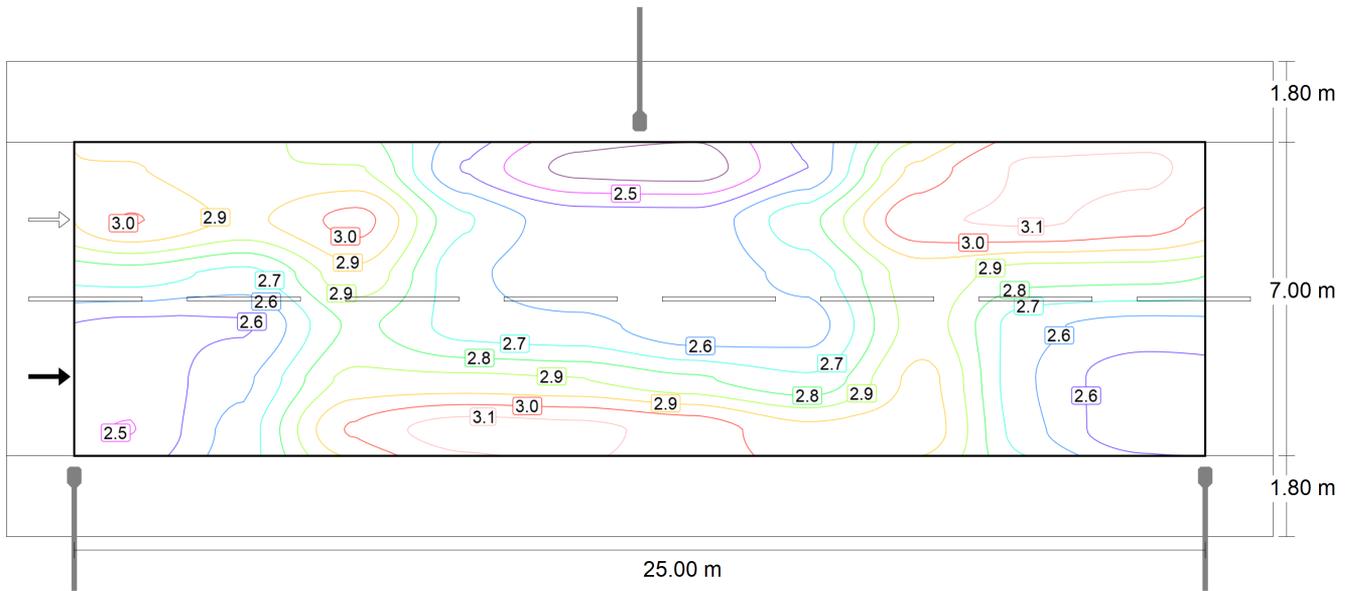
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	38.85	39.98	44.10	43.64	44.97	44.97	43.64	44.10	39.98	38.85
7.050	41.45	42.00	47.23	44.91	46.05	46.05	44.91	47.23	42.00	41.45
5.883	44.13	43.54	47.78	44.73	45.81	45.81	44.73	47.78	43.54	44.13
4.717	45.81	44.73	47.78	43.54	44.13	44.13	43.54	47.78	44.73	45.81
3.550	46.05	44.91	47.23	42.00	41.45	41.45	42.00	47.23	44.91	46.05
2.383	44.97	43.64	44.10	39.98	38.85	38.85	39.98	44.10	43.64	44.97

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	43.9 lx	38.8 lx	47.8 lx	0.88	0.81

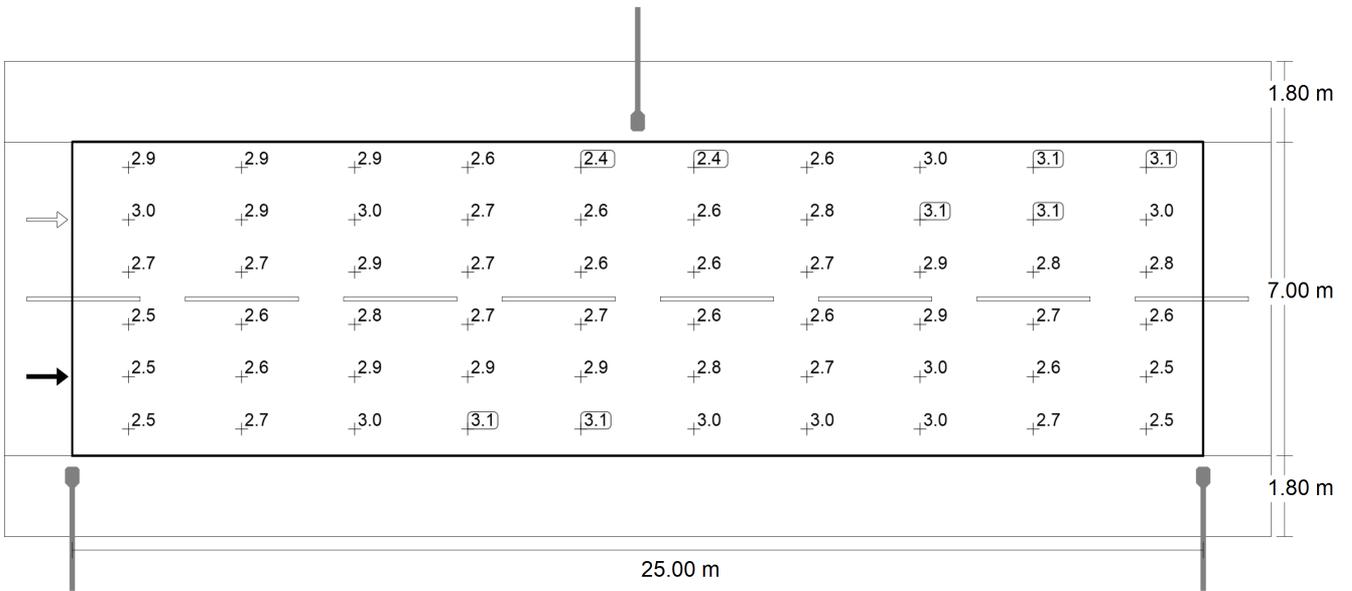
Ruta Provincial ej.1

RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

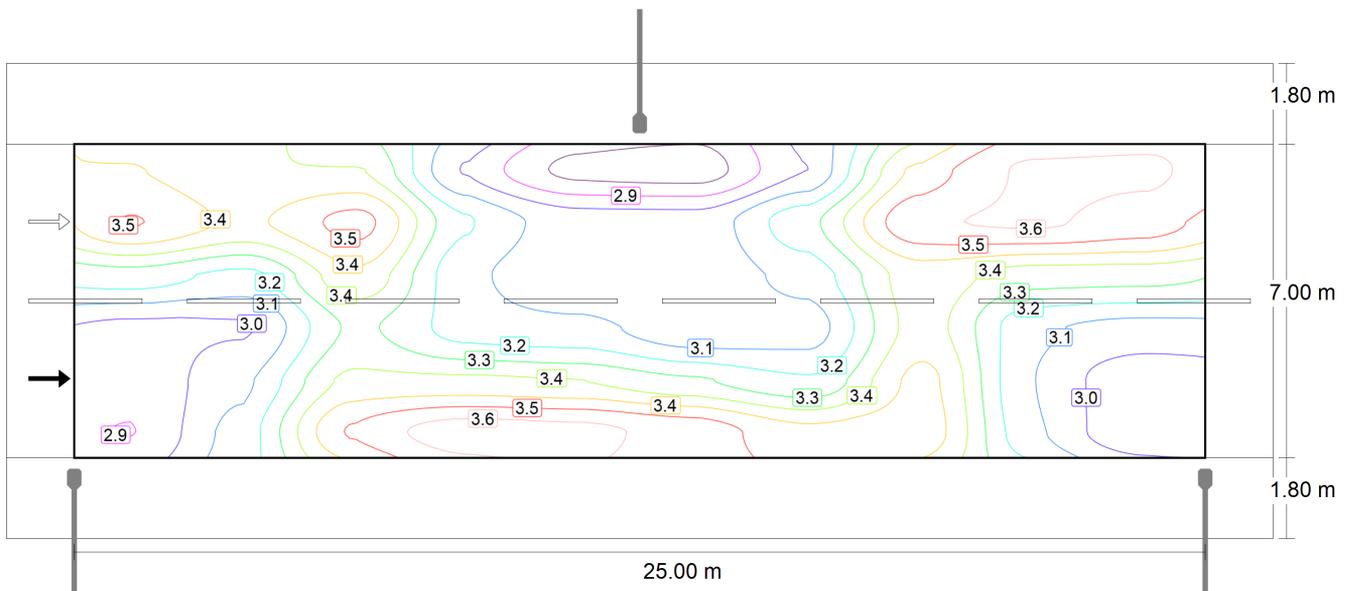
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	2.94	2.86	2.86	2.56	2.40	2.39	2.57	2.95	3.09	3.09
7.050	3.01	2.92	3.03	2.72	2.60	2.60	2.76	3.06	3.09	3.04
5.883	2.75	2.69	2.91	2.66	2.59	2.59	2.67	2.90	2.81	2.81
4.717	2.55	2.56	2.80	2.68	2.66	2.59	2.61	2.89	2.66	2.61
3.550	2.51	2.62	2.88	2.88	2.86	2.80	2.73	2.95	2.64	2.52
2.383	2.49	2.67	3.01	3.11	3.10	3.05	2.95	2.97	2.66	2.51

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.77 cd/m ²	2.39 cd/m ²	3.11 cd/m ²	0.86	0.77

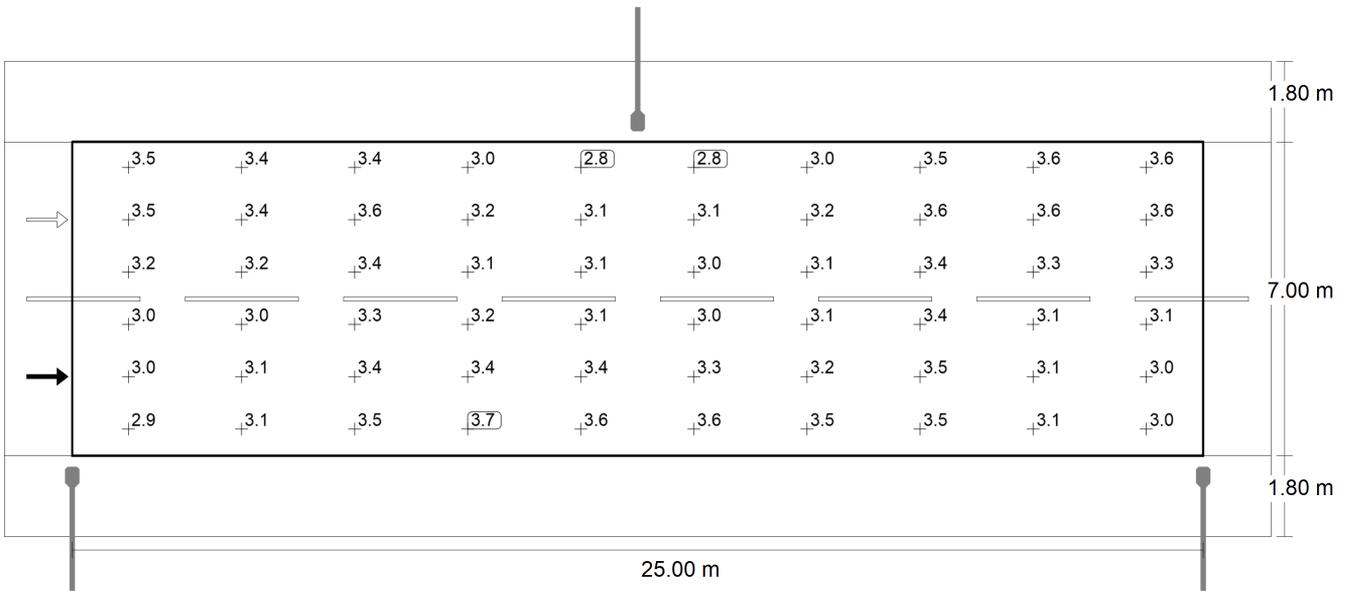
Ruta Provincial ej.1

RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

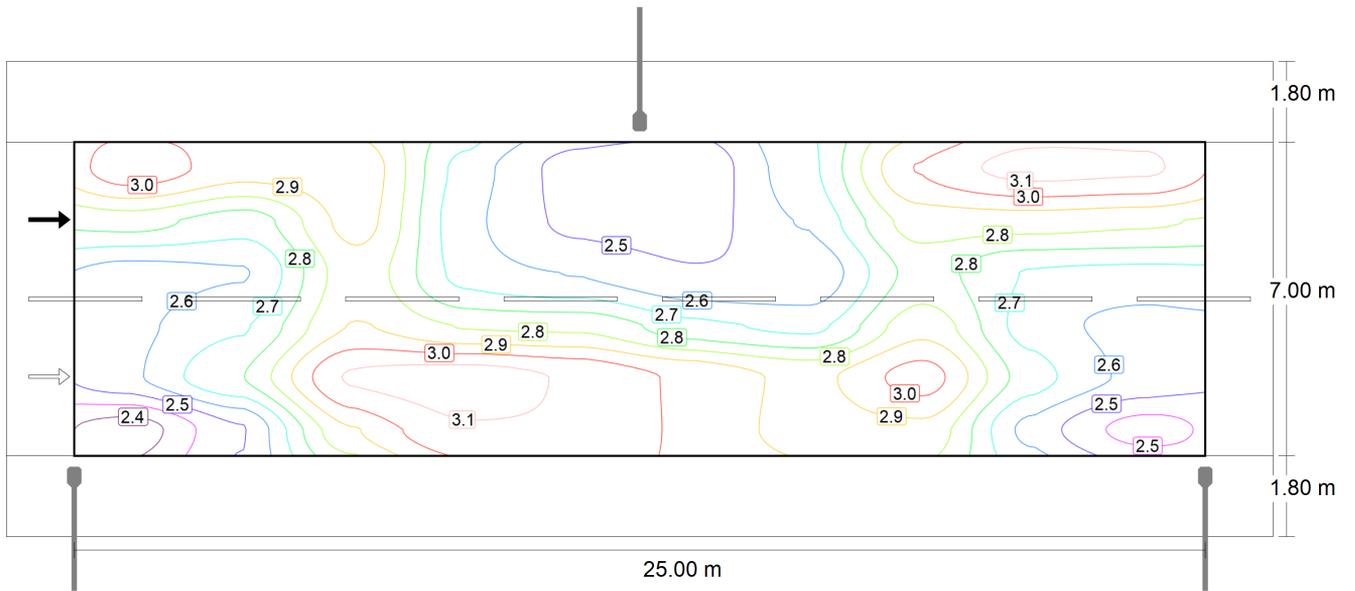
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.45	3.37	3.37	3.01	2.82	2.81	3.02	3.47	3.63	3.63
7.050	3.54	3.43	3.56	3.20	3.06	3.06	3.25	3.61	3.63	3.58
5.883	3.23	3.17	3.42	3.13	3.05	3.05	3.14	3.41	3.31	3.30
4.717	3.00	3.01	3.29	3.16	3.14	3.05	3.07	3.40	3.13	3.07
3.550	2.95	3.08	3.39	3.39	3.36	3.29	3.21	3.47	3.11	2.97
2.383	2.93	3.14	3.55	3.66	3.64	3.59	3.48	3.49	3.13	2.95

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	3.26 cd/m²	2.81 cd/m²	3.66 cd/m²	0.86	0.77

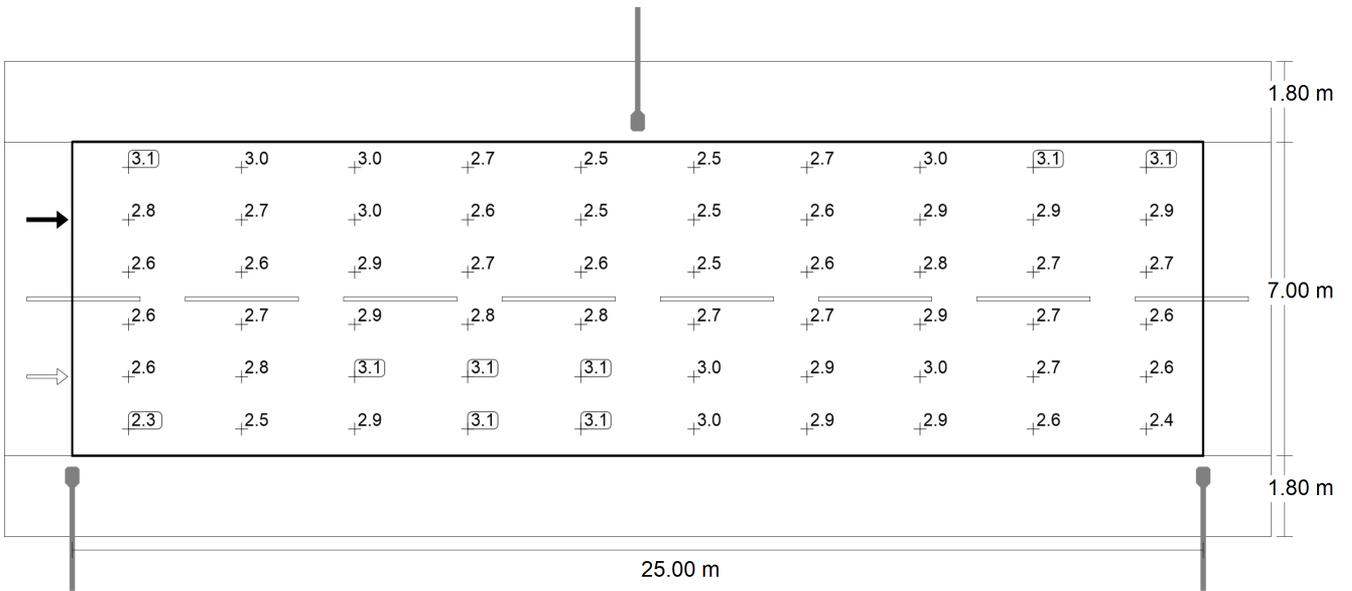
Ruta Provincial ej.1

RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

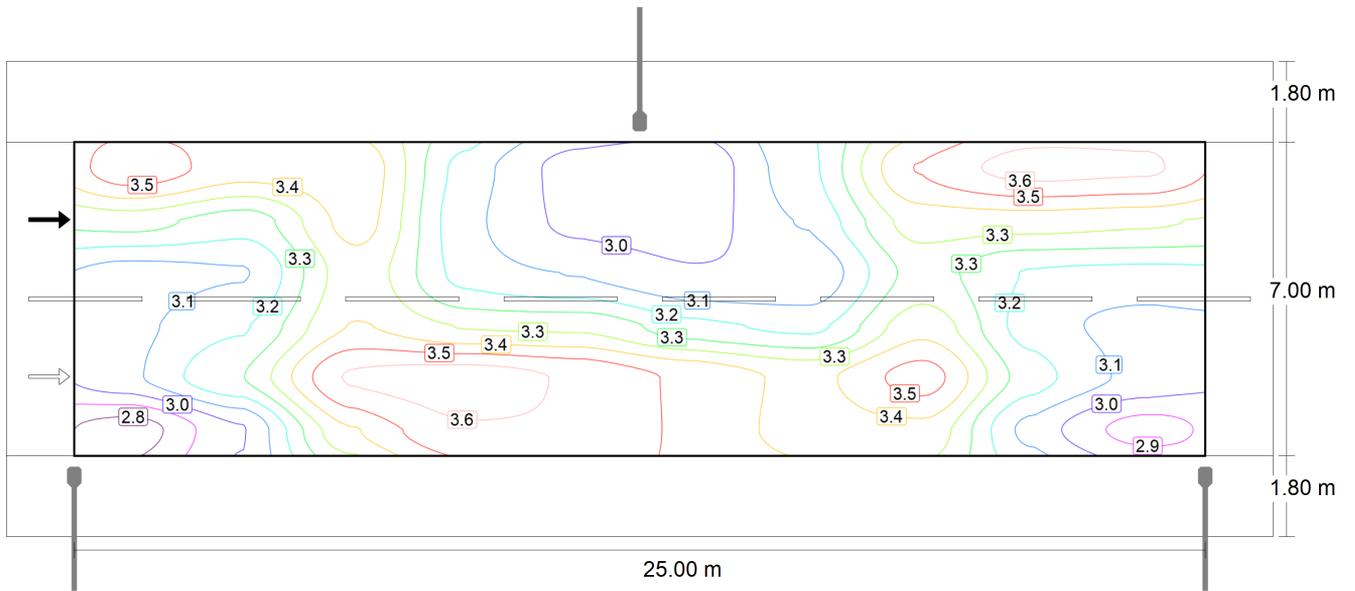
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.05	2.96	2.97	2.66	2.51	2.49	2.67	3.00	3.11	3.09
7.050	2.80	2.73	2.95	2.64	2.52	2.51	2.62	2.88	2.88	2.86
5.883	2.59	2.61	2.89	2.67	2.61	2.55	2.56	2.80	2.69	2.67
4.717	2.60	2.68	2.93	2.84	2.83	2.72	2.67	2.90	2.66	2.59
3.550	2.60	2.77	3.09	3.12	3.07	2.98	2.90	3.03	2.73	2.60
2.383	2.35	2.53	2.92	3.06	3.07	2.98	2.90	2.90	2.59	2.43

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.78 cd/m²	2.35 cd/m²	3.12 cd/m²	0.85	0.75

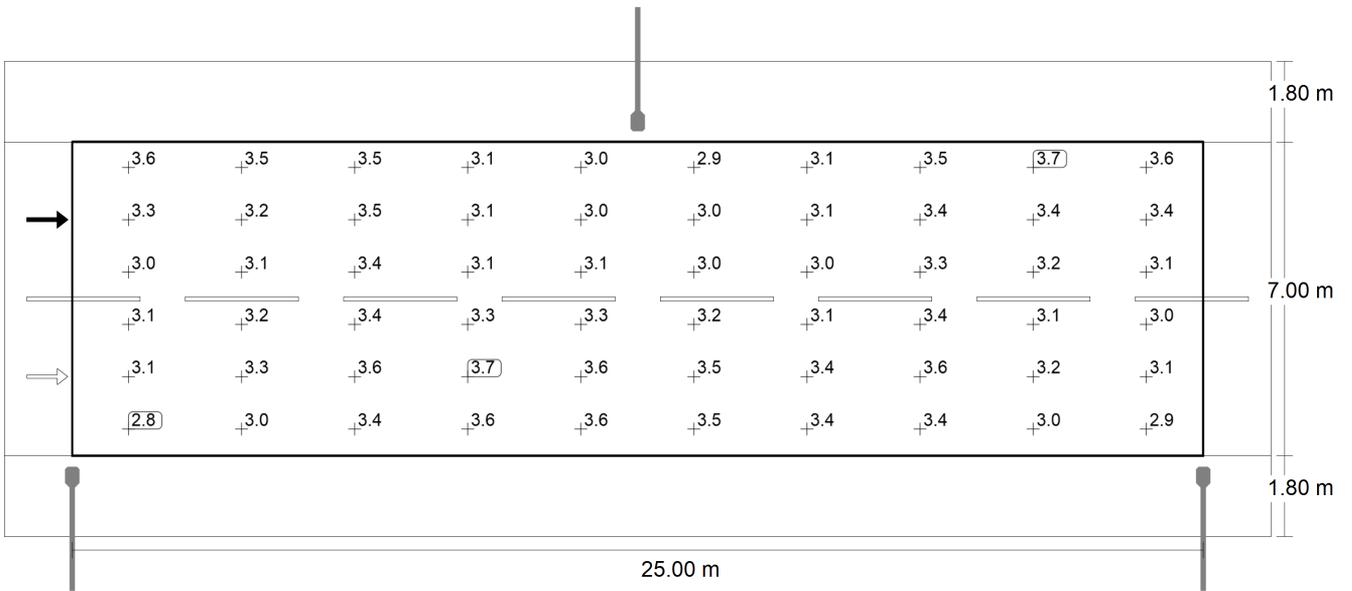
Ruta Provincial ej.1

RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

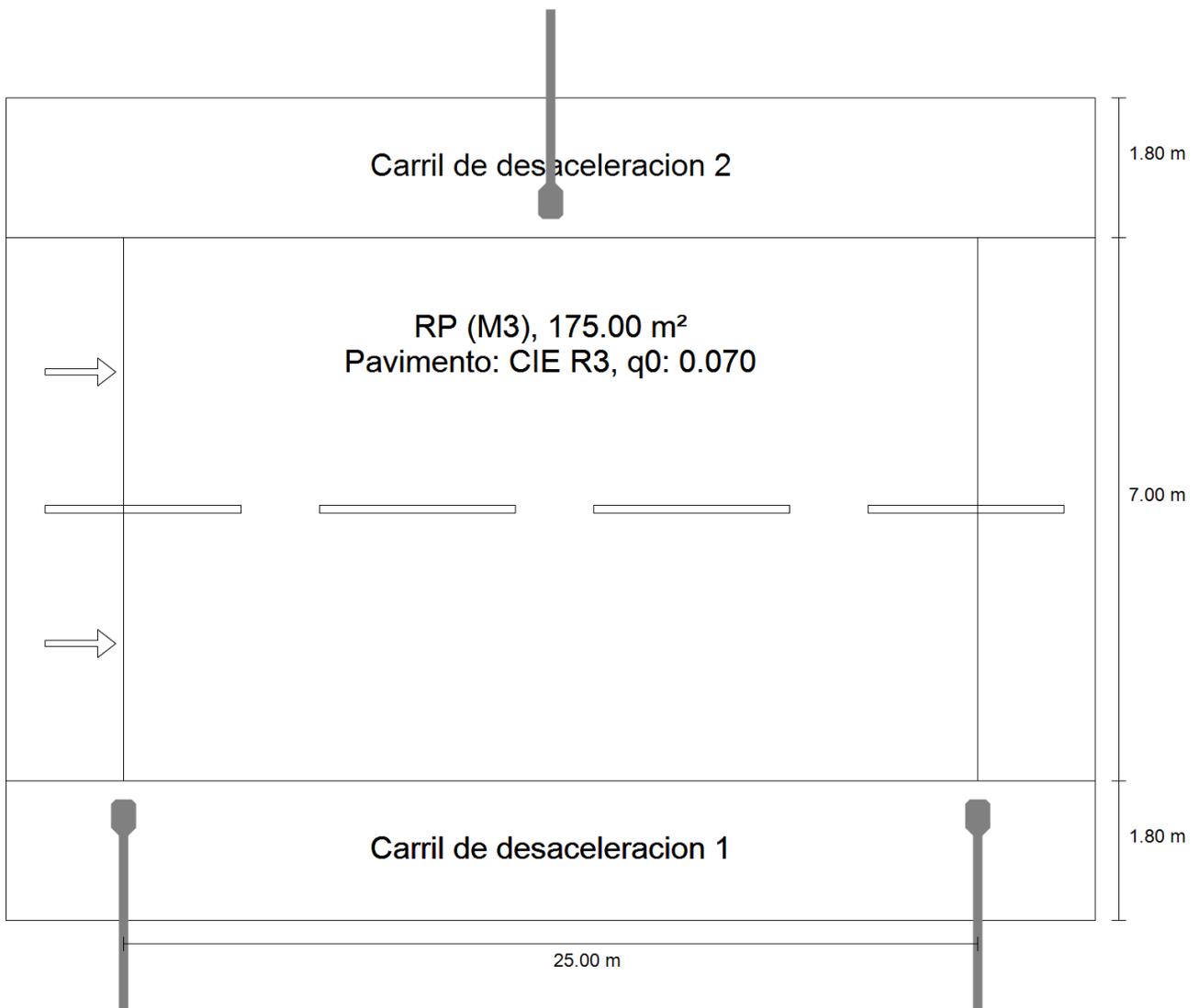
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.59	3.48	3.49	3.13	2.95	2.93	3.14	3.54	3.65	3.63
7.050	3.29	3.21	3.47	3.11	2.97	2.95	3.08	3.39	3.39	3.36
5.883	3.05	3.07	3.40	3.14	3.07	3.00	3.01	3.29	3.16	3.14
4.717	3.05	3.16	3.44	3.34	3.33	3.20	3.14	3.41	3.12	3.05
3.550	3.06	3.26	3.63	3.67	3.61	3.51	3.42	3.57	3.21	3.05
2.383	2.76	2.98	3.43	3.61	3.61	3.51	3.41	3.41	3.05	2.86

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	3.27 cd/m²	2.76 cd/m²	3.67 cd/m²	0.85	0.75

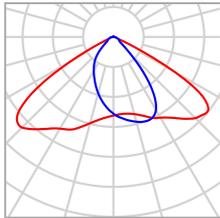
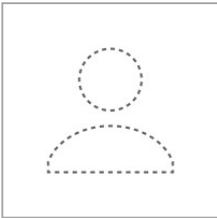
Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)



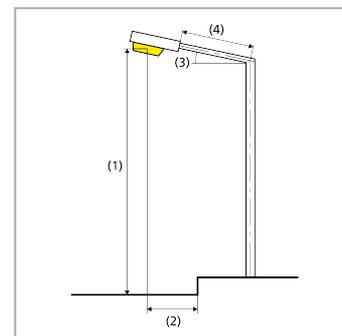
Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	102.9 W
Nombre del artículo	LED-STP-100W	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	10877 lm
Lámpara	1x	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	10876 lm
		η	99.99 %

Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)

LED-STP-100W (bilateral en alternancia)

Distancia entre mástiles	25.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.500 m
(3) Inclinación del brazo	15.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 102.9 W
Consumo	8232.0 W/km
ULR / ULOR	0.01 / 0.01
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 58.9 cd/klm ≥ 80°: 28.6 cd/klm ≥ 90°: 17.1 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
Clase de índice de deslumbramiento	D.4
MF	0.85



Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L_m	2.48 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.69	≥ 0.40	✓
	U_i	0.63	≥ 0.60	✓
	TI	1 %	≤ 15 %	✓
	R_{Ei}	0.60	≥ 0.30	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Ruta Provincial ej.2	D_p	0.022 W/lx*m ²	-
LED-STP-100W (bilateral en alternancia)	D_e	4.7 kWh/m ² año	823.2 kWh/año

Ruta Provincial ej.2

RP (M3)

Resultados para campo de evaluación

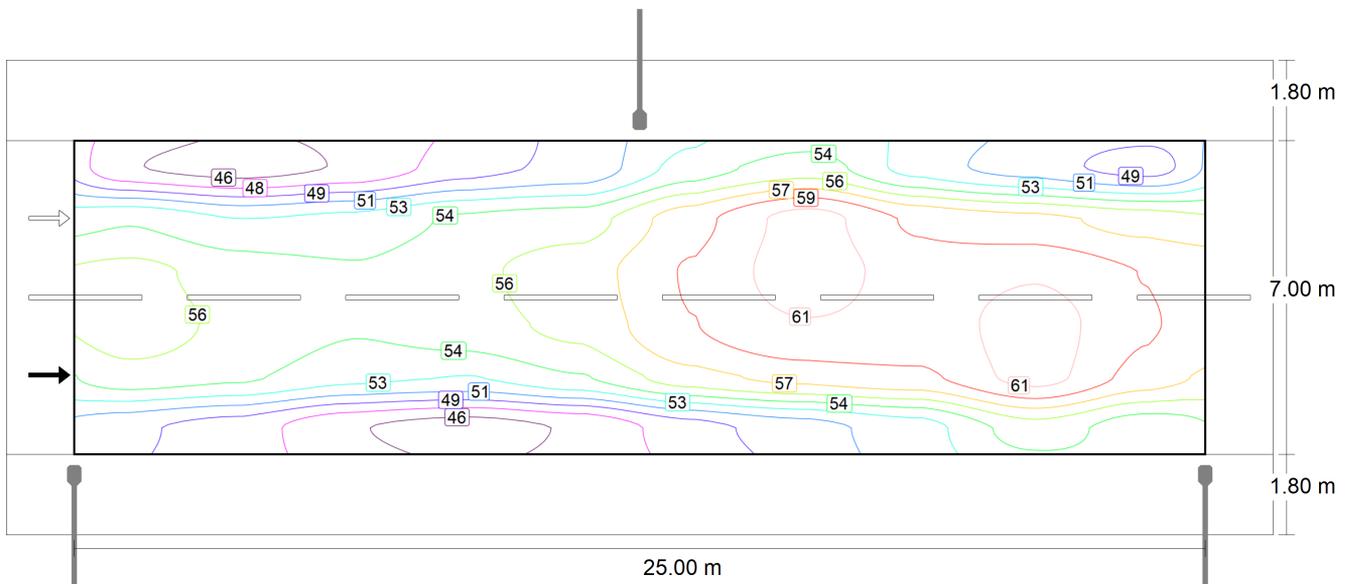
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L _m	2.48 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.69	≥ 0.40	✓
	U _i	0.63	≥ 0.60	✓
	TI	1 %	≤ 15 %	✓
	R _{EI}	0.60	≥ 0.30	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.550 m, 1.500 m	L _m	2.49 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.70	≥ 0.40	✓
	U _i	0.63	≥ 0.60	✓
	TI	1 %	≤ 15 %	✓
	Observador 2 Posición: -60.000 m, 7.050 m, 1.500 m	L _m	2.48 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
U _o	0.69	≥ 0.40	✓	
U _i	0.69	≥ 0.60	✓	
TI	1 %	≤ 15 %	✓	

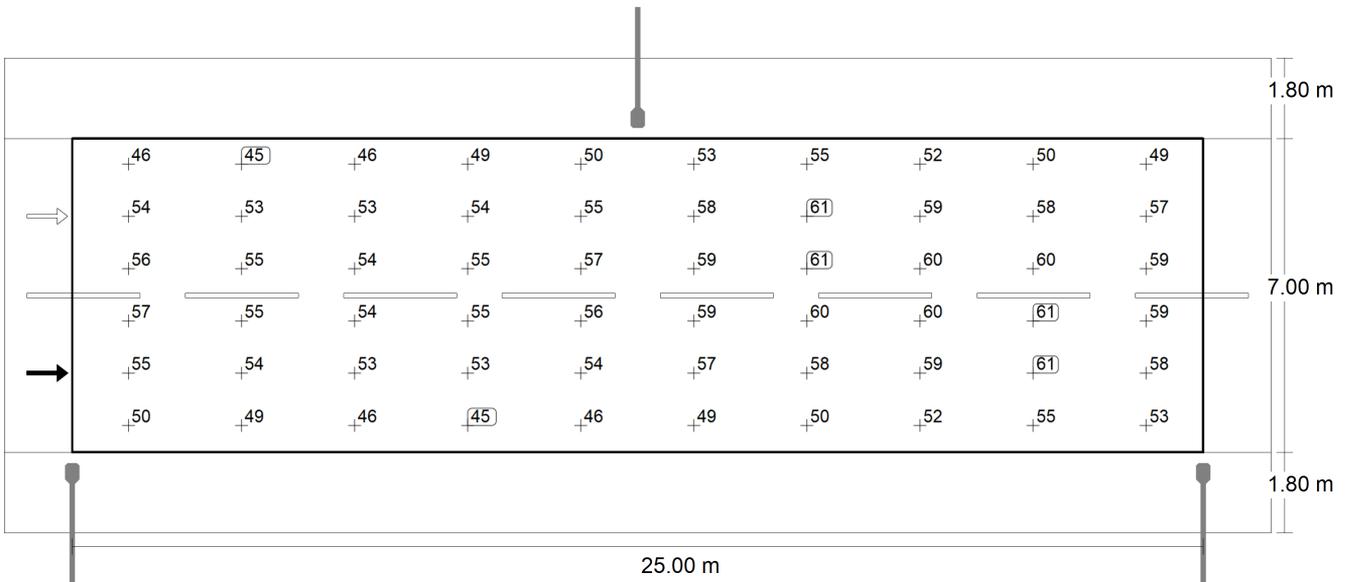
Ruta Provincial ej.2

RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

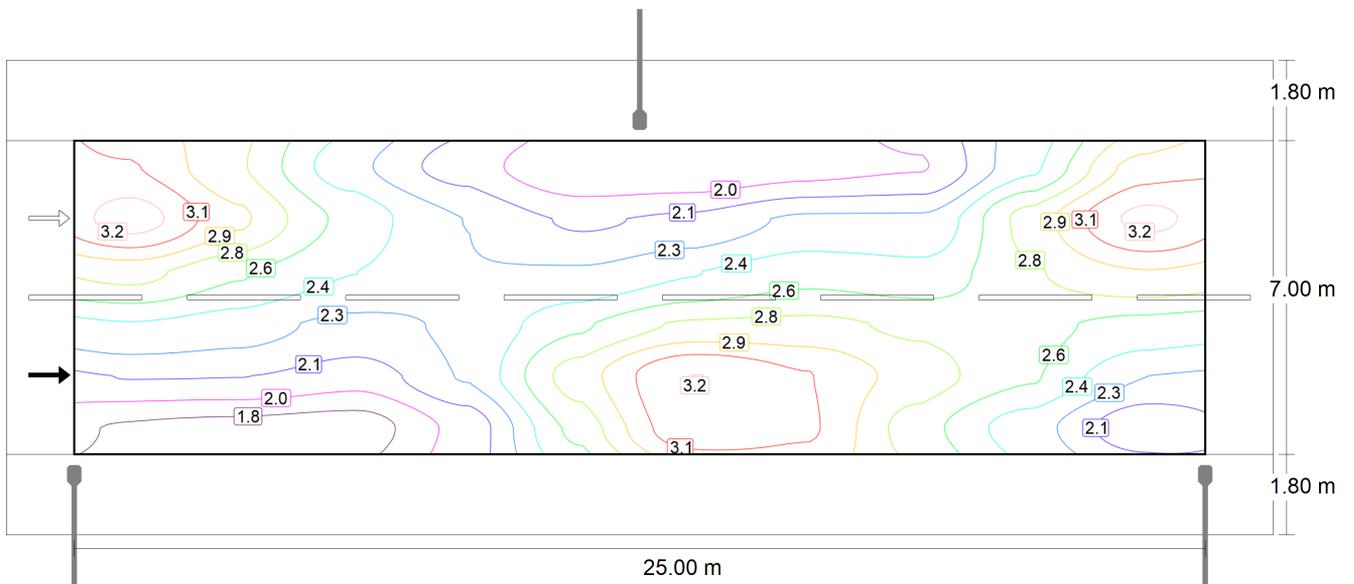
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	46.38	45.40	46.35	48.62	49.76	53.25	54.94	51.87	50.22	48.66
7.050	54.04	52.56	53.04	54.43	55.07	58.30	61.13	58.61	57.87	56.72
5.883	56.15	55.02	54.28	55.33	56.53	59.08	61.31	59.69	60.36	58.88
4.717	56.53	55.33	54.28	55.02	56.15	58.88	60.36	59.69	61.31	59.08
3.550	55.07	54.43	53.04	52.56	54.04	56.72	57.87	58.61	61.13	58.30
2.383	49.76	48.62	46.35	45.40	46.38	48.66	50.22	51.87	54.94	53.25

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	54.5 lx	45.4 lx	61.3 lx	0.83	0.74

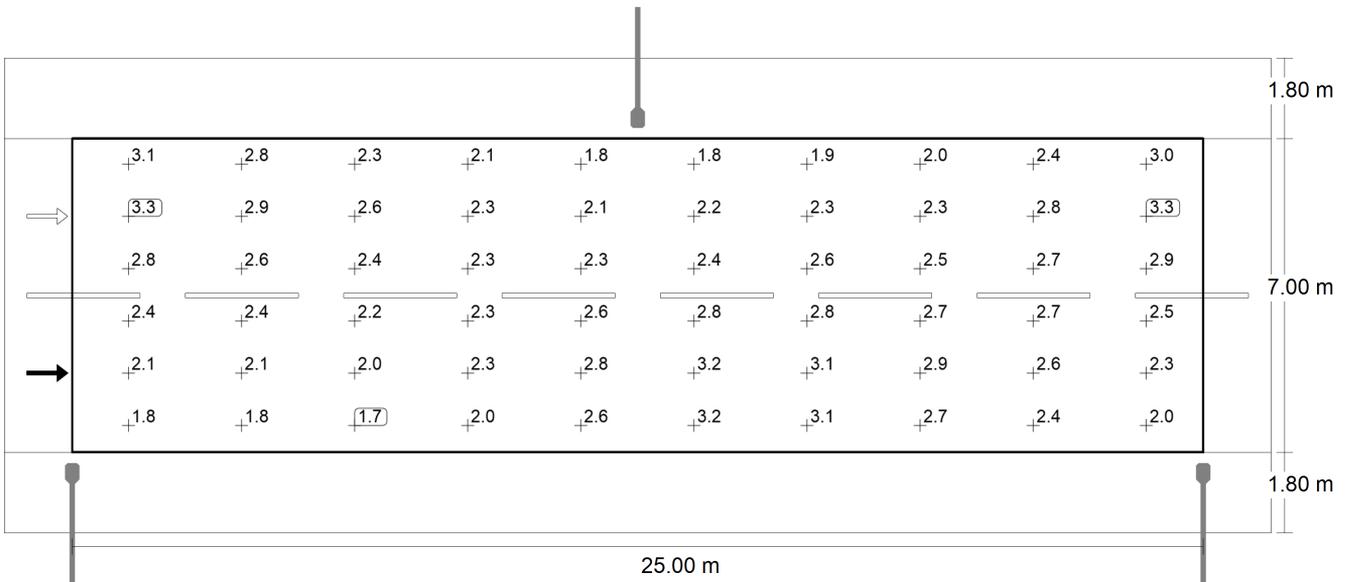
Ruta Provincial ej.2

RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

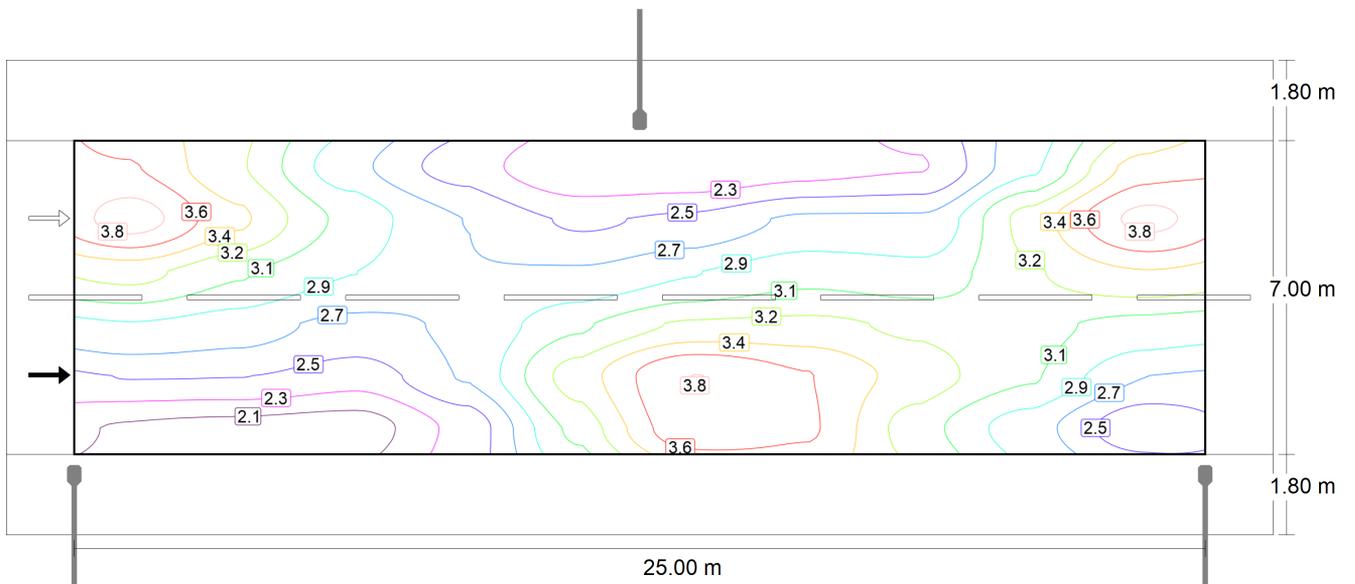
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.09	2.77	2.34	2.06	1.84	1.85	1.91	1.96	2.41	3.00
7.050	3.31	2.95	2.56	2.29	2.11	2.17	2.32	2.32	2.83	3.28
5.883	2.81	2.62	2.45	2.30	2.31	2.44	2.55	2.51	2.74	2.91
4.717	2.44	2.36	2.24	2.31	2.58	2.79	2.80	2.73	2.65	2.55
3.550	2.14	2.13	2.04	2.30	2.84	3.24	3.08	2.86	2.62	2.29
2.383	1.80	1.77	1.74	2.03	2.65	3.20	3.10	2.68	2.36	2.01

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.49 cd/m ²	1.74 cd/m ²	3.31 cd/m ²	0.70	0.52

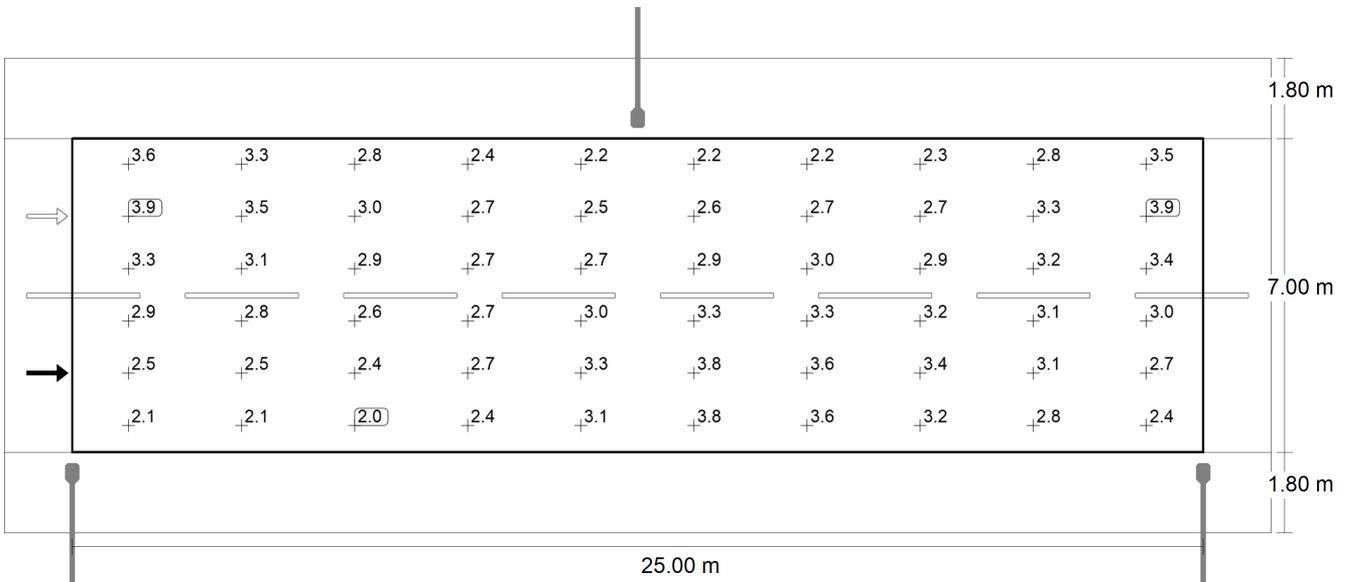
Ruta Provincial ej.2

RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m^2] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

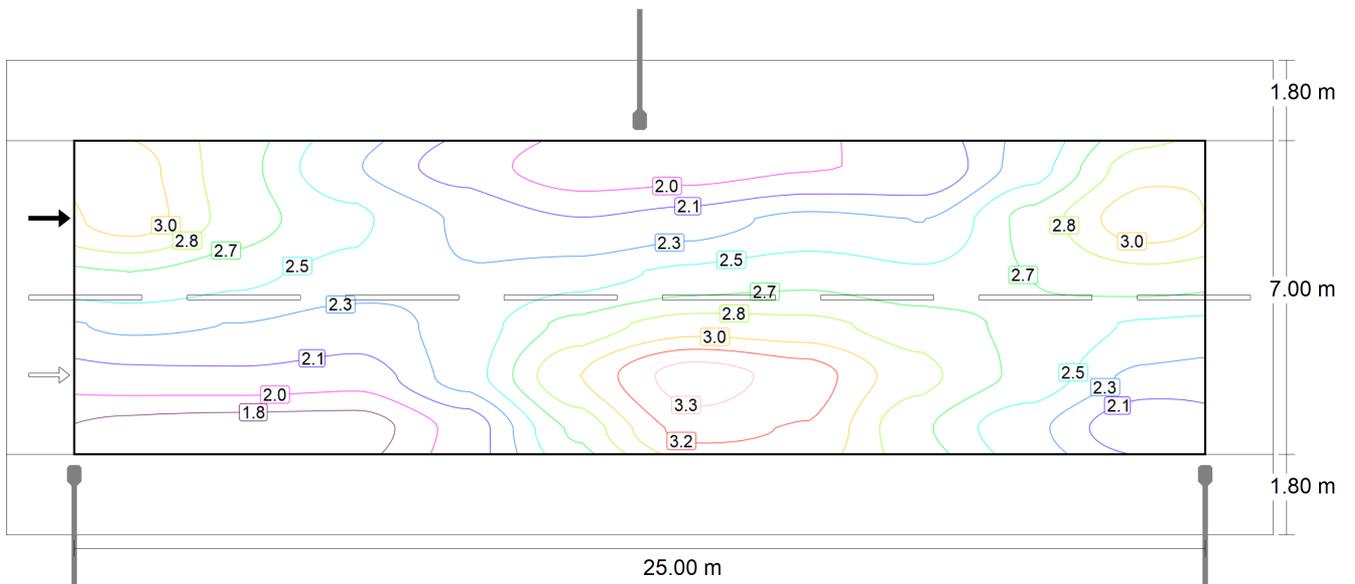
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.63	3.26	2.75	2.42	2.16	2.17	2.25	2.31	2.84	3.53
7.050	3.90	3.47	3.01	2.69	2.48	2.56	2.73	2.73	3.33	3.86
5.883	3.31	3.08	2.88	2.71	2.72	2.87	3.01	2.95	3.23	3.42
4.717	2.87	2.78	2.64	2.72	3.03	3.28	3.30	3.21	3.12	3.00
3.550	2.51	2.51	2.40	2.71	3.34	3.81	3.63	3.36	3.08	2.69
2.383	2.12	2.08	2.04	2.38	3.12	3.77	3.65	3.15	2.78	2.36

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	2.93 cd/m ²	2.04 cd/m ²	3.90 cd/m ²	0.70	0.52

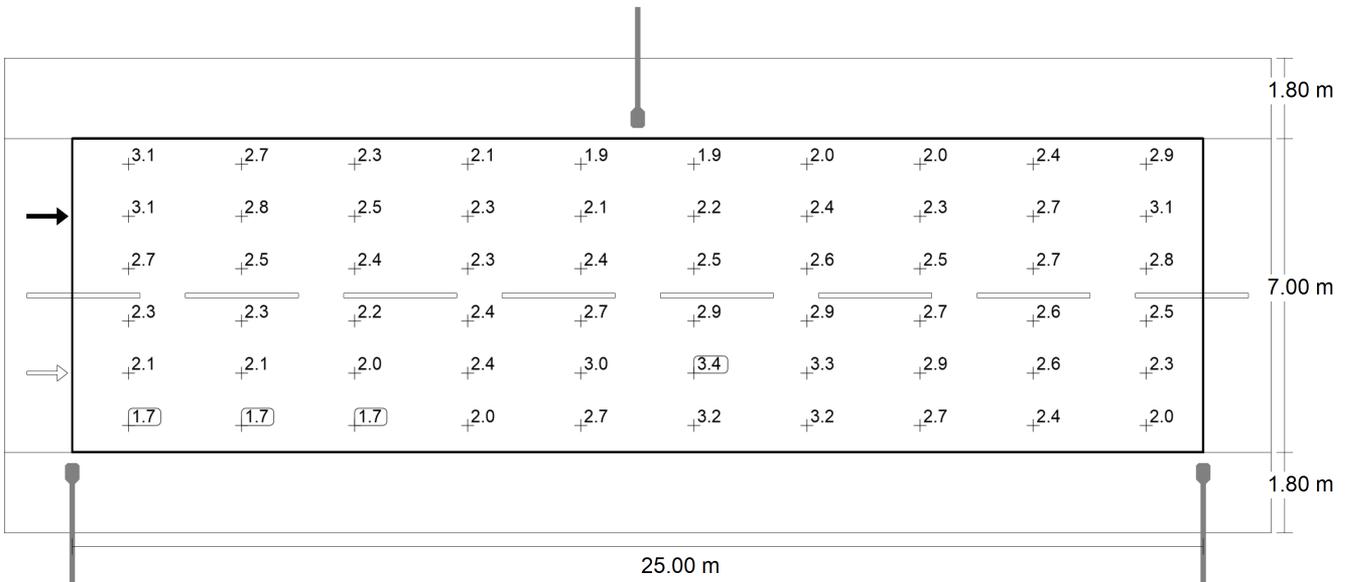
Ruta Provincial ej.2

RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

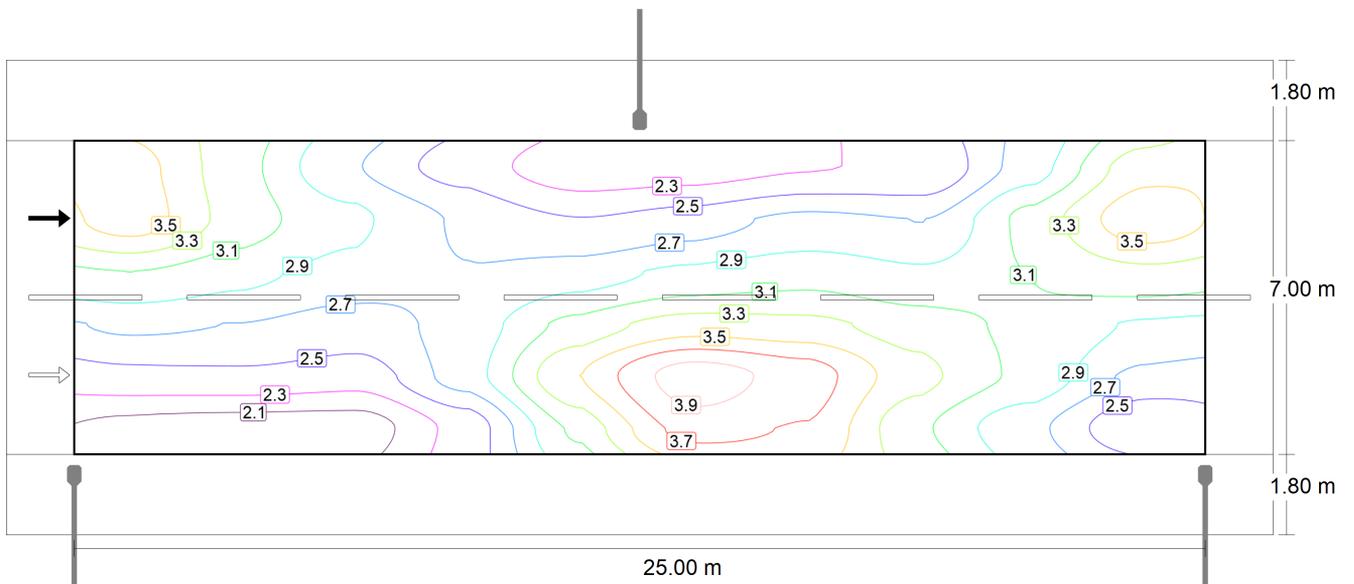
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.06	2.73	2.33	2.06	1.87	1.89	1.96	1.98	2.39	2.94
7.050	3.09	2.76	2.52	2.29	2.15	2.23	2.36	2.31	2.71	3.11
5.883	2.66	2.53	2.42	2.32	2.40	2.53	2.60	2.51	2.66	2.78
4.717	2.33	2.31	2.22	2.38	2.71	2.92	2.88	2.74	2.62	2.46
3.550	2.07	2.09	2.04	2.39	3.00	3.43	3.26	2.89	2.62	2.25
2.383	1.74	1.72	1.71	2.03	2.69	3.24	3.15	2.69	2.36	1.98

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.48 cd/m ²	1.71 cd/m ²	3.43 cd/m ²	0.69	0.50

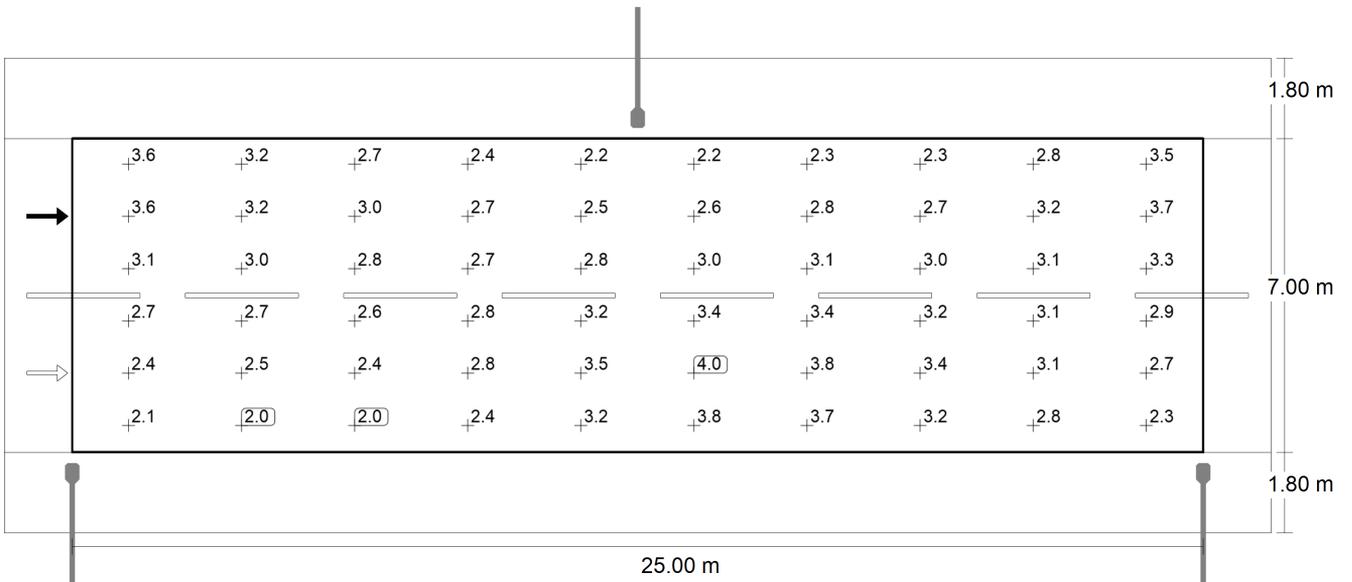
Ruta Provincial ej.2

RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

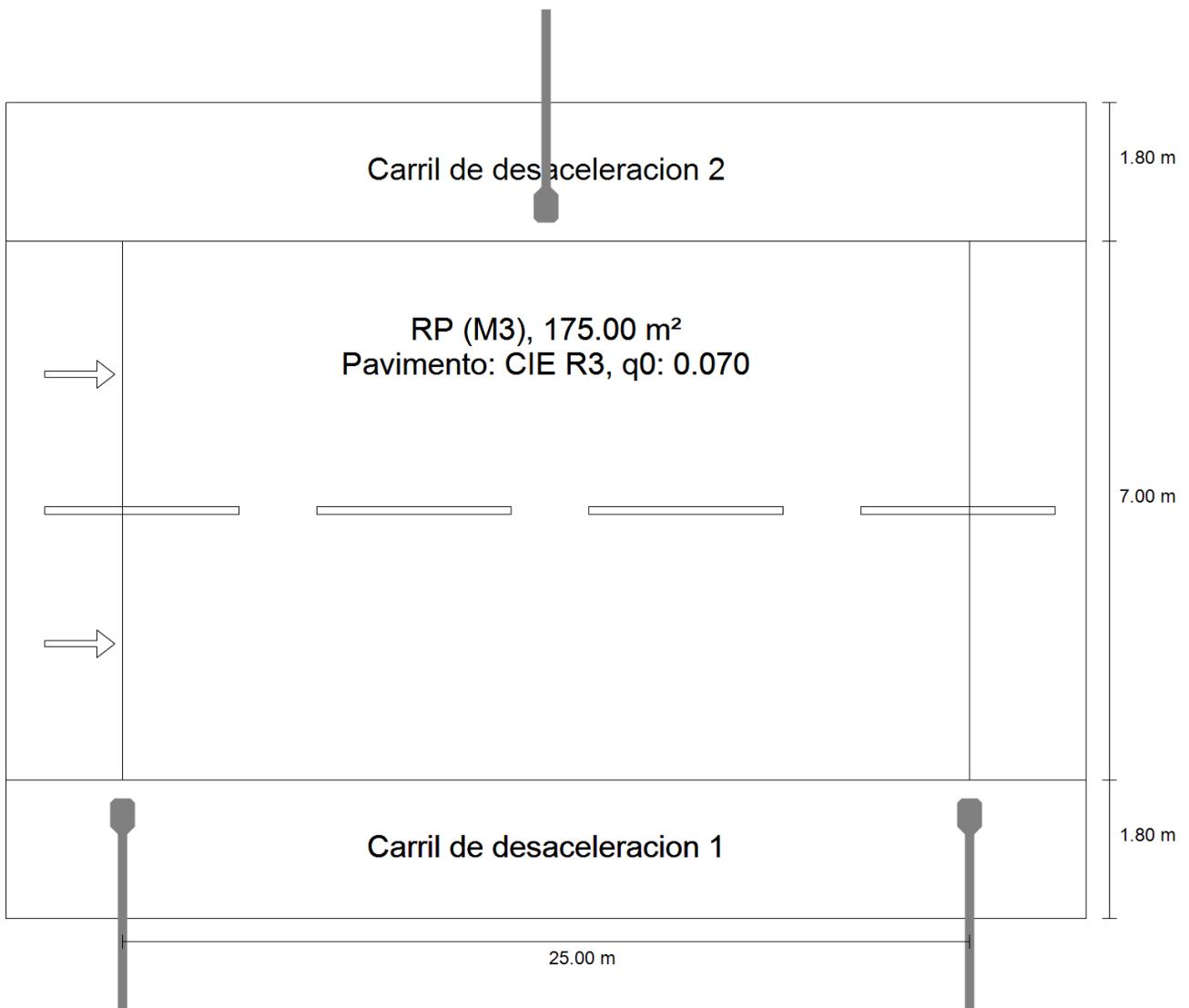
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	3.60	3.21	2.74	2.42	2.20	2.22	2.30	2.33	2.82	3.46
7.050	3.63	3.24	2.97	2.69	2.52	2.62	2.78	2.72	3.19	3.66
5.883	3.12	2.98	2.85	2.73	2.82	2.97	3.05	2.96	3.13	3.27
4.717	2.75	2.72	2.61	2.80	3.19	3.43	3.39	3.22	3.09	2.89
3.550	2.44	2.45	2.39	2.82	3.53	4.04	3.84	3.40	3.08	2.65
2.383	2.05	2.02	2.01	2.39	3.17	3.81	3.71	3.17	2.78	2.33

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	2.92 cd/m²	2.01 cd/m²	4.04 cd/m²	0.69	0.50

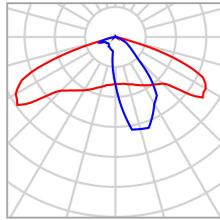
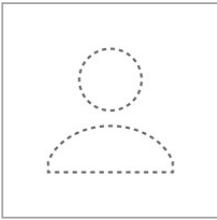
Ruta Provincial ej.3

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Ruta Provincial ej.3

Resumen (hacia EN 13201:2015)



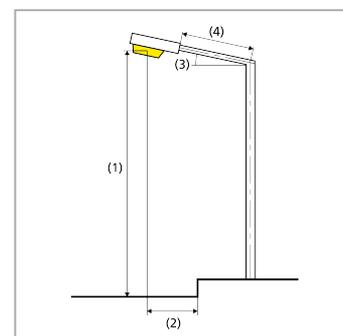
Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	121.9 W
Nº de artículo	AP led	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	13629 lm
Nombre del artículo	KRAKEN KADOS	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	13768 lm
Lámpara	1x 64 leds 600mA	η	101.02 %

Ruta Provincial ej.3

Resumen (hacia EN 13201:2015)

KRAKEN KADOS (bilateral en alternancia)

Distancia entre mástiles	25.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.500 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 121.9 W
Consumo	9752.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 768 cd/klm ≥ 80°: 27.1 cd/klm ≥ 90°: 4.01 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
Clase de índice de deslumbramiento	D.6
MF	0.85



Ruta Provincial ej.3

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L_m	4.92 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.72	≥ 0.40	✓
	U_i	0.89	≥ 0.60	✓
	$Tl^{(3)}$	-	≤ 15 %	
	R_{Et}	0.35	≥ 0.30	✓

(3) El resultado no se encuentra en el área de valores definida

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Ruta Provincial ej.3	D_p	0.017 W/lx*m ²	-
KRAKEN KADOS (bilateral en alternancia)	D_e	5.6 kWh/m ² año	975.2 kWh/año

Ruta Provincial ej.3

RP (M3)

Resultados para campo de evaluación

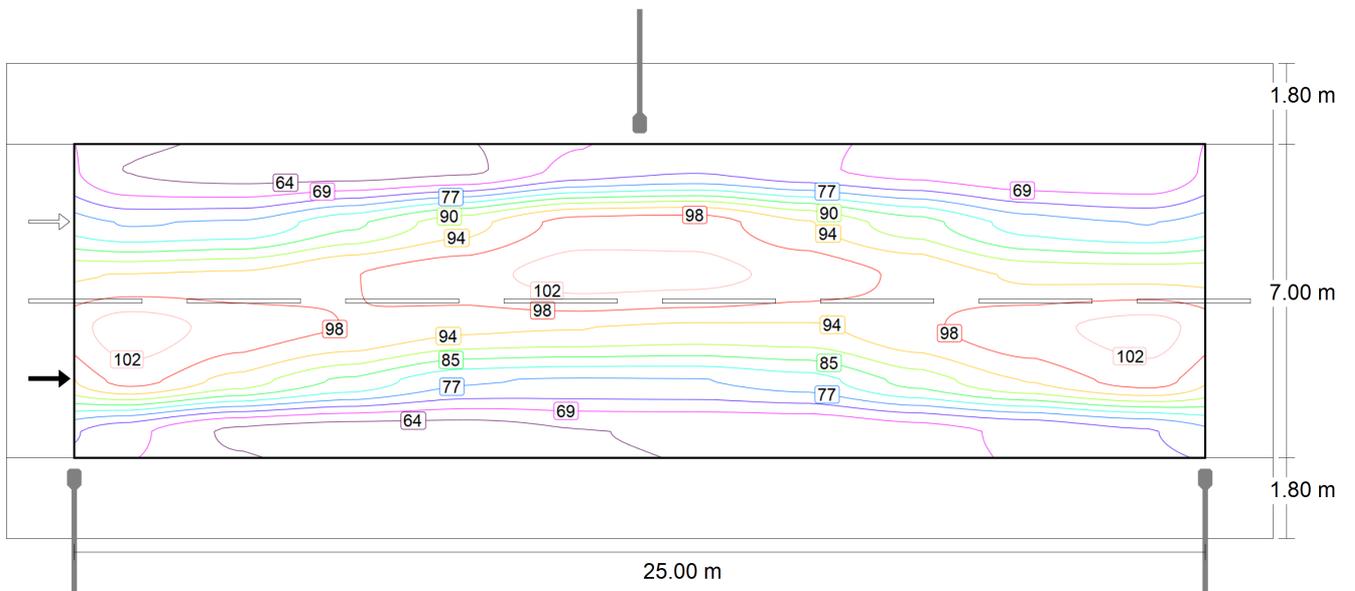
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L _m	4.92 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.72	≥ 0.40	✓
	U _i	0.89	≥ 0.60	✓
	TI ⁽³⁾	-	≤ 15 %	
	R _{EI}	0.35	≥ 0.30	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.550 m, 1.500 m	L _m	4.92 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.72	≥ 0.40	✓
	U _i	0.89	≥ 0.60	✓
	TI ⁽³⁾	-	≤ 15 %	
Observador 2 Posición: -60.000 m, 7.050 m, 1.500 m	L _m	4.97 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.74	≥ 0.40	✓
	U _i	0.91	≥ 0.60	✓
	TI ⁽³⁾	-	≤ 15 %	

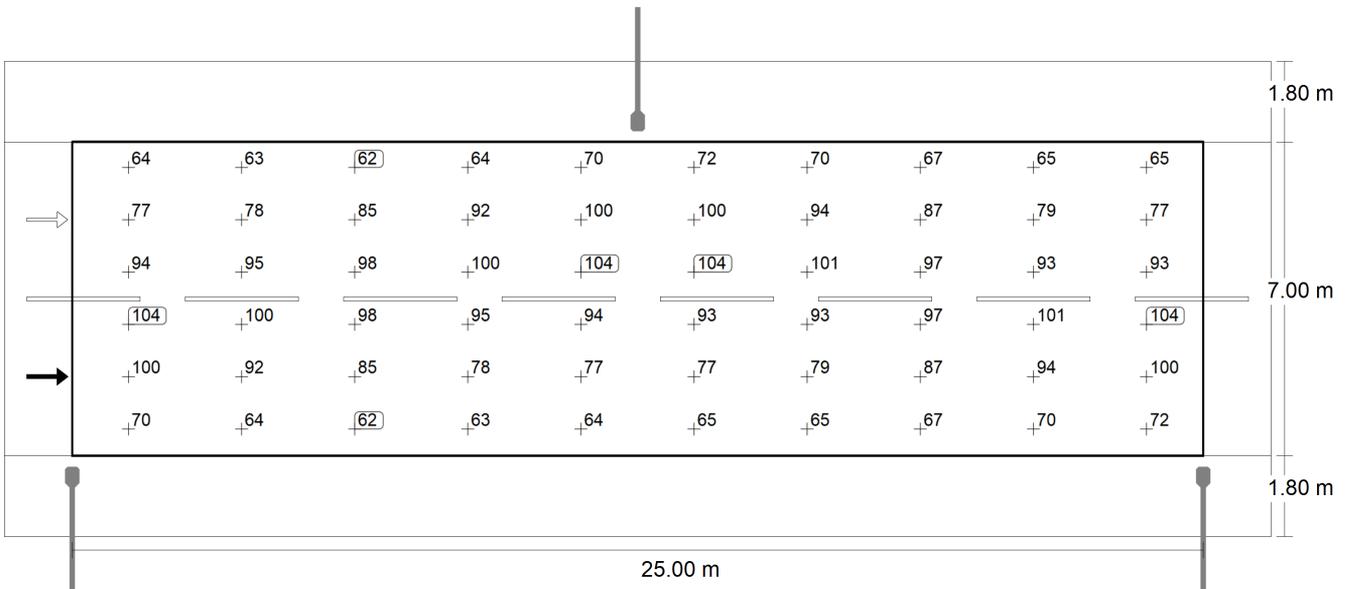
(3) El resultado no se encuentra en el área de valores definida

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

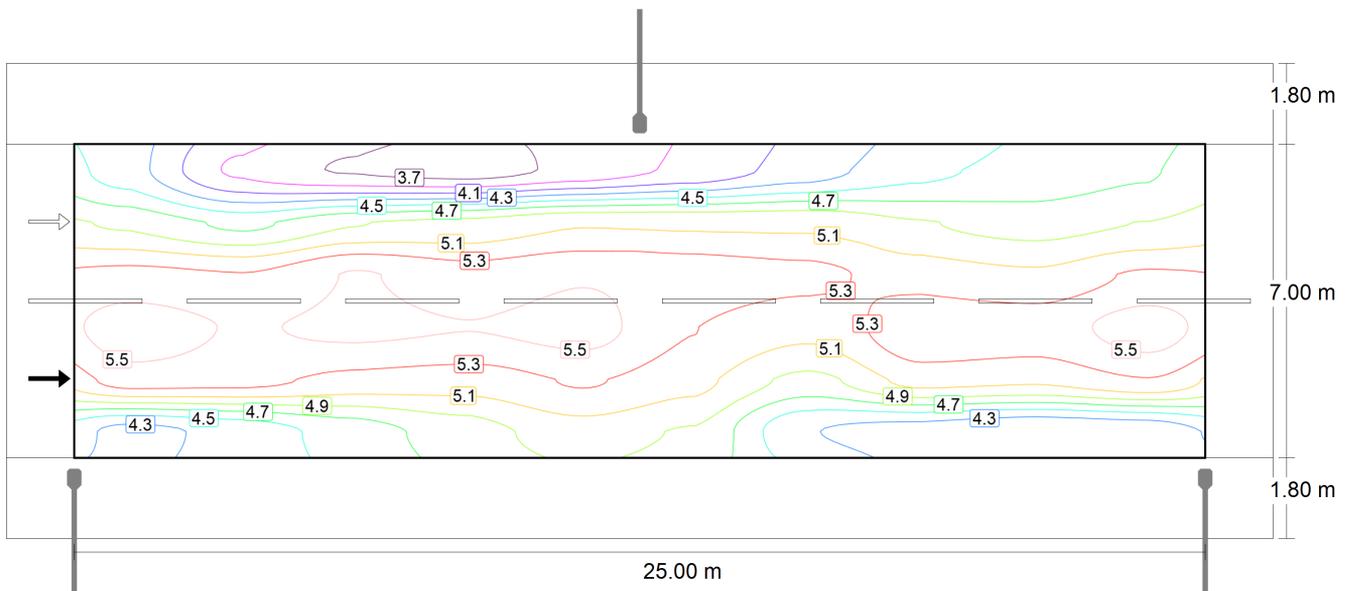
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	64.31	62.58	62.36	63.73	70.03	72.39	69.53	66.99	64.77	64.69
7.050	76.70	77.59	84.59	92.03	99.51	99.97	94.09	87.09	79.28	76.90
5.883	93.89	94.53	97.85	100.46	104.23	103.60	100.86	97.07	92.96	92.75
4.717	104.23	100.46	97.85	94.53	93.89	92.75	92.96	97.07	100.86	103.60
3.550	99.51	92.03	84.59	77.59	76.70	76.90	79.28	87.09	94.09	99.97
2.383	70.03	63.73	62.36	62.58	64.31	64.69	64.77	66.99	69.53	72.39

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	83.6 lx	62.4 lx	104 lx	0.75	0.60

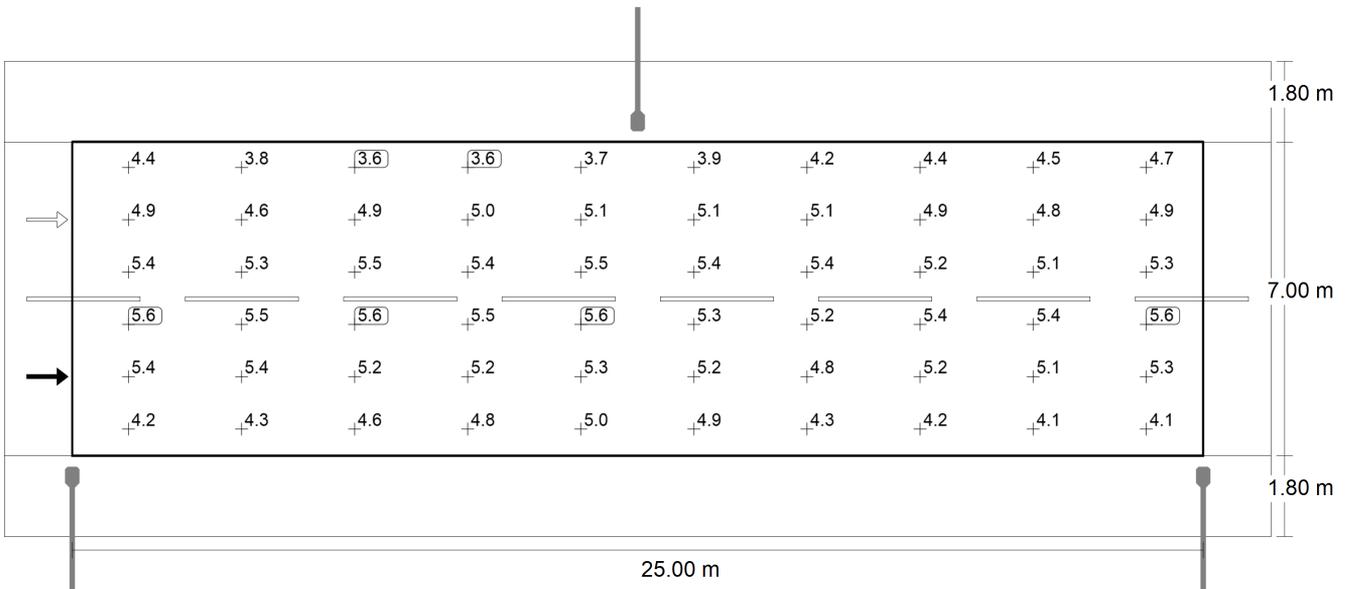
Ruta Provincial ej.3

RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

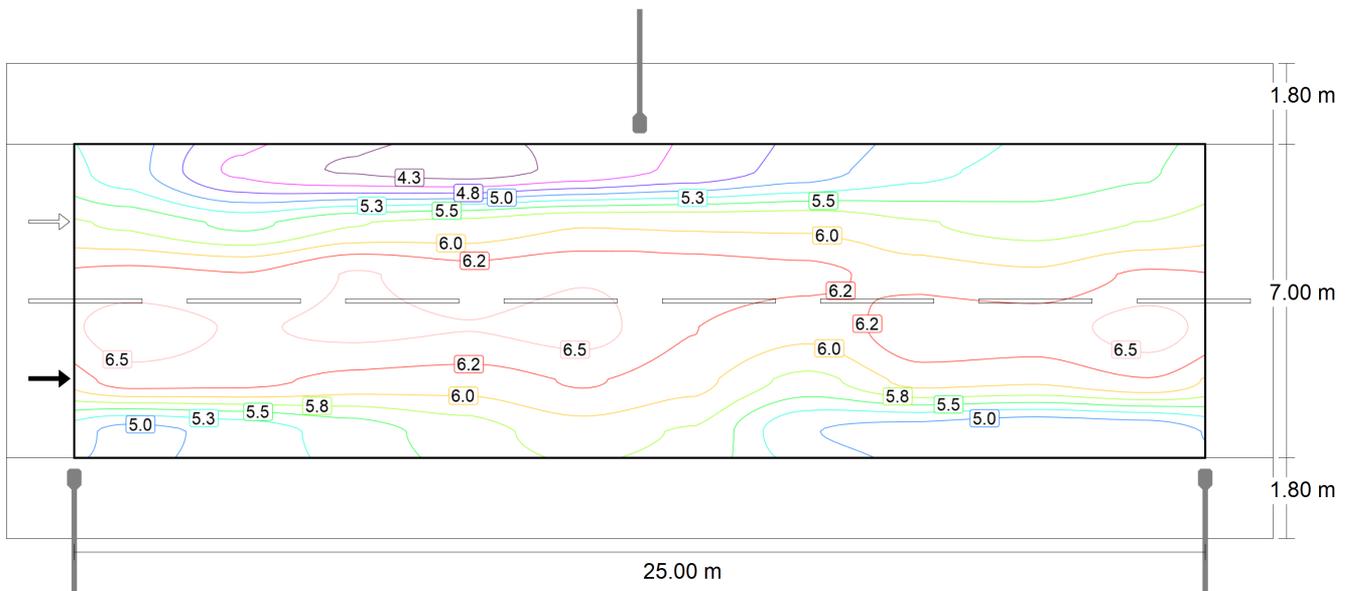
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	4.37	3.82	3.64	3.56	3.72	3.91	4.16	4.42	4.55	4.67
7.050	4.86	4.64	4.88	4.95	5.09	5.07	5.06	4.91	4.82	4.90
5.883	5.38	5.32	5.52	5.40	5.49	5.42	5.36	5.24	5.15	5.34
4.717	5.61	5.49	5.55	5.51	5.59	5.31	5.15	5.45	5.42	5.60
3.550	5.41	5.38	5.23	5.19	5.33	5.16	4.83	5.18	5.13	5.29
2.383	4.21	4.35	4.57	4.79	5.00	4.87	4.30	4.19	4.08	4.14

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	4.92 cd/m ²	3.56 cd/m ²	5.61 cd/m ²	0.72	0.63

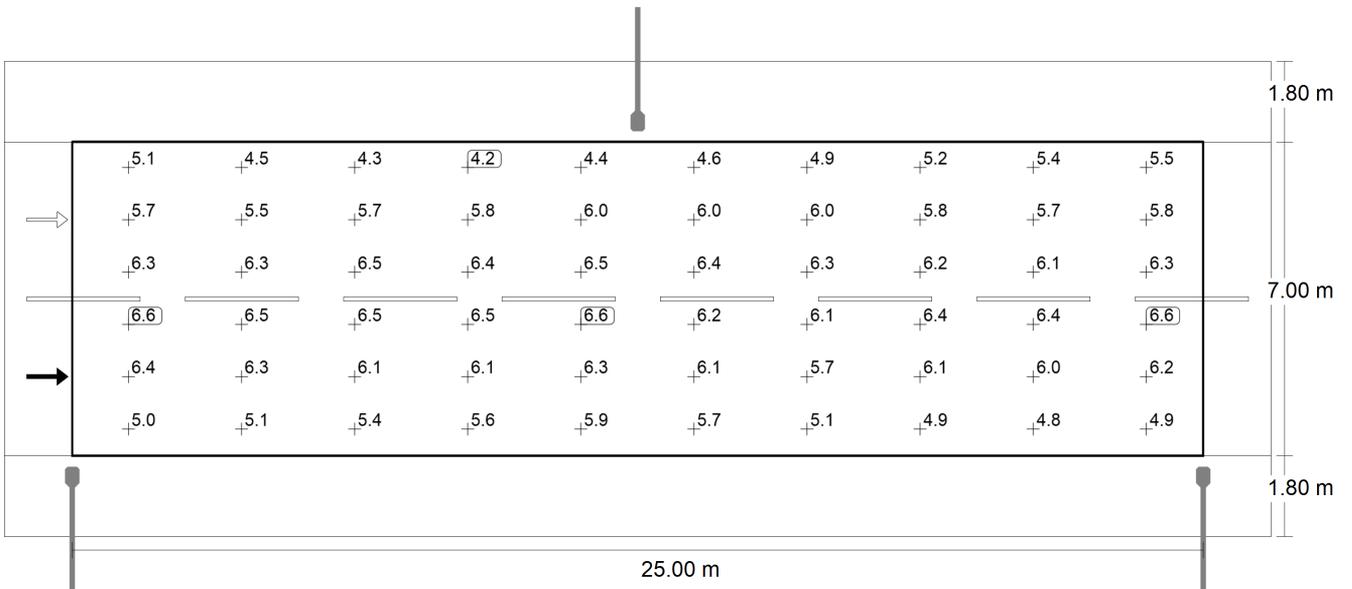
Ruta Provincial ej.3

RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

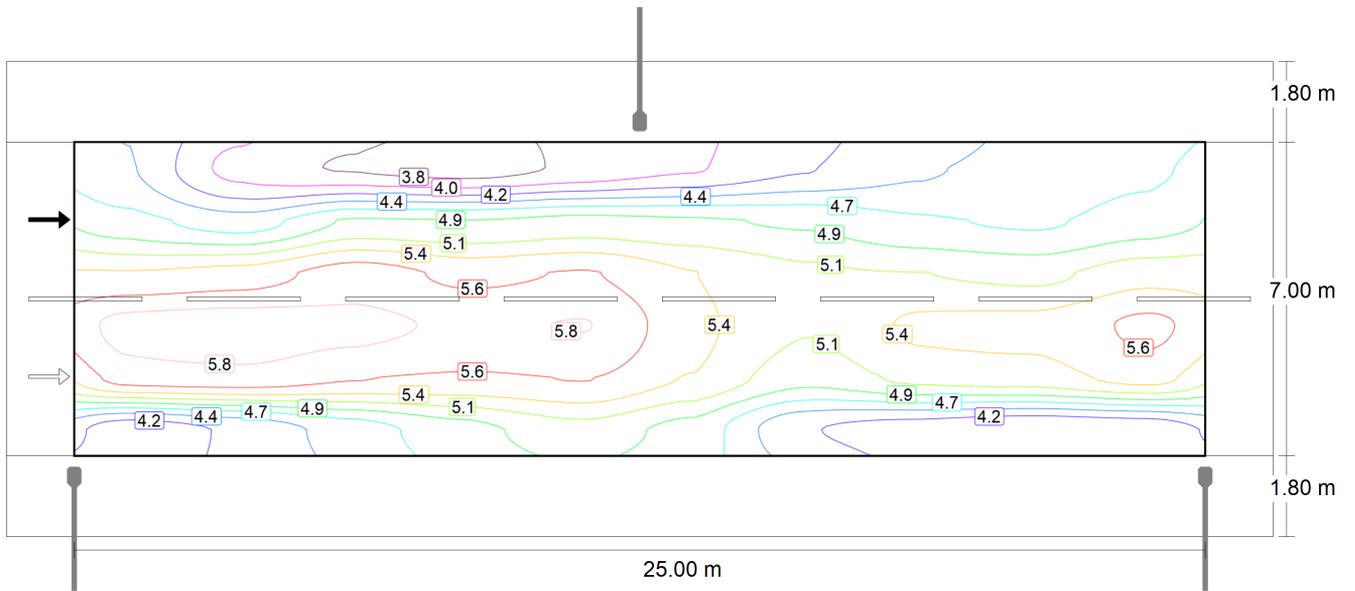
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	5.14	4.50	4.29	4.19	4.37	4.60	4.89	5.20	5.35	5.49
7.050	5.72	5.46	5.74	5.82	5.98	5.96	5.96	5.78	5.67	5.76
5.883	6.33	6.25	6.50	6.36	6.46	6.38	6.30	6.16	6.05	6.29
4.717	6.60	6.46	6.53	6.49	6.57	6.25	6.06	6.41	6.37	6.59
3.550	6.36	6.33	6.15	6.10	6.27	6.07	5.68	6.09	6.04	6.23
2.383	4.96	5.11	5.38	5.63	5.88	5.73	5.05	4.93	4.80	4.87

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	5.78 cd/m ²	4.19 cd/m ²	6.60 cd/m ²	0.72	0.63

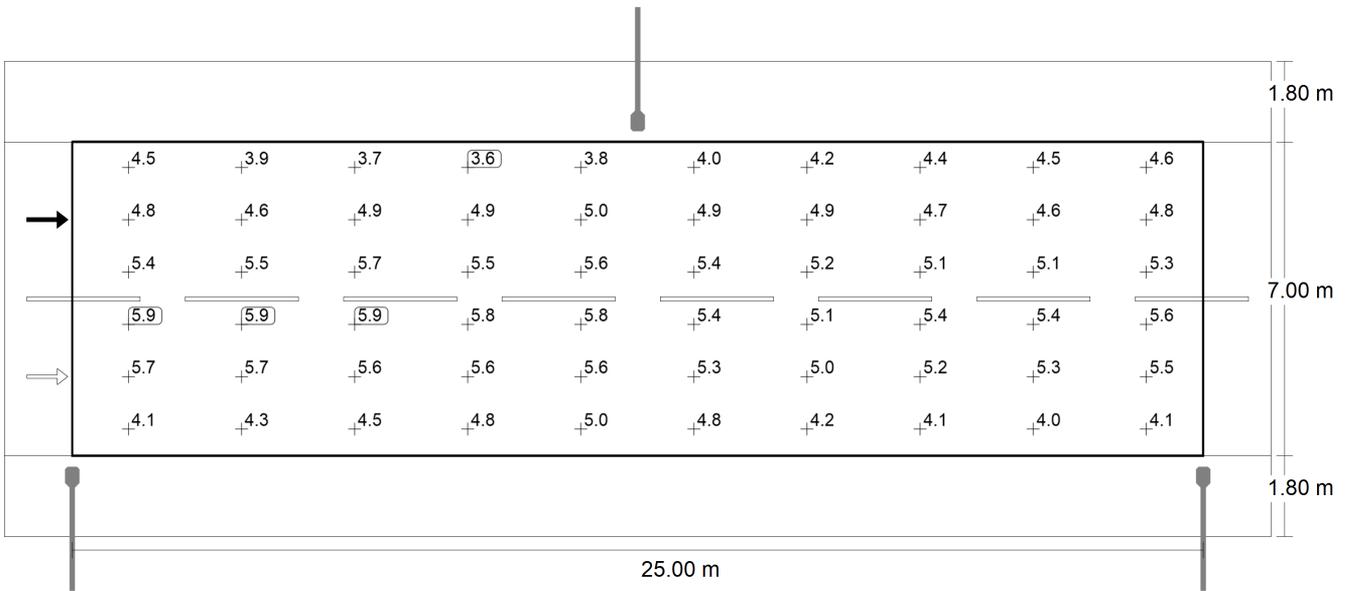
Ruta Provincial ej.3

RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m^2] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



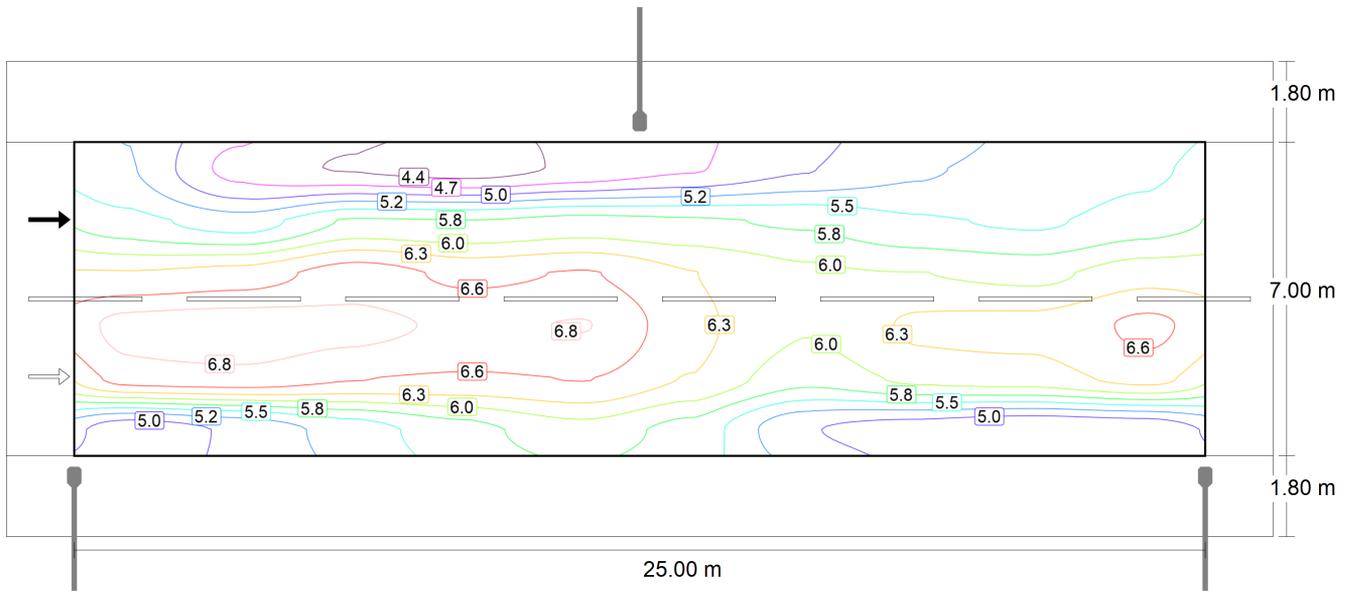
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	4.47	3.91	3.74	3.65	3.80	3.97	4.20	4.42	4.52	4.64
7.050	4.77	4.57	4.94	4.91	4.99	4.94	4.88	4.72	4.65	4.79
5.883	5.38	5.46	5.70	5.53	5.61	5.37	5.16	5.14	5.07	5.28
4.717	5.89	5.93	5.88	5.78	5.83	5.44	5.15	5.40	5.42	5.63
3.550	5.70	5.74	5.61	5.55	5.60	5.35	4.98	5.20	5.25	5.45
2.383	4.08	4.26	4.55	4.82	5.04	4.81	4.24	4.11	4.01	4.06

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

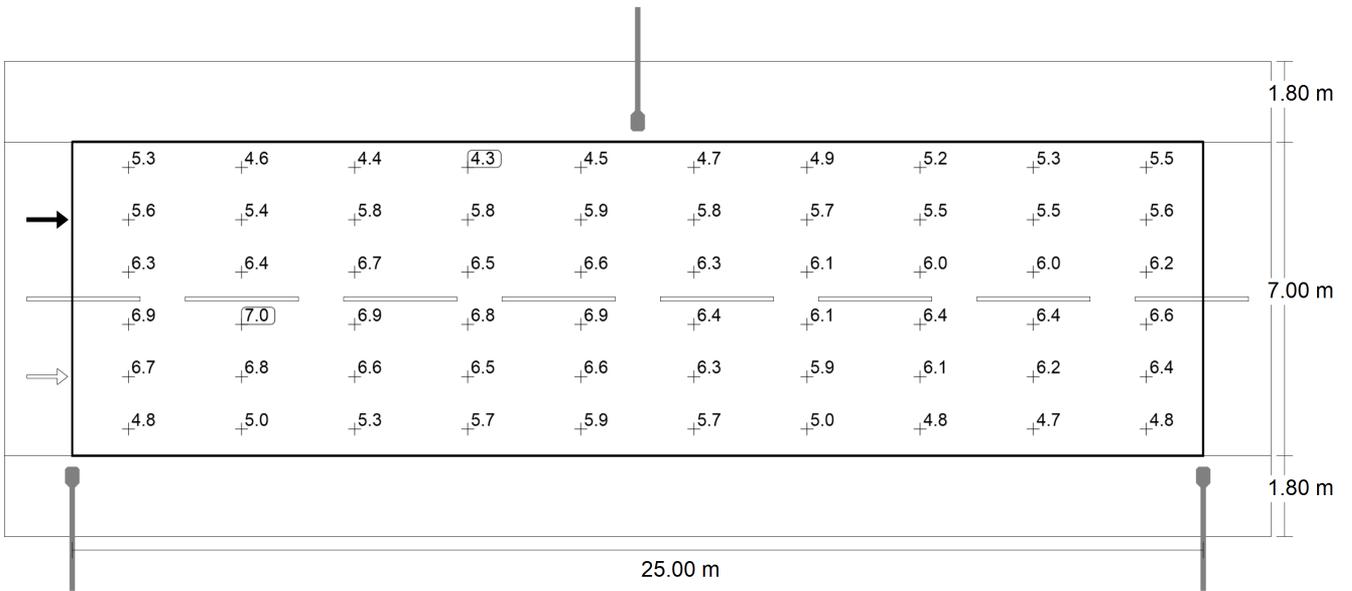
	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	4.97 cd/m ²	3.65 cd/m ²	5.93 cd/m ²	0.74	0.62

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.3
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

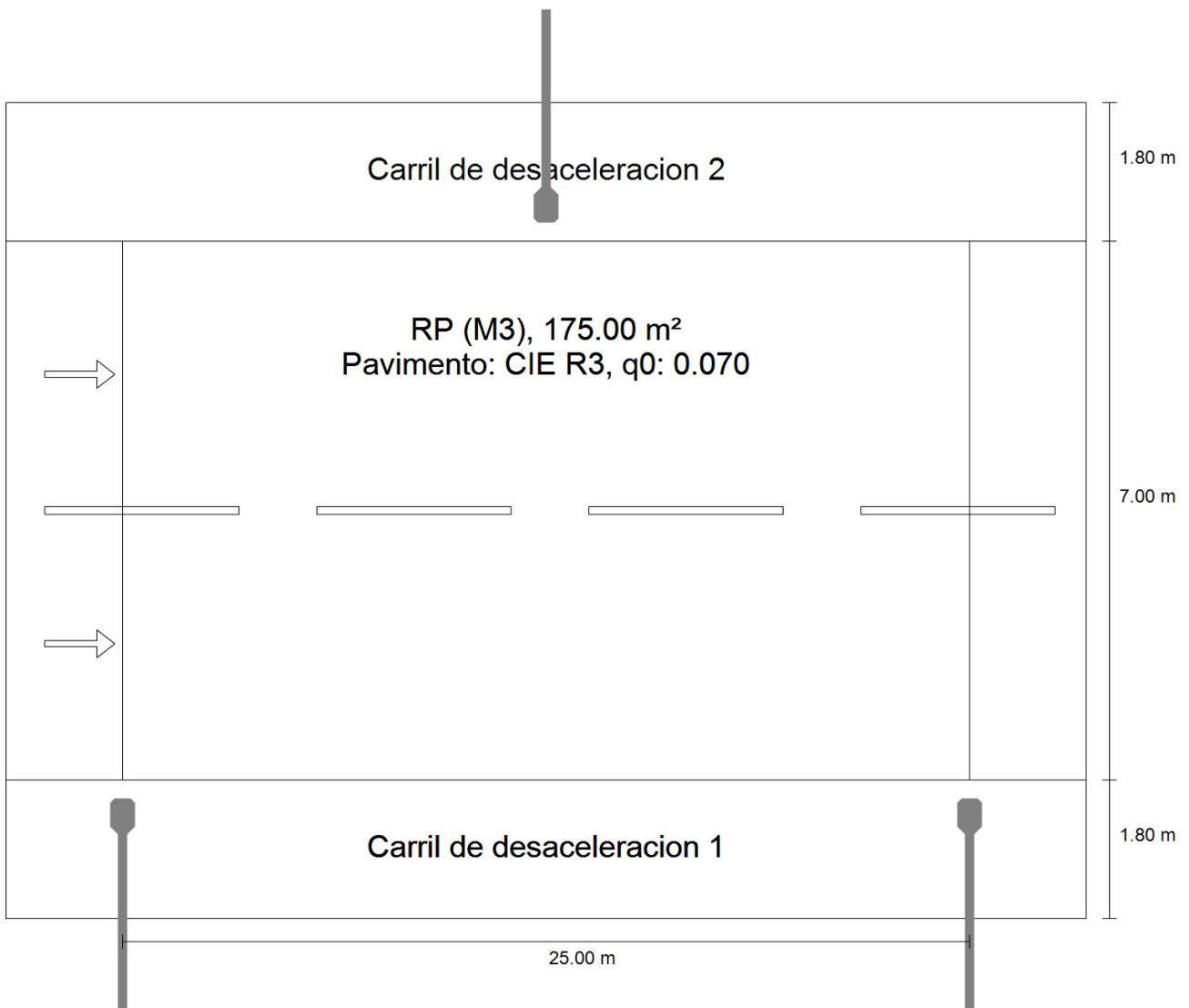
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	5.26	4.60	4.41	4.29	4.48	4.67	4.94	5.20	5.32	5.45
7.050	5.61	5.37	5.81	5.77	5.87	5.81	5.74	5.55	5.47	5.64
5.883	6.33	6.43	6.70	6.51	6.60	6.31	6.07	6.04	5.97	6.22
4.717	6.93	6.98	6.92	6.80	6.85	6.40	6.05	6.36	6.38	6.63
3.550	6.71	6.76	6.60	6.53	6.59	6.29	5.86	6.11	6.18	6.42
2.383	4.80	5.01	5.35	5.67	5.93	5.66	4.99	4.84	4.72	4.78

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	5.84 cd/m²	4.29 cd/m²	6.98 cd/m²	0.74	0.62

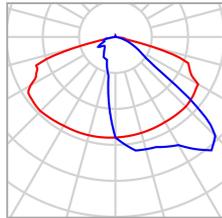
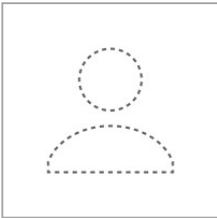
Ruta Provincial ej.4

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Ruta Provincial ej.4

Resumen (hacia EN 13201:2015)



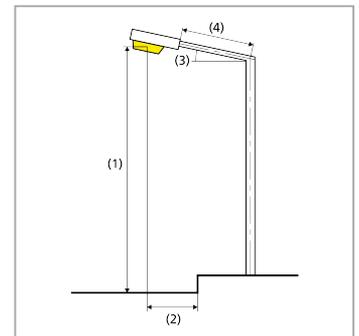
Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	95.5 W
Nº de artículo	LUMINARIA VIAL	$\Phi_{Luminaria}$	8702 lm
Nombre del artículo	ROAD 100		
Lámpara	1x 36 LED		

Ruta Provincial ej.4

Resumen (hacia EN 13201:2015)

ROAD 100 (bilateral en alternancia)

Distancia entre mástiles	25.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.500 m
(3) Inclinación del brazo	0.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 95.5 W
Consumo	7640.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 644 cd/klm ≥ 80°: 30.1 cd/klm ≥ 90°: 4.58 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
Clase de índice de deslumbramiento	D.6
MF	0.85



Ruta Provincial ej.4

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L_m	2.13 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.91	≥ 0.40	✓
	U_i	0.89	≥ 0.60	✓
	TI	4 %	≤ 15 %	✓
	R_{Ei}	0.72	≥ 0.30	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo
Ruta Provincial ej.4	D_p	0.028 W/lx*m ²	-
ROAD 100 (bilateral en alternancia)	D_e	4.4 kWh/m ² año	764.0 kWh/año

Ruta Provincial ej.4

RP (M3)

Resultados para campo de evaluación

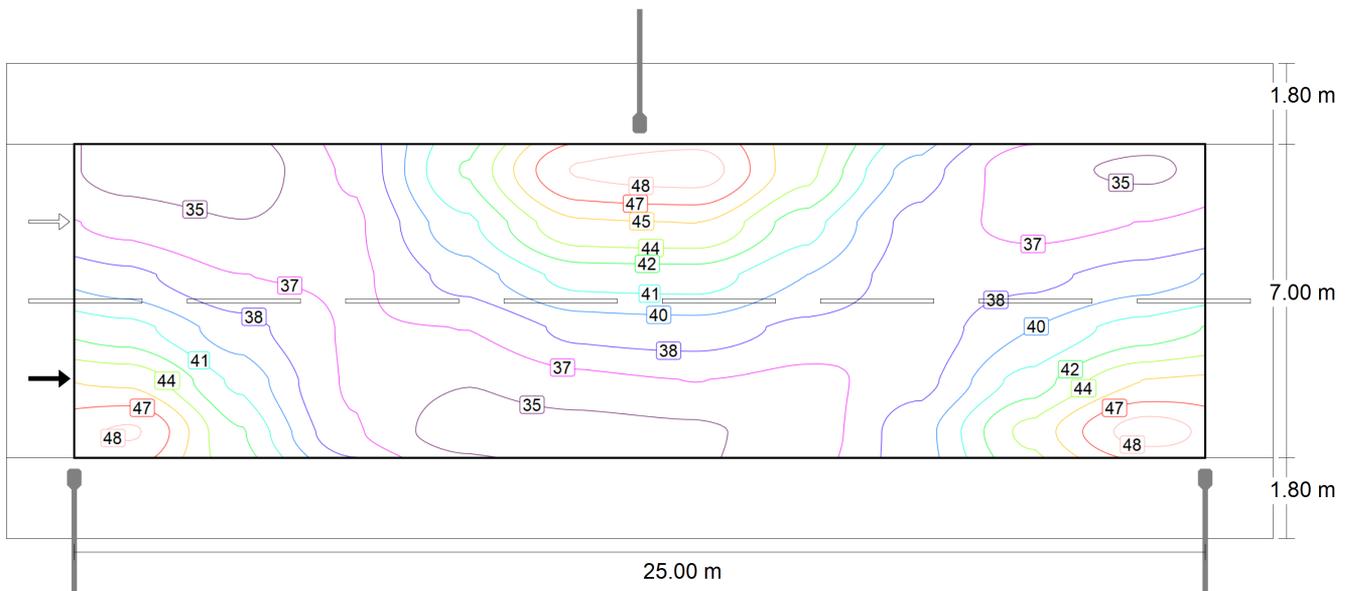
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L _m	2.13 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.91	≥ 0.40	✓
	U _i	0.89	≥ 0.60	✓
	TI	4 %	≤ 15 %	✓
	R _{EI}	0.72	≥ 0.30	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.550 m, 1.500 m	L _m	2.13 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.91	≥ 0.40	✓
	U _i	0.89	≥ 0.60	✓
	TI	4 %	≤ 15 %	✓
	Observador 2 Posición: -60.000 m, 7.050 m, 1.500 m	L _m	2.14 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²
U _o	0.91	≥ 0.40	✓	
U _i	0.89	≥ 0.60	✓	
TI	4 %	≤ 15 %	✓	

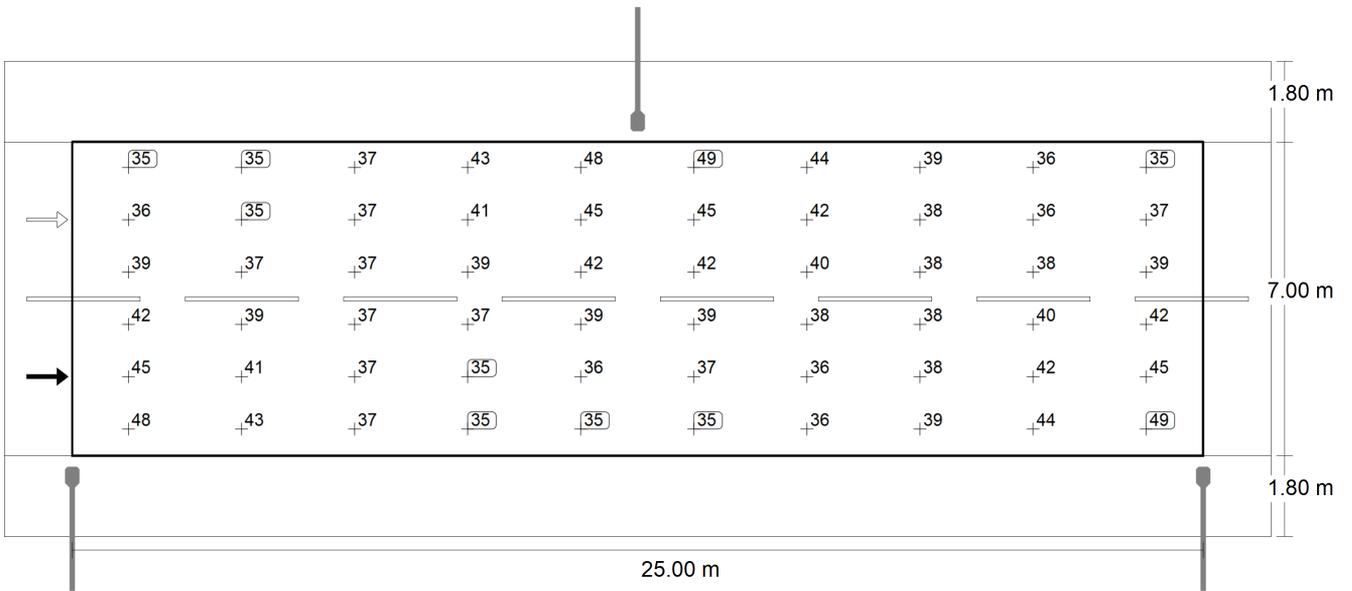
Ruta Provincial ej.4

RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.4
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

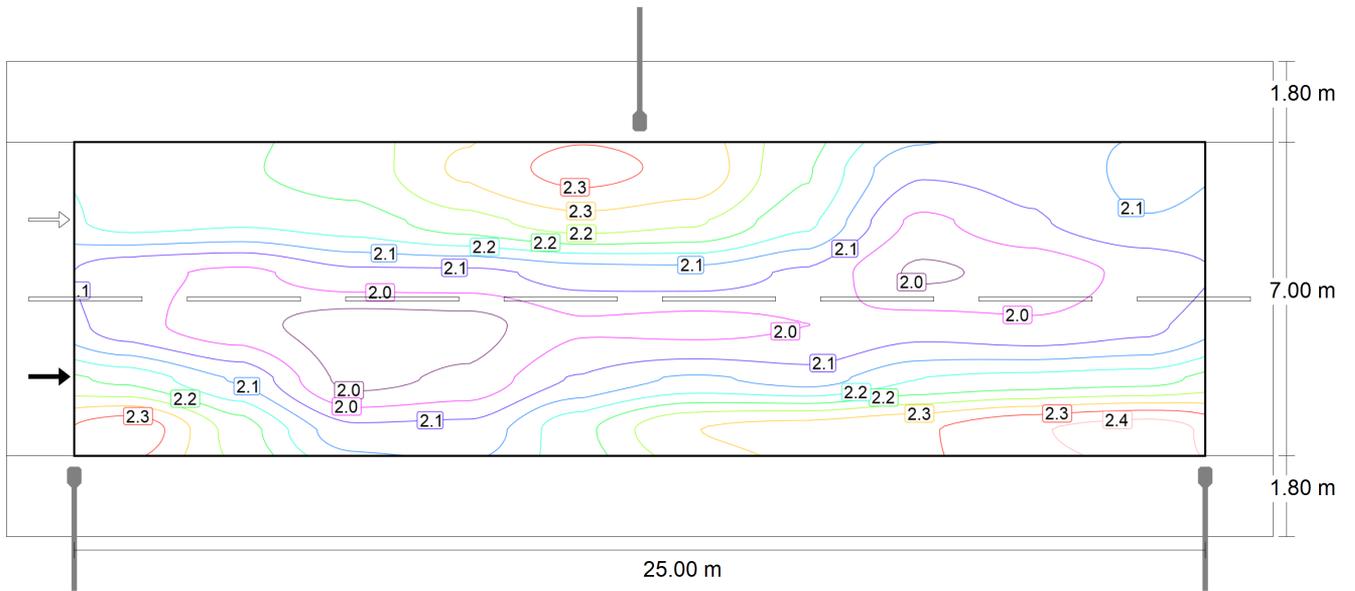
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	34.76	34.61	36.96	42.52	48.21	48.76	44.25	38.96	35.87	35.10
7.050	36.30	35.37	36.55	40.65	44.98	45.24	41.60	37.69	36.34	36.75
5.883	38.59	36.75	36.59	38.77	41.53	41.65	39.56	37.53	37.79	38.91
4.717	41.53	38.77	36.59	36.75	38.59	38.91	37.79	37.53	39.56	41.65
3.550	44.98	40.65	36.55	35.37	36.30	36.75	36.34	37.69	41.60	45.24
2.383	48.21	42.52	36.96	34.61	34.76	35.10	35.87	38.96	44.25	48.76

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	39.3 lx	34.6 lx	48.8 lx	0.88	0.71

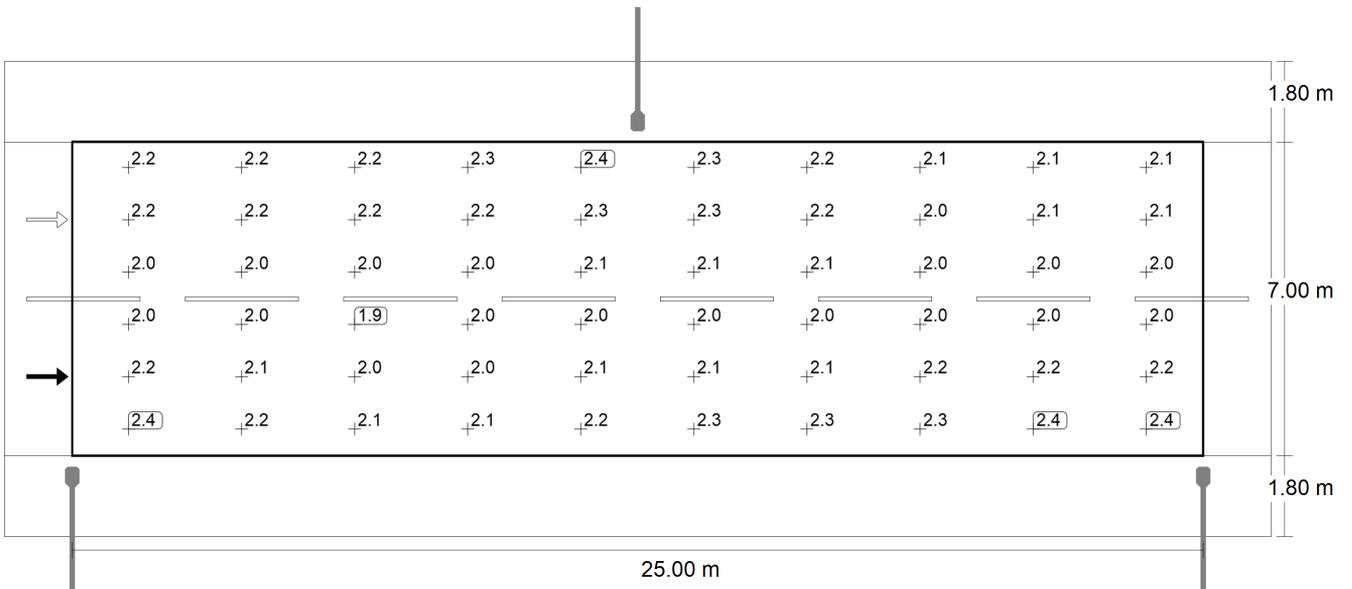
Ruta Provincial ej.4

RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.4
RP (M3)



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

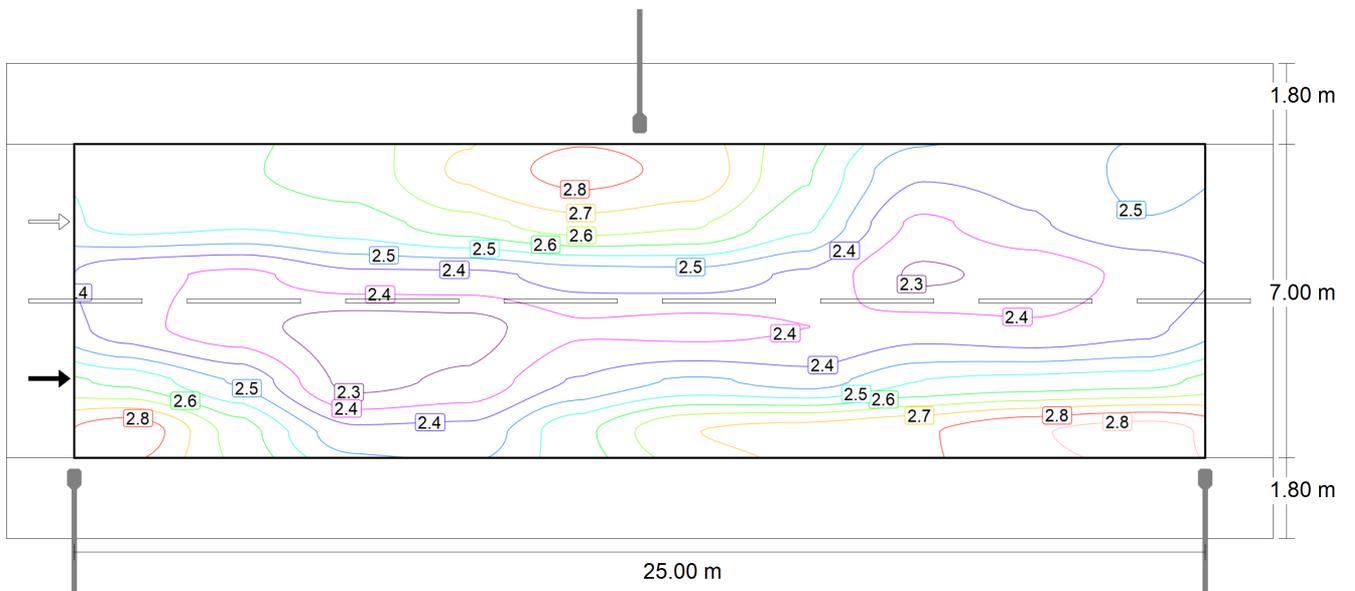
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	2.16	2.19	2.22	2.30	2.36	2.33	2.20	2.07	2.08	2.12
7.050	2.17	2.16	2.18	2.23	2.27	2.25	2.16	2.00	2.05	2.10
5.883	2.03	2.01	2.05	2.05	2.08	2.09	2.05	1.96	1.98	2.03
4.717	2.03	1.99	1.94	1.95	2.01	2.00	2.01	2.04	2.03	2.05
3.550	2.19	2.10	1.95	1.98	2.06	2.11	2.09	2.15	2.17	2.18
2.383	2.37	2.23	2.08	2.08	2.19	2.29	2.31	2.33	2.38	2.41

Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.13 cd/m²	1.94 cd/m²	2.41 cd/m²	0.91	0.81

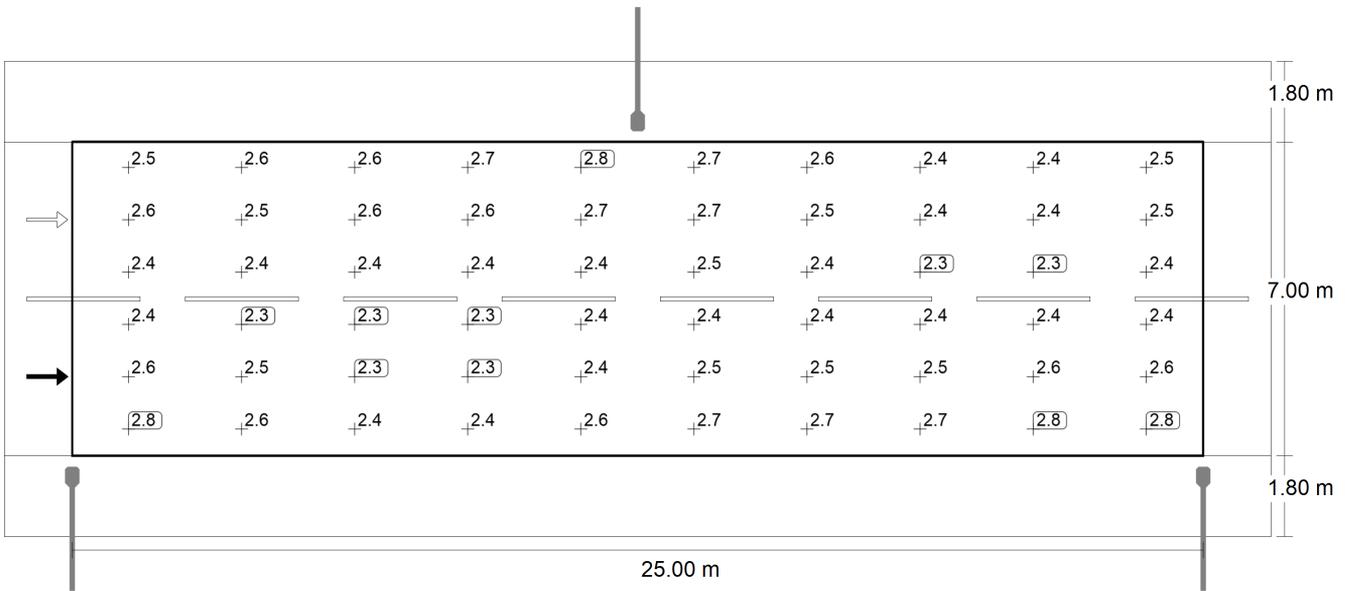
Ruta Provincial ej.4

RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.4
RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

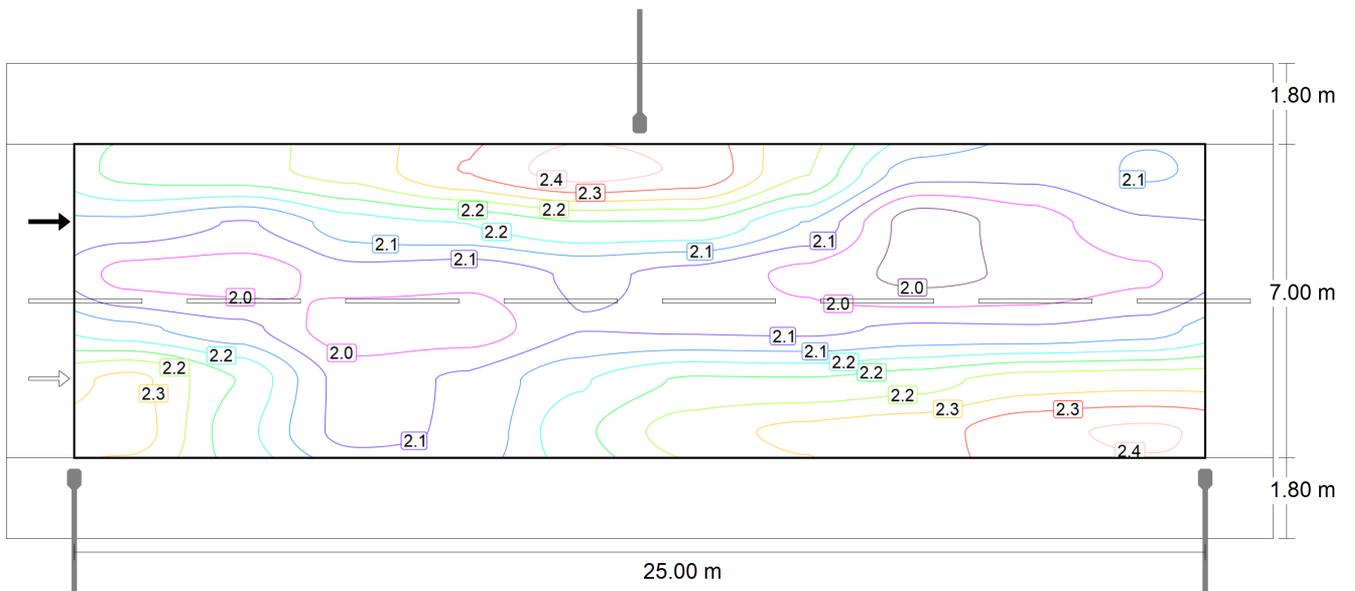
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	2.54	2.58	2.61	2.71	2.77	2.74	2.59	2.43	2.44	2.49
7.050	2.56	2.54	2.56	2.62	2.67	2.65	2.55	2.36	2.42	2.47
5.883	2.39	2.36	2.41	2.41	2.45	2.45	2.41	2.31	2.33	2.38
4.717	2.39	2.34	2.29	2.29	2.36	2.35	2.37	2.40	2.38	2.41
3.550	2.57	2.47	2.29	2.33	2.43	2.49	2.45	2.53	2.55	2.57
2.383	2.79	2.62	2.44	2.45	2.57	2.70	2.72	2.74	2.80	2.83

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	2.50 cd/m²	2.29 cd/m²	2.83 cd/m²	0.91	0.81

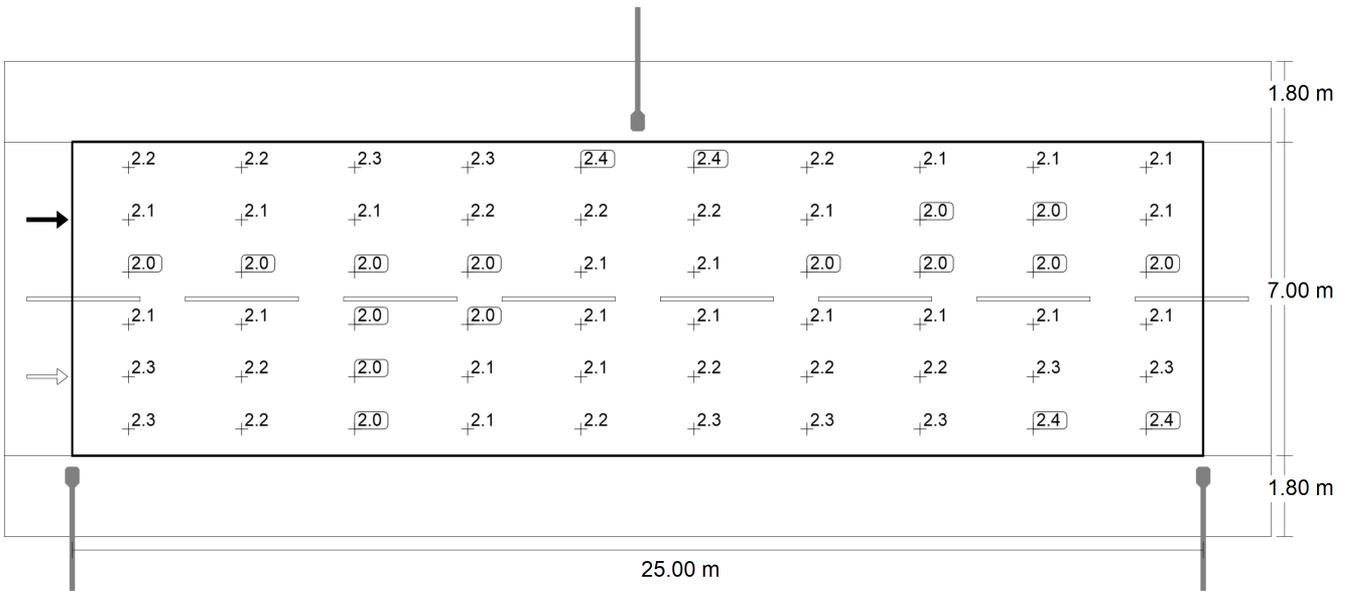
Ruta Provincial ej.4

RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.4
RP (M3)



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

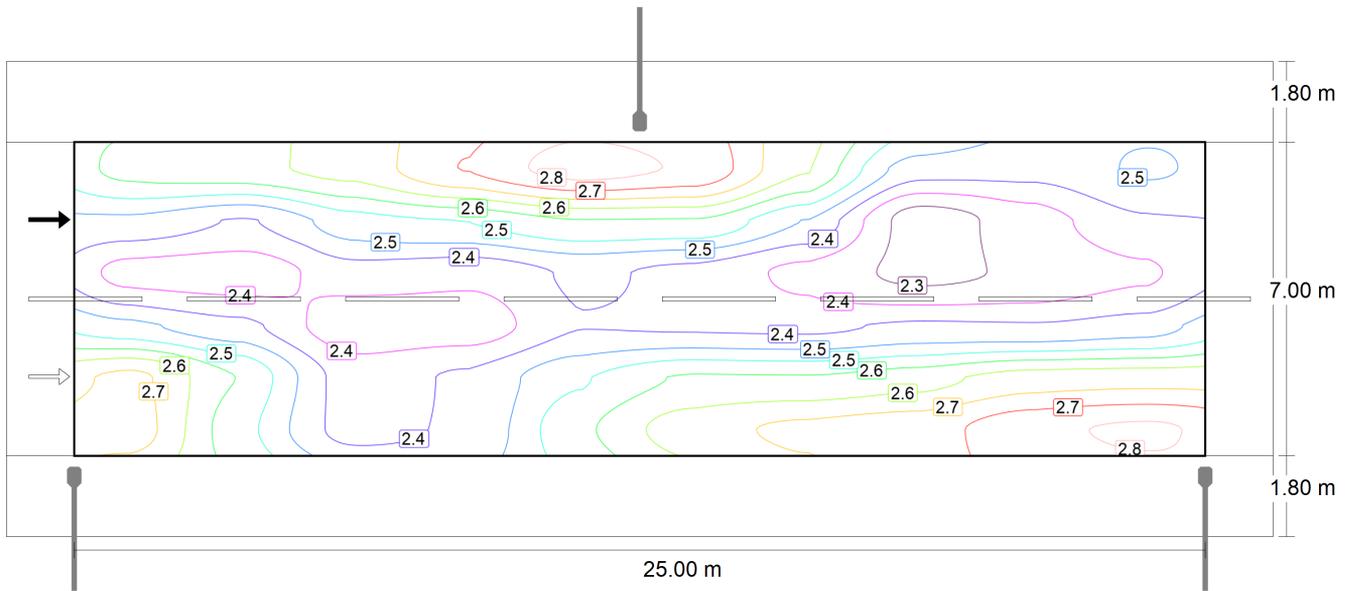
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	2.22	2.23	2.26	2.34	2.41	2.38	2.25	2.08	2.08	2.12
7.050	2.10	2.06	2.13	2.16	2.20	2.20	2.11	1.95	2.00	2.06
5.883	2.00	2.00	2.04	2.03	2.07	2.05	2.01	1.96	1.98	2.01
4.717	2.12	2.08	1.99	1.99	2.06	2.06	2.05	2.07	2.07	2.09
3.550	2.30	2.20	2.04	2.07	2.15	2.21	2.21	2.23	2.27	2.28
2.383	2.31	2.17	2.05	2.07	2.19	2.27	2.30	2.32	2.37	2.39

Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.14 cd/m²	1.95 cd/m²	2.41 cd/m²	0.91	0.81

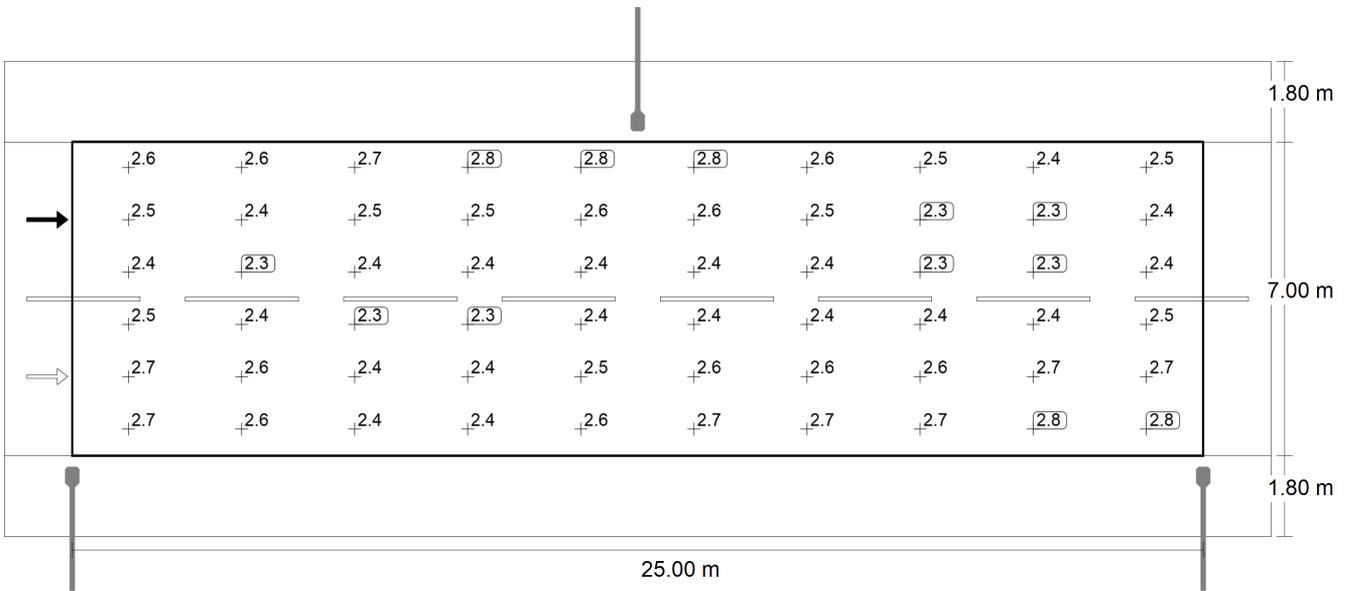
Ruta Provincial ej.4

RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.4
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	2.61	2.63	2.66	2.75	2.83	2.80	2.65	2.45	2.45	2.49
7.050	2.47	2.42	2.51	2.54	2.59	2.58	2.48	2.30	2.35	2.42
5.883	2.36	2.35	2.40	2.39	2.44	2.42	2.36	2.31	2.33	2.37
4.717	2.50	2.45	2.34	2.34	2.43	2.42	2.42	2.44	2.43	2.46
3.550	2.71	2.59	2.40	2.44	2.53	2.60	2.60	2.62	2.67	2.68
2.383	2.72	2.56	2.41	2.44	2.58	2.67	2.71	2.73	2.79	2.81

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	2.52 cd/m²	2.30 cd/m²	2.83 cd/m²	0.91	0.81



Proyecto Cruce normalizado

Verificación del tipo de luminaria seleccionada.

Evaluación de la luminaria seleccionada para el Sistema Autonomo

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Lista de luminarias	3

Terreno 1

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	4
--------------------------------------------	---

Terreno 1

RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO

Descripción	6
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	7
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	9
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso / Escena de luz 1 / Densidad lumínica	10
AREA DE EVALUACIÓN / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular	11

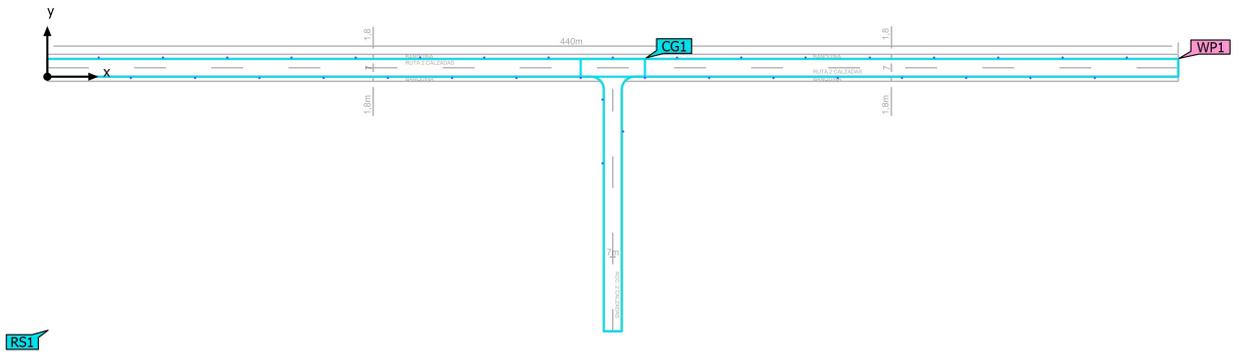
Lista de luminarias

Φ_{total} 504000 lm	P_{total} 3636.0 W	Rendimiento lumínico 138.6 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
36	No hay ningún miembro DIALux	Luminaria de alumbrado público	INGEMAR Modelo BOX LED 100	101.0 W	14000 lm	138.6 lm/W

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



RS1

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.3 lx (≥ 50.0 lx) ✗	0.021 lx	47.4 lx	0.001 (≥ 0.40) ✗	0.000	WP1

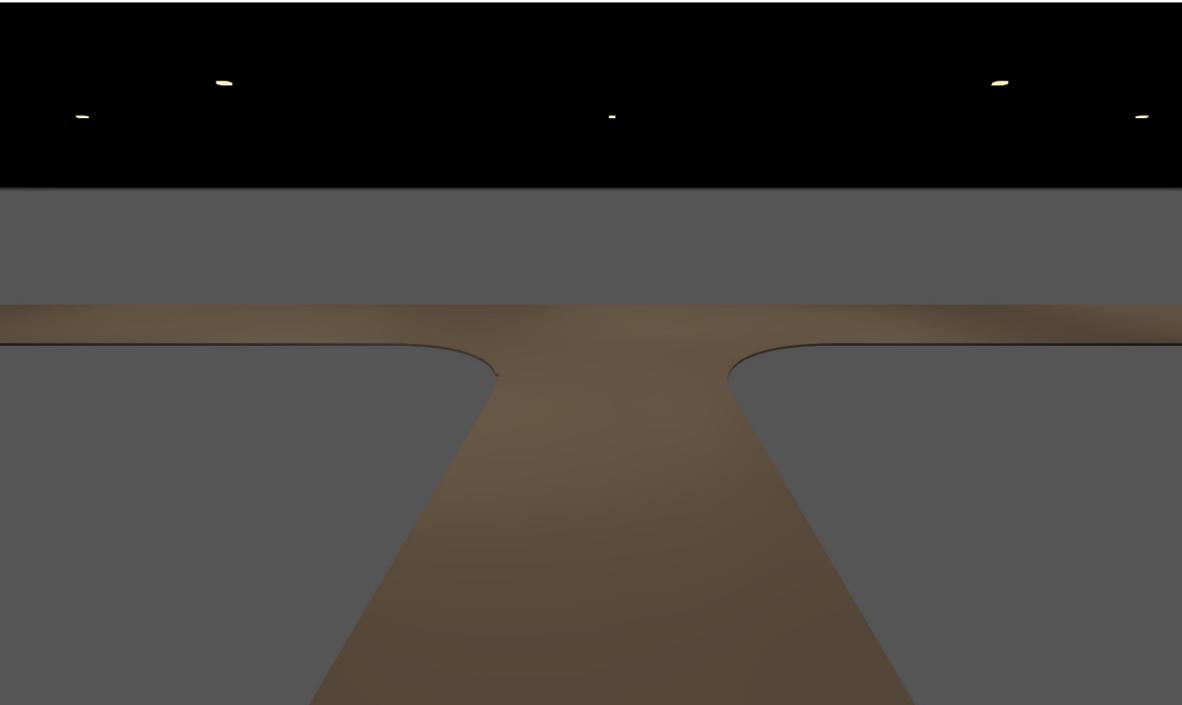
Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	29.3 lx	0.021 lx	47.9 lx	0.001	0.000	RS1
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso Densidad lumínica Altura: 0.000 m	1.87 cd/m ²	0.001 cd/m ²	3.05 cd/m ²	0.001	0.000	RS1

Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
AREA DE EVALUACIÓN Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	41.5 lx	31.2 lx	47.5 lx	0.75	0.66	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))



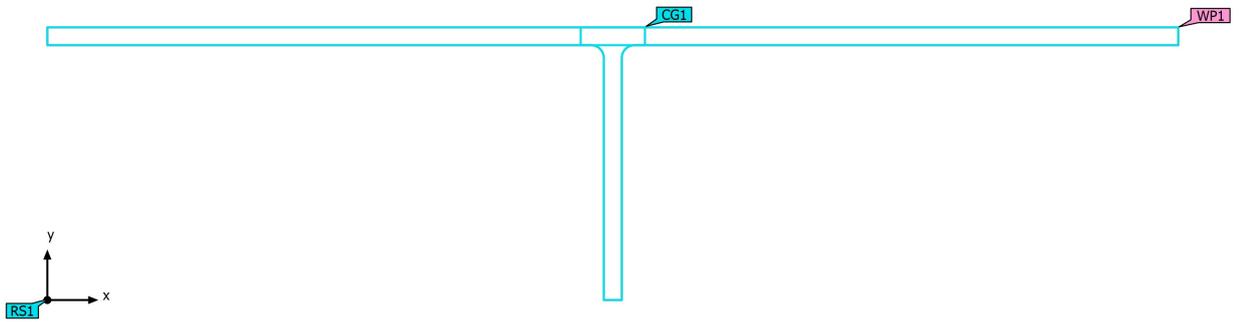
RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO

Descripción

RUTA DE ACCESO CON DOS CARRILES DE IDA Y VUELTA, CON BANQUINA

RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.3 lx (≥ 50.0 lx) ✗	0.021 lx	47.4 lx	0.001 (≥ 0.40) ✗	0.000	WP1

Objetos de resultado de superficies

Propiedades	\varnothing	mín	máx	g_1	g_2	Índice
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m	29.3 lx	0.021 lx	47.9 lx	0.001	0.000	RS1
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso Densidad lumínica Altura: 0.000 m	1.87 cd/m ²	0.001 cd/m ²	3.05 cd/m ²	0.001	0.000	RS1

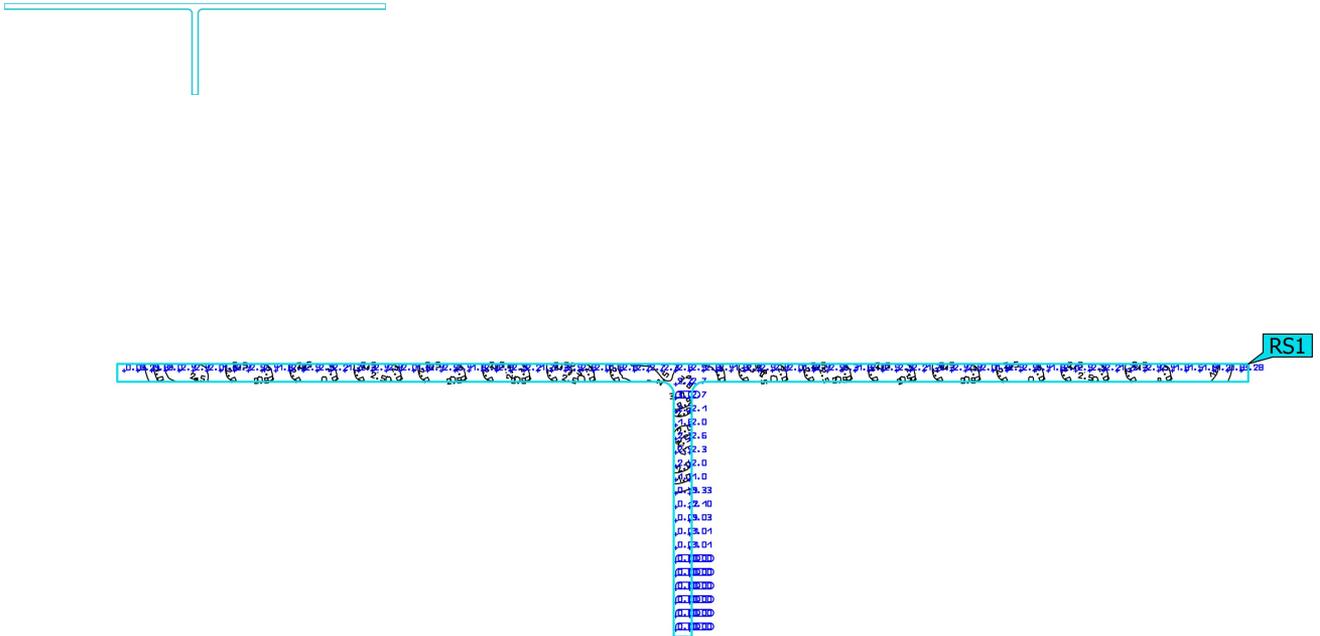
Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
AREA DE EVALUACIÓN Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	41.5 lx	31.2 lx	47.5 lx	0.75	0.66	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO (Escena de luz 1)

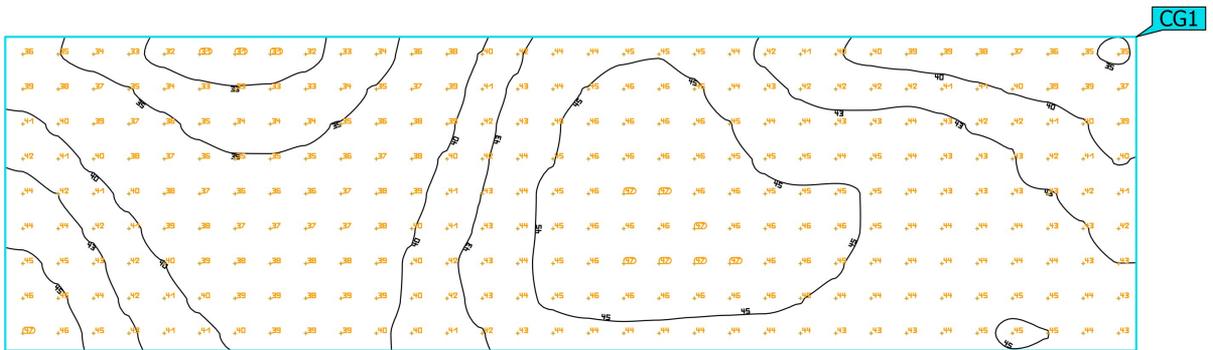
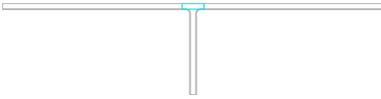
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso



Propiedades	Ø	mín	máx	g ₁	g ₂	Índice
Objeto de resultado de superficies Ruta con acceso Densidad lumínica Altura: 0.000 m	1.87 cd/m ²	0.001 cd/m ²	3.05 cd/m ²	0.001	0.000	RS1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

RUTA 2 CALZADAS CON ACCESO (Escena de luz 1)
AREA DE EVALUACIÓN



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
AREA DE EVALUACIÓN Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	41.5 lx	31.2 lx	47.5 lx	0.75	0.66	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (5.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))

Evaluación de las luminarias para el Sistema tipo Isla

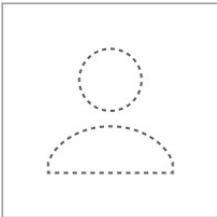
Lista de luminarias

Φ_{total} 298641 lm	P_{total} 2125.2 W	Rendimiento lumínico 140.5 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

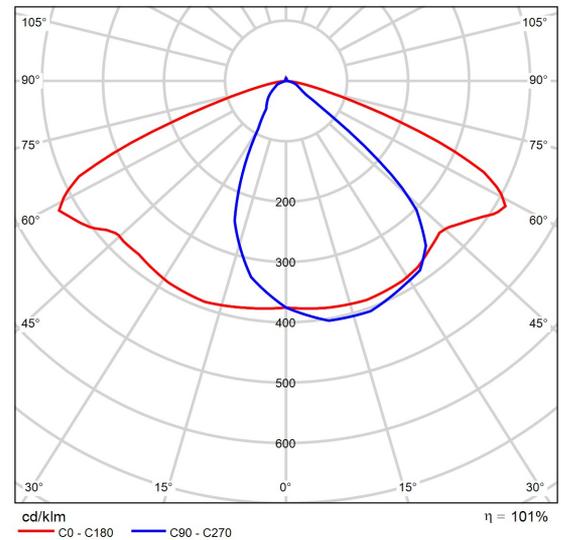
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
7	No hay ningún miembro DIALux	1	KRAKEN KDOS EQUIESPACIADA	150.9 W	19359 lm	128.3 lm/W
7	No hay ningún miembro DIALux	LUMINARIA VIAL	ROAD 150	152.7 W	23304 lm	152.6 lm/W

Ficha de producto

No hay ningún miembro DIALux - KRAKEN KDOS EQUIESPACIADA



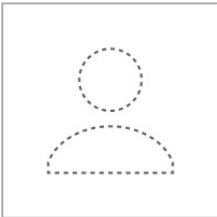
Nº de artículo	1
P	150.9 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	19203 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	19359 lm
η	100.81 %
Rendimiento lumínico	128.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



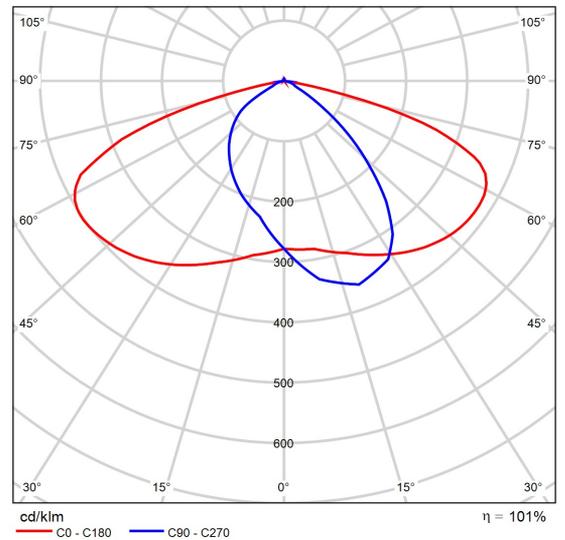
CDL polar

Ficha de producto

No hay ningún miembro DIALux - ROAD 150



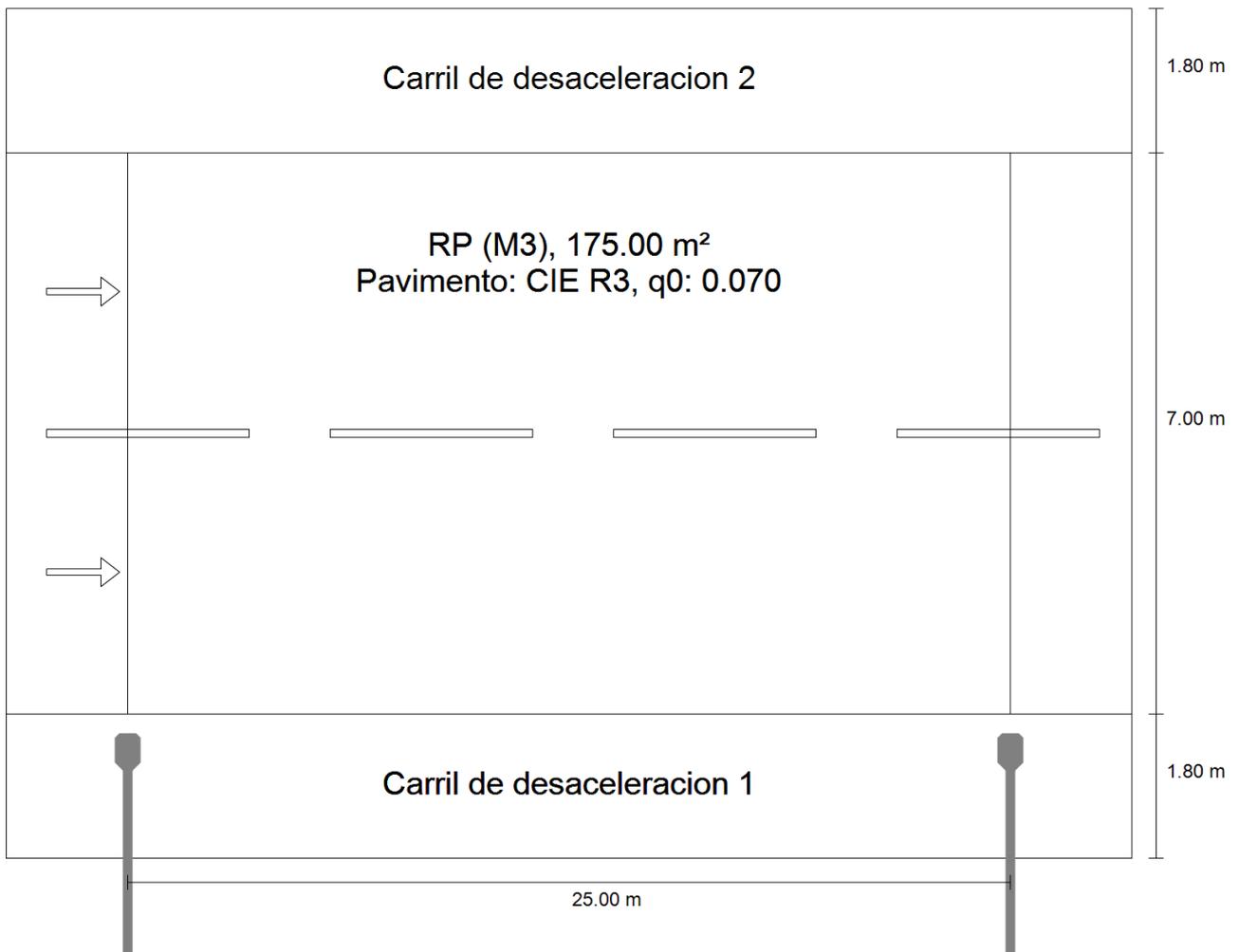
Nº de artículo	LUMINARIA VIAL
P	152.7 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	23079 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	23304 lm
η	100.98 %
Rendimiento lumínico	152.6 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

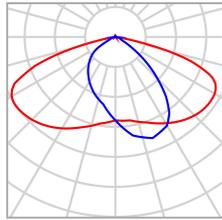
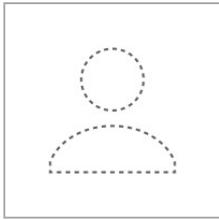
Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)



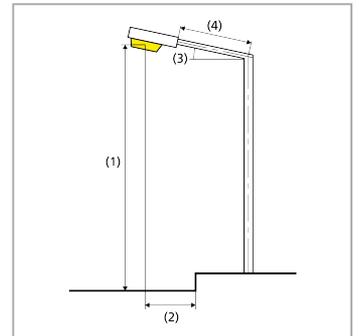
Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	152.7 W
Nº de artículo	LUMINARIA VIAL	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	23079 lm
Nombre del artículo	ROAD 150	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	23304 lm
Lámpara	1x 480 LEDs	η	100.98 %

Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

ROAD 150 BAEL (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	25.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.500 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 152.7 W
Vatios / recorrido	6108.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 307 cd/klm ≥ 80°: 60.4 cd/klm ≥ 90°: 4.16 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
Clase de índice de deslumbramiento	D.6
MF	0.85



Ruta Provincial ej.1

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L_m	2.72 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.40	✓
	U_i	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{Et}	0.50	≥ 0.30	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo de energía
Ruta Provincial ej.1	D_p	0.018 W/lx*m ²	-
ROAD 150 BAEL (unilateral abajo)	D_e	3.5 kWh/m ² año	610.8 kWh/año

Ruta Provincial ej.1

RP (M3)

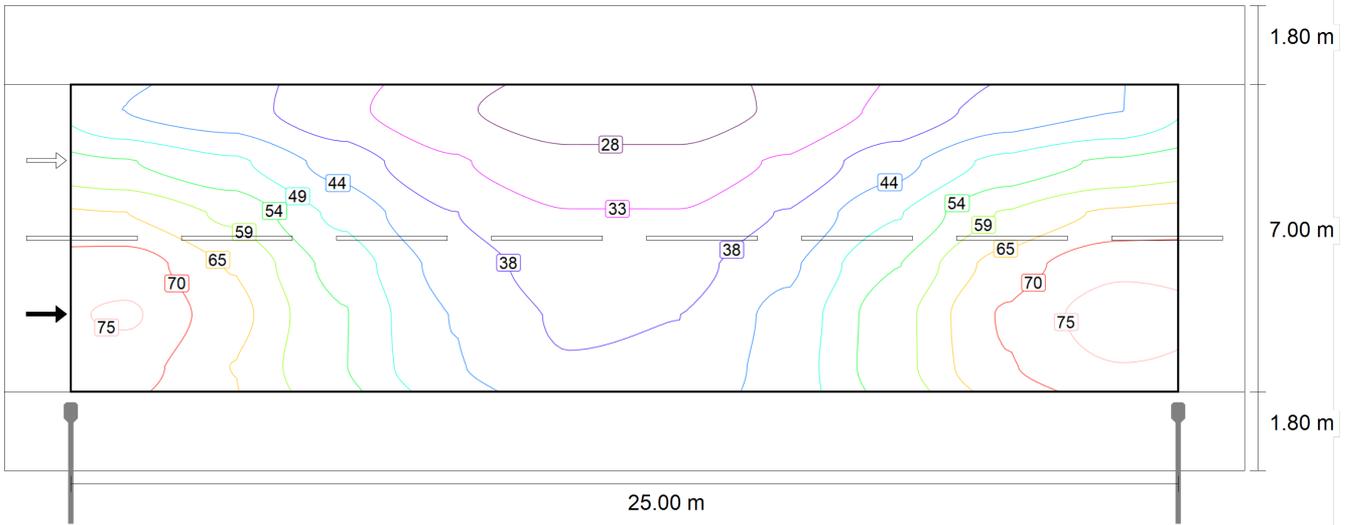
Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L _m	2.72 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.47	≥ 0.40	✓
	U _i	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R _{EI}	0.50	≥ 0.30	✓

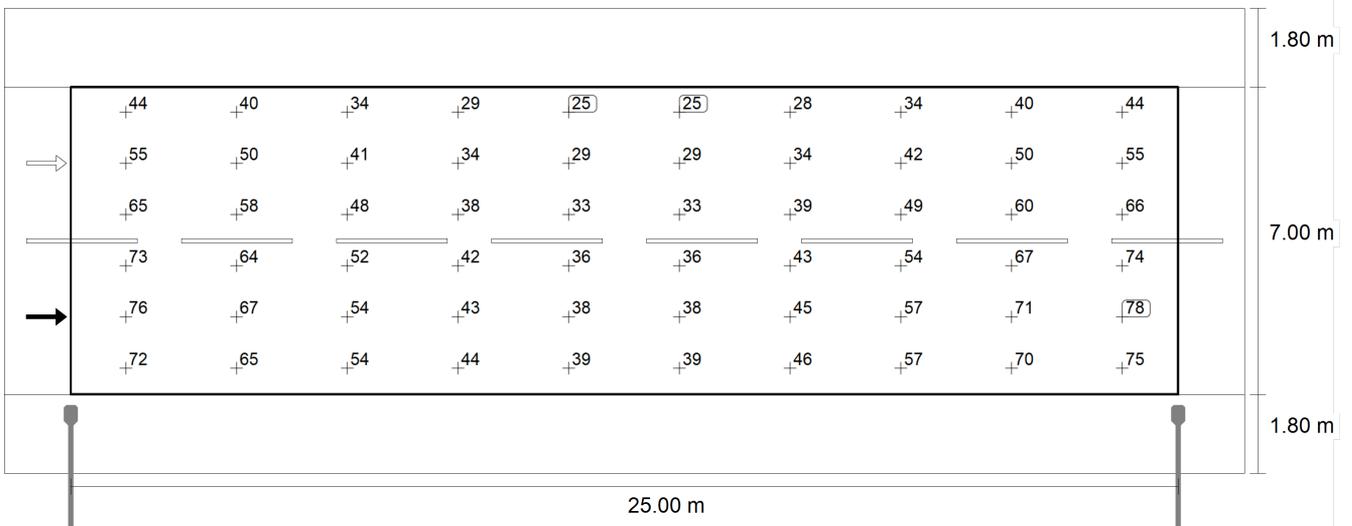
Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.550 m, 1.500 m	L _m	2.72 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.47	≥ 0.40	✓
	U _i	0.90	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
Observador 2 Posición: -60.000 m, 7.050 m, 1.500 m	L _m	2.93 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.47	≥ 0.40	✓
	U _i	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	4 %	≤ 15 %	✓

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

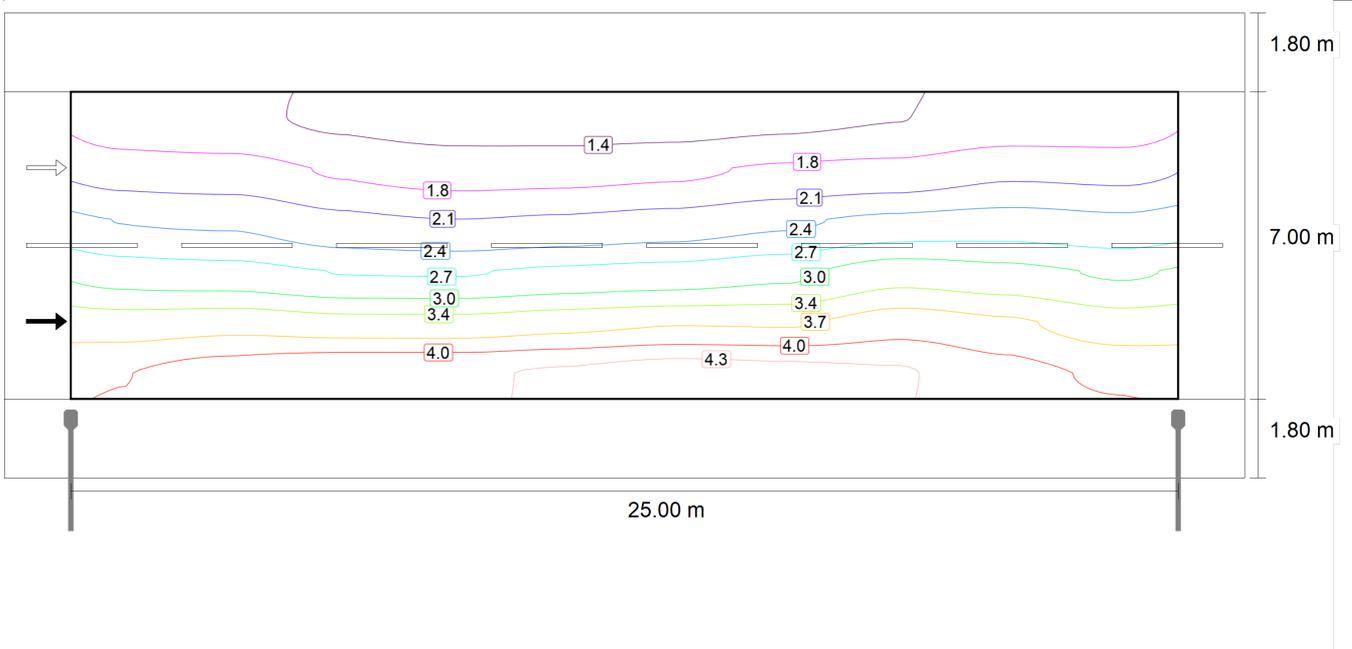
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	43.51	40.45	34.41	28.53	25.08	25.07	28.46	34.27	40.45	43.51
7.050	54.54	49.78	41.50	33.68	29.32	29.33	33.72	41.78	50.48	54.96

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
5.883	64.73	58.35	47.60	38.30	33.22	33.23	38.60	48.62	59.88	65.59
4.717	72.71	64.34	52.21	41.72	36.11	36.38	42.61	54.10	66.90	74.17
3.550	75.88	66.68	54.26	43.39	37.79	38.27	45.05	57.38	70.60	77.91
2.383	72.25	64.62	54.15	44.08	38.69	39.15	45.71	57.46	69.56	75.03

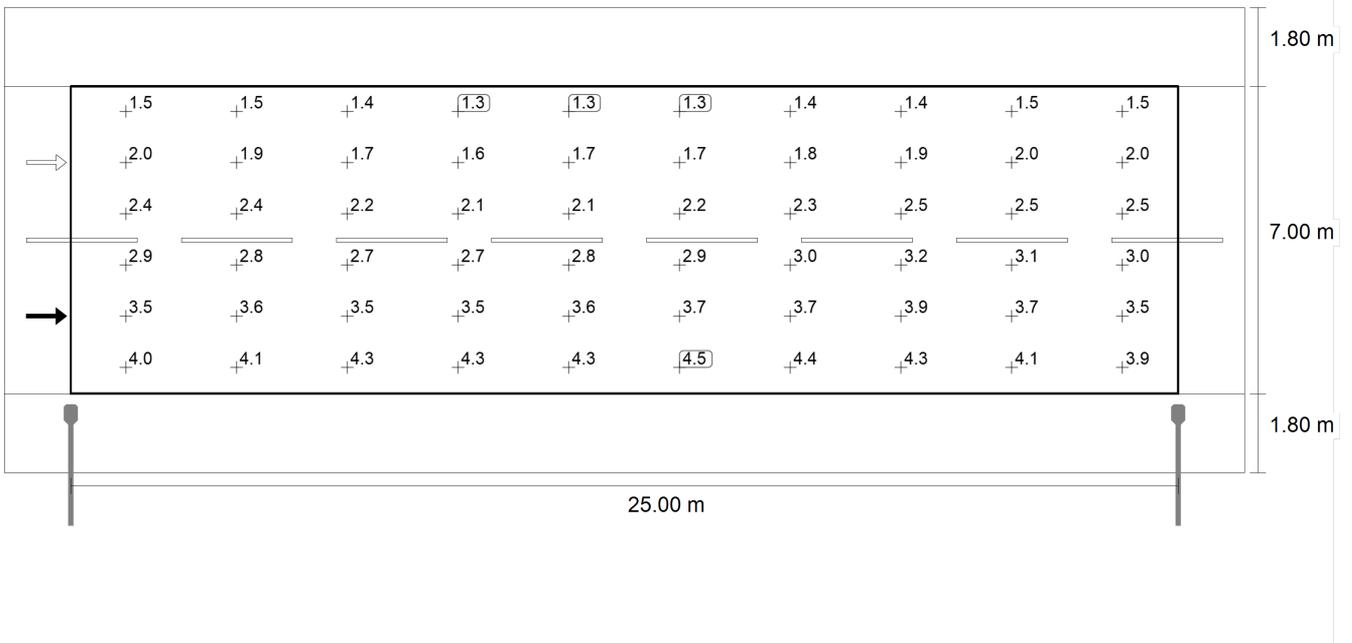
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	48.7 lx	25.1 lx	77.9 lx	0.52	0.32



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



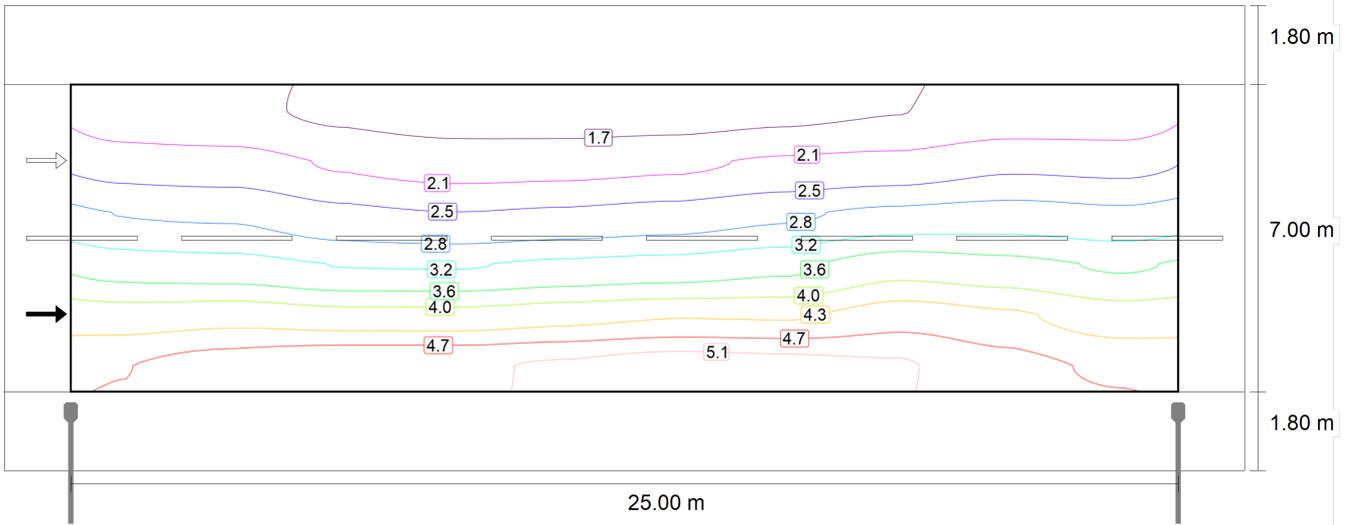
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	1.54	1.51	1.38	1.30	1.29	1.31	1.36	1.44	1.54	1.54
7.050	1.95	1.90	1.73	1.63	1.65	1.70	1.82	1.87	2.02	1.99
5.883	2.39	2.36	2.18	2.09	2.14	2.22	2.35	2.49	2.55	2.47
4.717	2.89	2.84	2.71	2.70	2.79	2.85	2.97	3.23	3.14	3.00
3.550	3.52	3.58	3.49	3.49	3.58	3.66	3.65	3.87	3.73	3.52
2.383	3.99	4.15	4.28	4.28	4.35	4.47	4.42	4.34	4.12	3.94

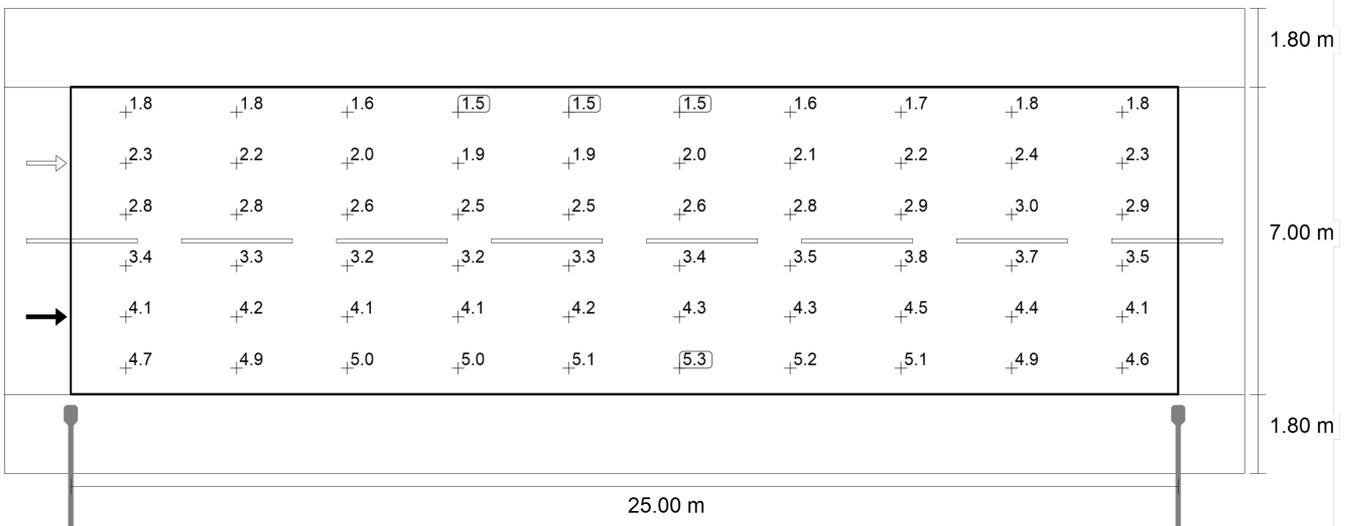
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L_m	L_{min}	L_{max}	g_1	g_2
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.72 cd/m²	1.29 cd/m²	4.47 cd/m²	0.47	0.29

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

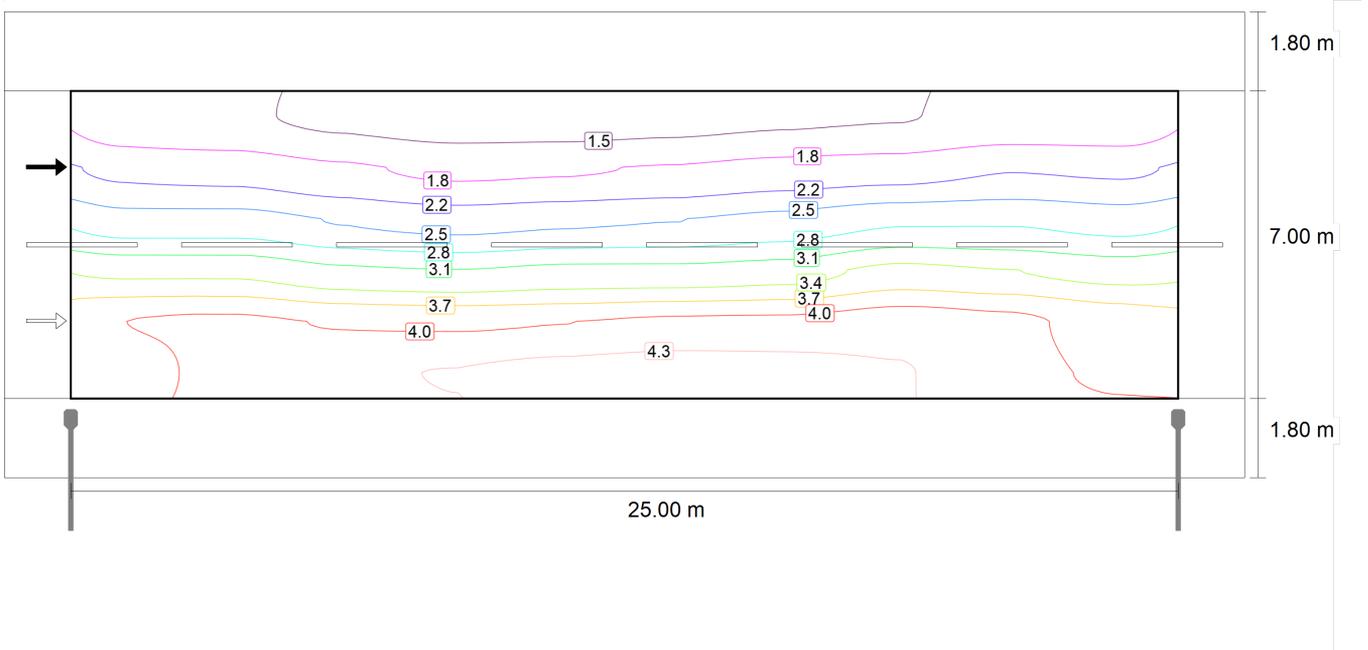
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	1.81	1.78	1.62	1.53	1.52	1.54	1.60	1.69	1.82	1.81
7.050	2.30	2.24	2.03	1.92	1.94	2.00	2.14	2.20	2.38	2.34

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
5.883	2.82	2.78	2.56	2.46	2.52	2.61	2.76	2.92	3.00	2.91
4.717	3.40	3.34	3.19	3.18	3.28	3.35	3.49	3.80	3.69	3.53
3.550	4.15	4.21	4.11	4.10	4.21	4.31	4.30	4.55	4.39	4.14
2.383	4.69	4.88	5.03	5.03	5.12	5.26	5.20	5.11	4.85	4.64

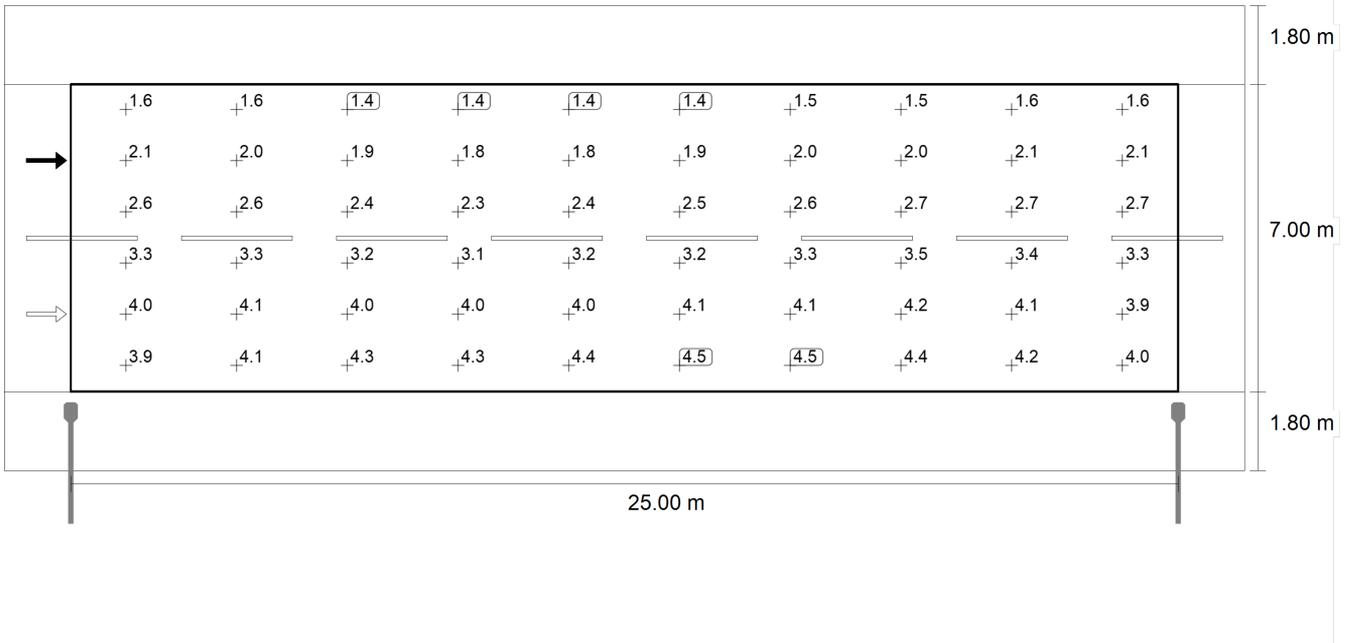
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	3.20 cd/m ²	1.52 cd/m ²	5.26 cd/m ²	0.47	0.29



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



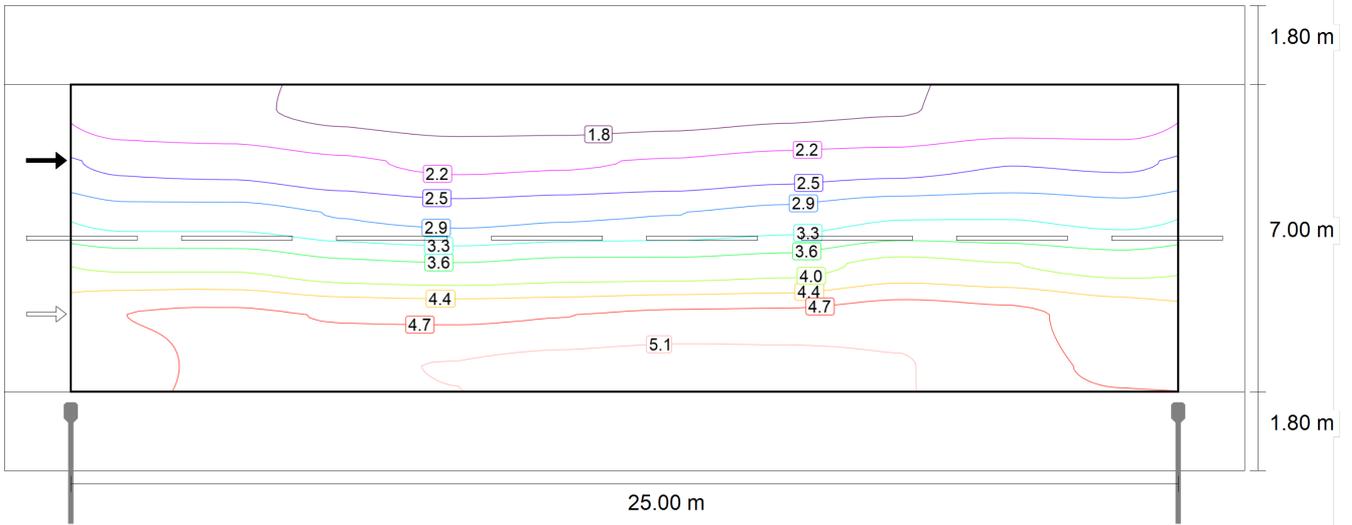
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	1.61	1.57	1.45	1.37	1.37	1.40	1.47	1.51	1.61	1.59
7.050	2.08	2.03	1.89	1.77	1.81	1.87	1.96	2.01	2.14	2.10
5.883	2.60	2.60	2.44	2.34	2.41	2.46	2.57	2.74	2.75	2.65
4.717	3.35	3.35	3.16	3.10	3.19	3.19	3.26	3.51	3.41	3.28
3.550	4.03	4.07	4.01	3.99	4.02	4.10	4.11	4.21	4.10	3.90
2.383	3.94	4.12	4.28	4.35	4.44	4.49	4.47	4.36	4.16	3.97

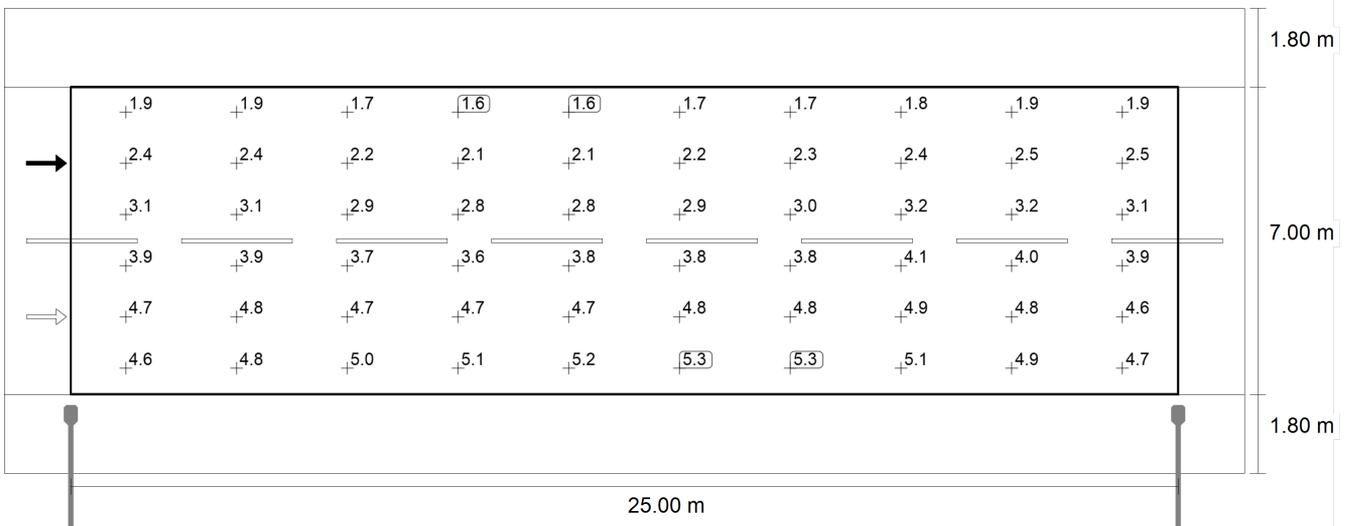
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.93 cd/m ²	1.37 cd/m ²	4.49 cd/m ²	0.47	0.31

Ruta Provincial ej.1
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
8.217	1.89	1.85	1.70	1.61	1.61	1.65	1.73	1.78	1.89	1.88
7.050	2.45	2.39	2.23	2.08	2.12	2.20	2.31	2.37	2.52	2.47

Ruta Provincial ej.1

RP (M3)

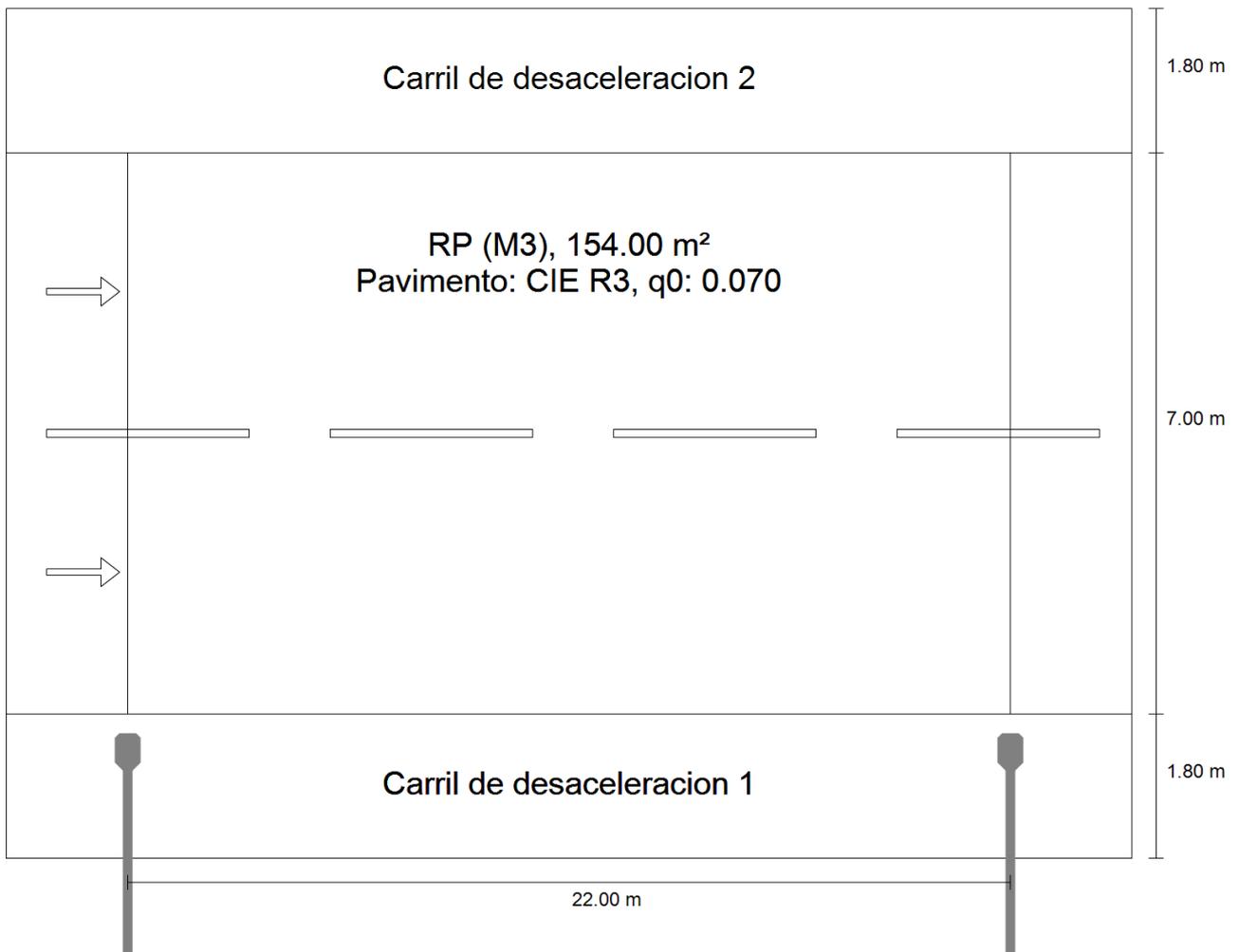
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750
5.883	3.06	3.06	2.87	2.75	2.83	2.89	3.02	3.22	3.23	3.12
4.717	3.94	3.94	3.72	3.65	3.75	3.76	3.84	4.12	4.01	3.86
3.550	4.74	4.79	4.71	4.69	4.73	4.82	4.84	4.95	4.82	4.59
2.383	4.64	4.85	5.04	5.12	5.22	5.29	5.26	5.13	4.89	4.67

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	3.45 cd/m ²	1.61 cd/m ²	5.29 cd/m ²	0.47	0.31

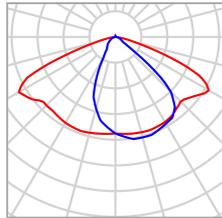
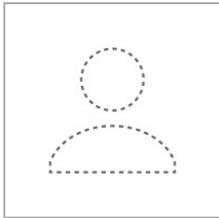
Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)



Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)



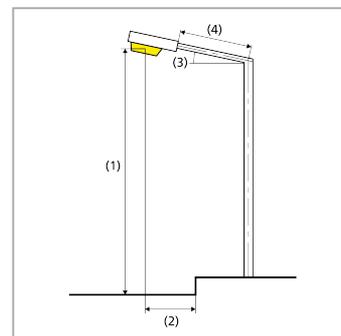
Fabricante	No hay ningún miembro DIALux	P	150.9 W
Nº de artículo	1	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	19203 lm
Nombre del artículo	KRAKEN KDOS EQUIESPACIADA	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	19359 lm
Lámpara	1x leds	η	100.81 %

Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)

KRAKEN KDOS 150 IGNIS (unilateral abajo)

Distancia entre mástiles	22.000 m
(1) Altura de punto de luz	9.000 m
(2) Saliente del punto de luz	-0.500 m
(3) Inclinación del brazo	5.0°
(4) Longitud del brazo	2.500 m
Horas de trabajo anuales	4000 h: 100.0 %, 150.9 W
Vatios / recorrido	6790.5 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Intensidad lumínica máx Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	≥ 70°: 268 cd/klm ≥ 80°: 38.7 cd/klm ≥ 90°: 5.09 cd/klm
Clase de potencia lumínica Los valores de intensidad lumínica en [cd/klm] para el cálculo de la clase de potencia lumínica se refieren al flujo luminoso de luminaria conforme a EN 13201:2015.	G*3
Clase de índice de deslumbramiento	D.4
MF	0.85



Ruta Provincial ej.2

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

Para la instalación se ha calculado con un factor de mantenimiento de 0.85.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L_m	2.71 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_i	0.80	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R_{Et}	0.61	≥ 0.30	✓

Resultados para indicadores de eficiencia energética

	Tamaño	Calculado	Consumo de energía
Ruta Provincial ej.2	D_p	0.019 W/lx*m ²	-
KRAKEN KDOS 150 IGNIS (unilateral abajo)	D_e	3.9 kWh/m ² año	603.6 kWh/año

Ruta Provincial ej.2

RP (M3)

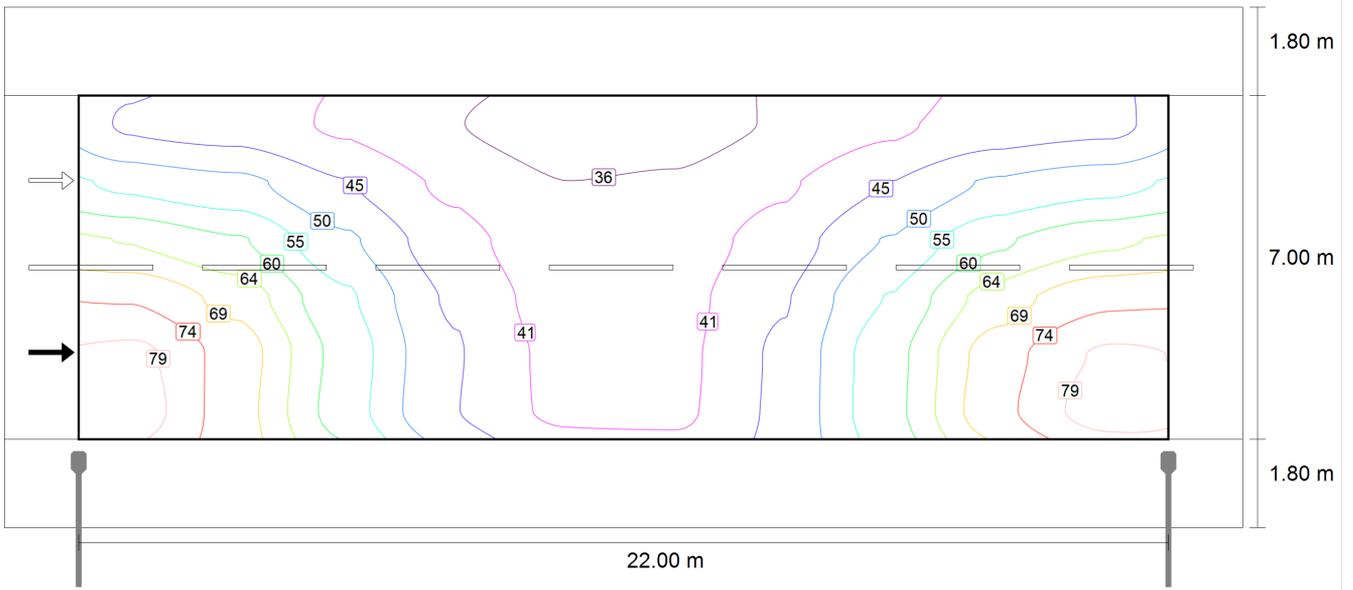
Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
RP (M3)	L _m	2.71 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.56	≥ 0.40	✓
	U _i	0.80	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R _{EI}	0.61	≥ 0.30	✓

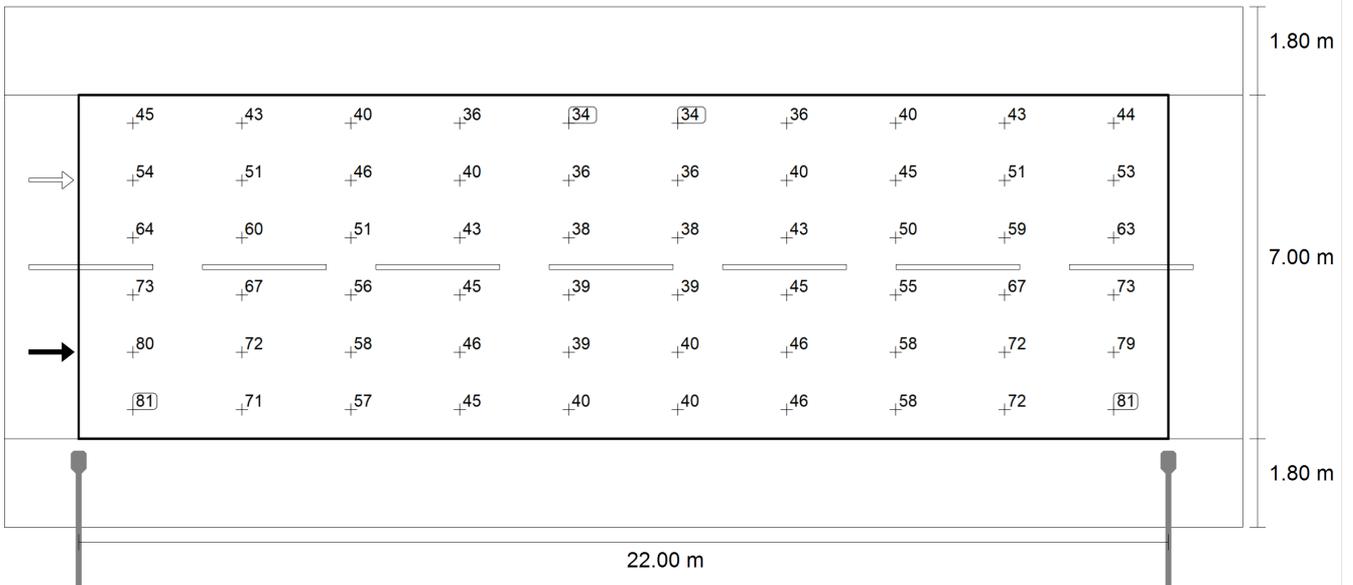
Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 3.550 m, 1.500 m	L _m	2.71 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.57	≥ 0.40	✓
	U _i	0.80	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
Observador 2 Posición: -60.000 m, 7.050 m, 1.500 m	L _m	2.91 cd/m ²	≥ 1.00 cd/m ²	✓
	U _o	0.56	≥ 0.40	✓
	U _i	0.90	≥ 0.60	✓
	TI	3 %	≤ 15 %	✓

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Líneas Isolux)



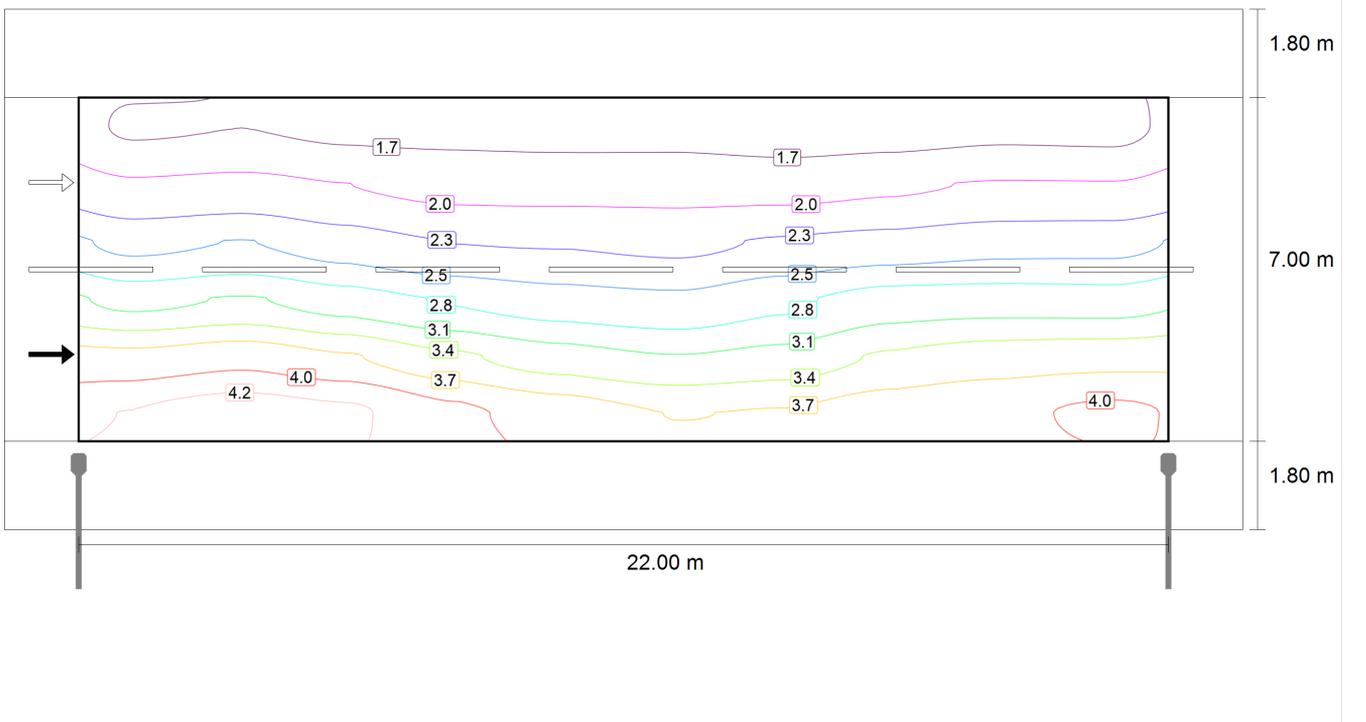
Ruta Provincial ej.2
RP (M3)

Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Sistema de valores)

m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900
8.217	44.71	43.32	39.87	36.05	33.54	33.93	36.31	39.80	43.02	44.29
7.050	53.82	51.43	45.56	39.64	35.92	36.46	39.97	45.43	50.81	53.30
5.883	64.09	59.99	50.91	42.50	37.59	38.09	42.88	50.45	58.91	63.48
4.717	73.45	67.27	55.56	44.65	38.71	39.24	45.05	55.15	66.61	72.77
3.550	79.61	71.66	57.89	45.73	39.49	39.74	46.19	57.90	71.60	79.29
2.383	80.69	71.18	57.29	45.40	39.76	39.97	46.34	58.16	72.50	80.91

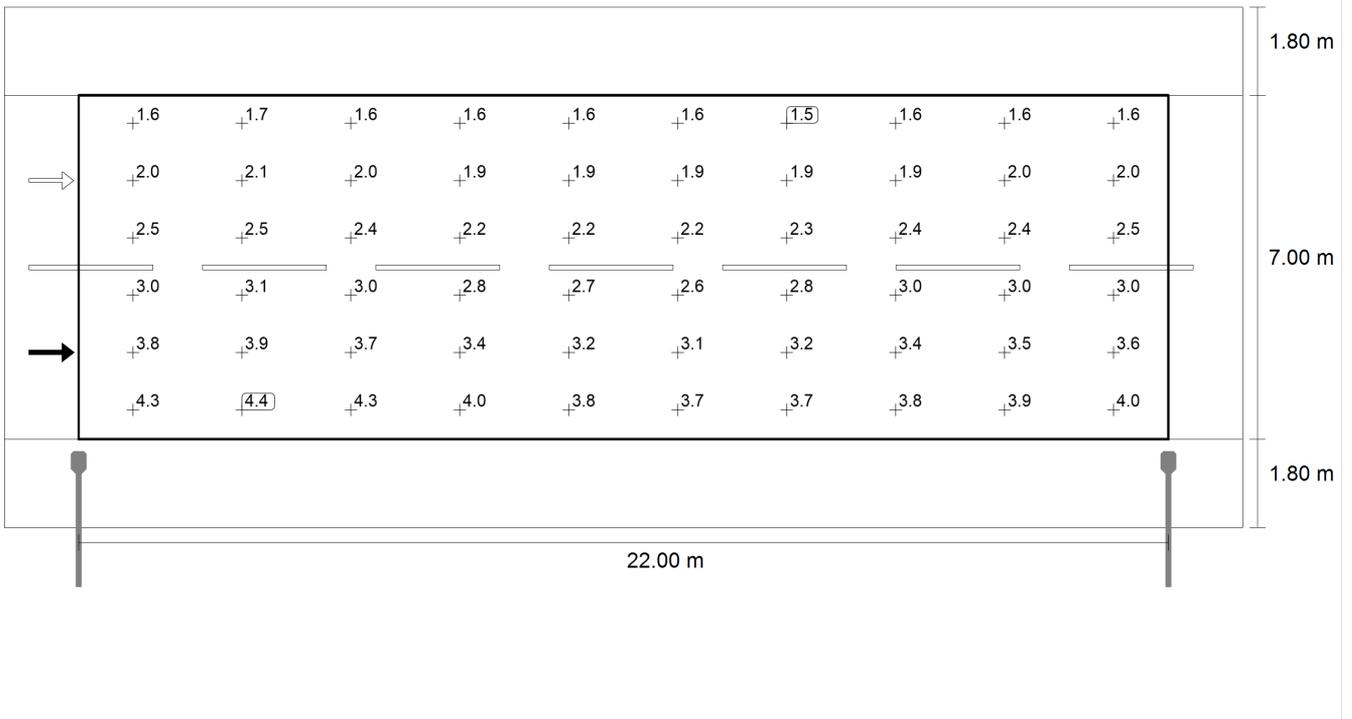
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal [lx] (Tabla de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de mantenimiento iluminancia horizontal	51.6 lx	33.5 lx	80.9 lx	0.65	0.41



Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



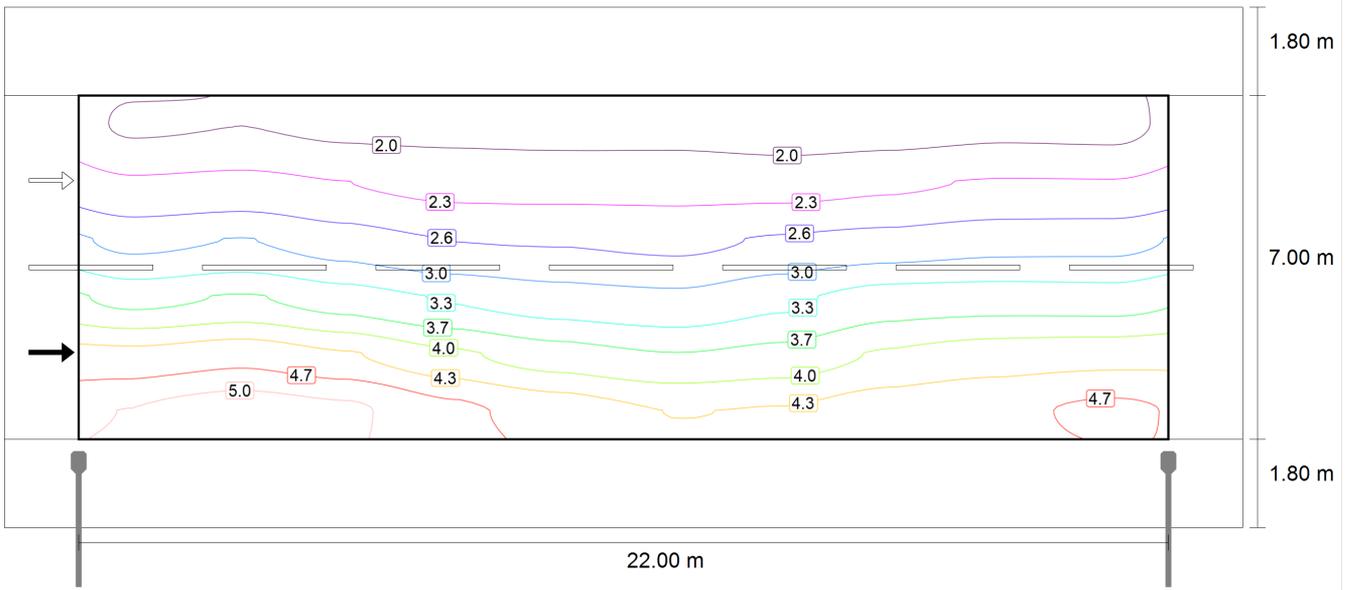
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900
8.217	1.64	1.68	1.62	1.60	1.59	1.58	1.54	1.57	1.62	1.60
7.050	2.01	2.05	1.97	1.89	1.87	1.88	1.87	1.93	1.99	1.98
5.883	2.47	2.54	2.39	2.25	2.23	2.19	2.28	2.36	2.44	2.45
4.717	3.02	3.13	2.96	2.79	2.66	2.60	2.75	2.95	2.98	2.96
3.550	3.76	3.87	3.70	3.44	3.24	3.11	3.20	3.43	3.54	3.58
2.383	4.25	4.39	4.29	4.03	3.83	3.67	3.69	3.81	3.90	4.01

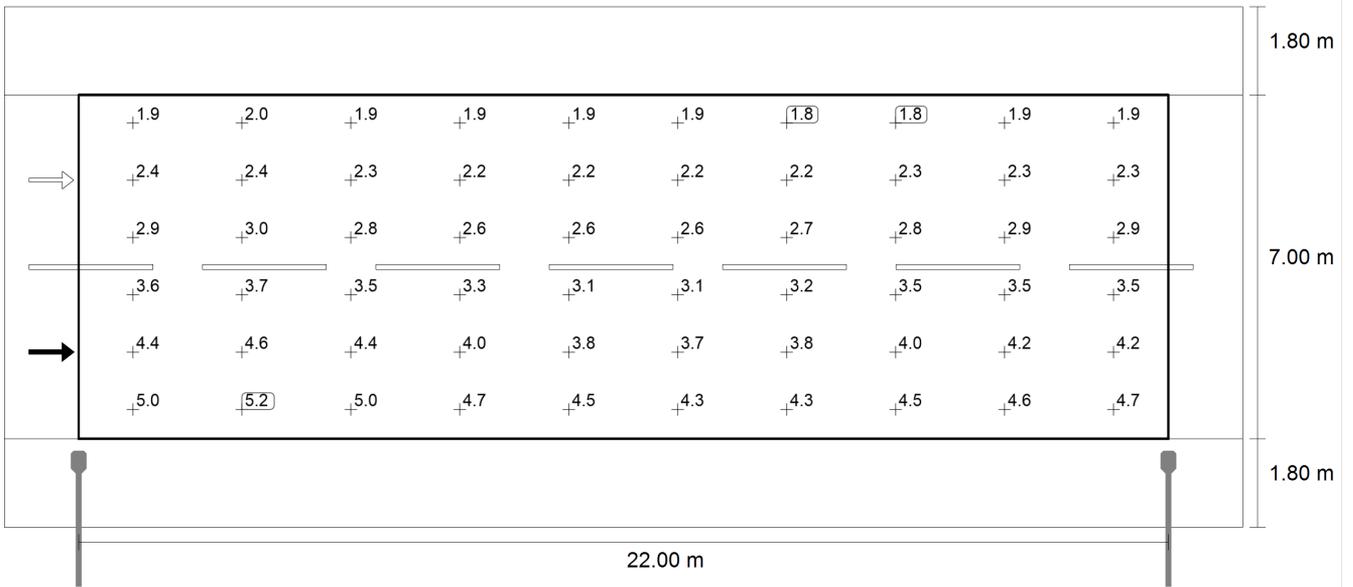
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.71 cd/m ²	1.54 cd/m ²	4.39 cd/m ²	0.57	0.35

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



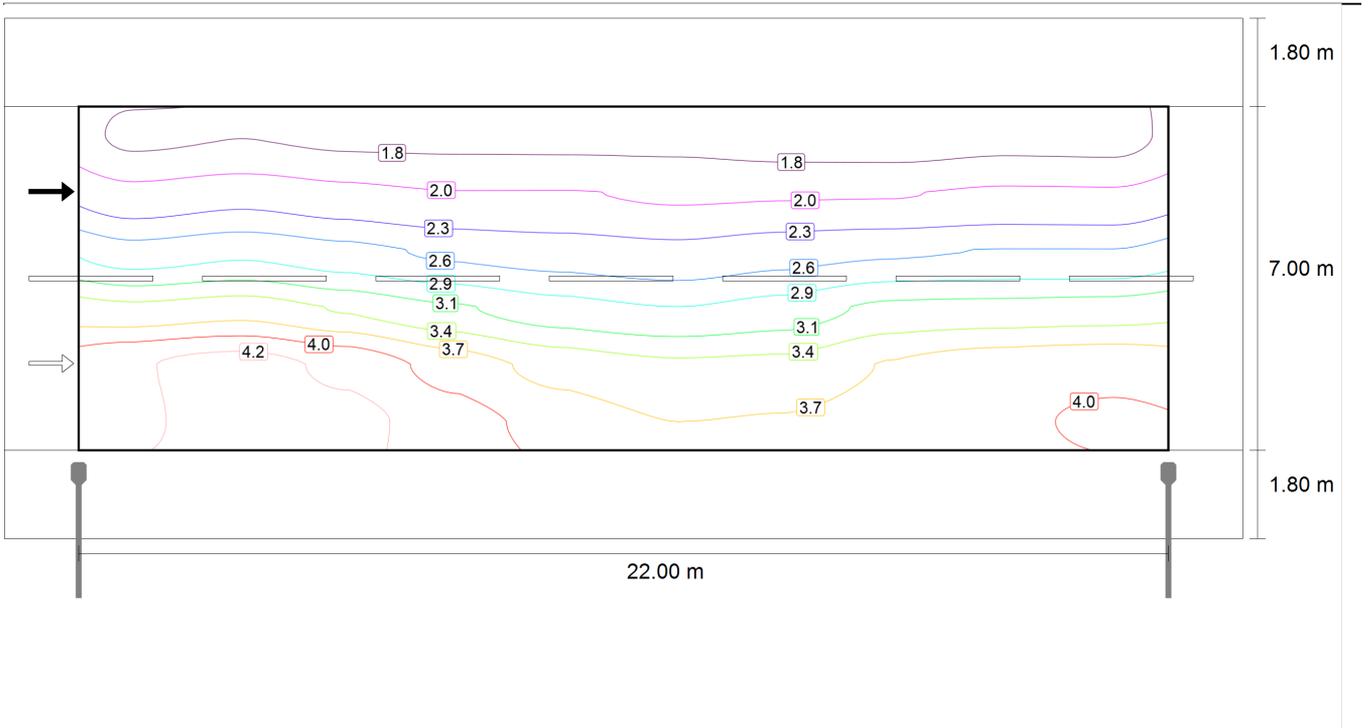
Ruta Provincial ej.2
RP (M3)

Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900
8.217	1.93	1.98	1.90	1.89	1.87	1.86	1.81	1.84	1.90	1.88
7.050	2.36	2.42	2.31	2.22	2.21	2.21	2.20	2.27	2.34	2.33
5.883	2.90	2.99	2.81	2.64	2.63	2.57	2.69	2.77	2.87	2.88
4.717	3.55	3.68	3.49	3.28	3.13	3.06	3.24	3.48	3.51	3.49
3.550	4.42	4.55	4.35	4.05	3.81	3.66	3.77	4.04	4.17	4.22
2.383	5.00	5.16	5.05	4.74	4.51	4.32	4.34	4.49	4.59	4.72

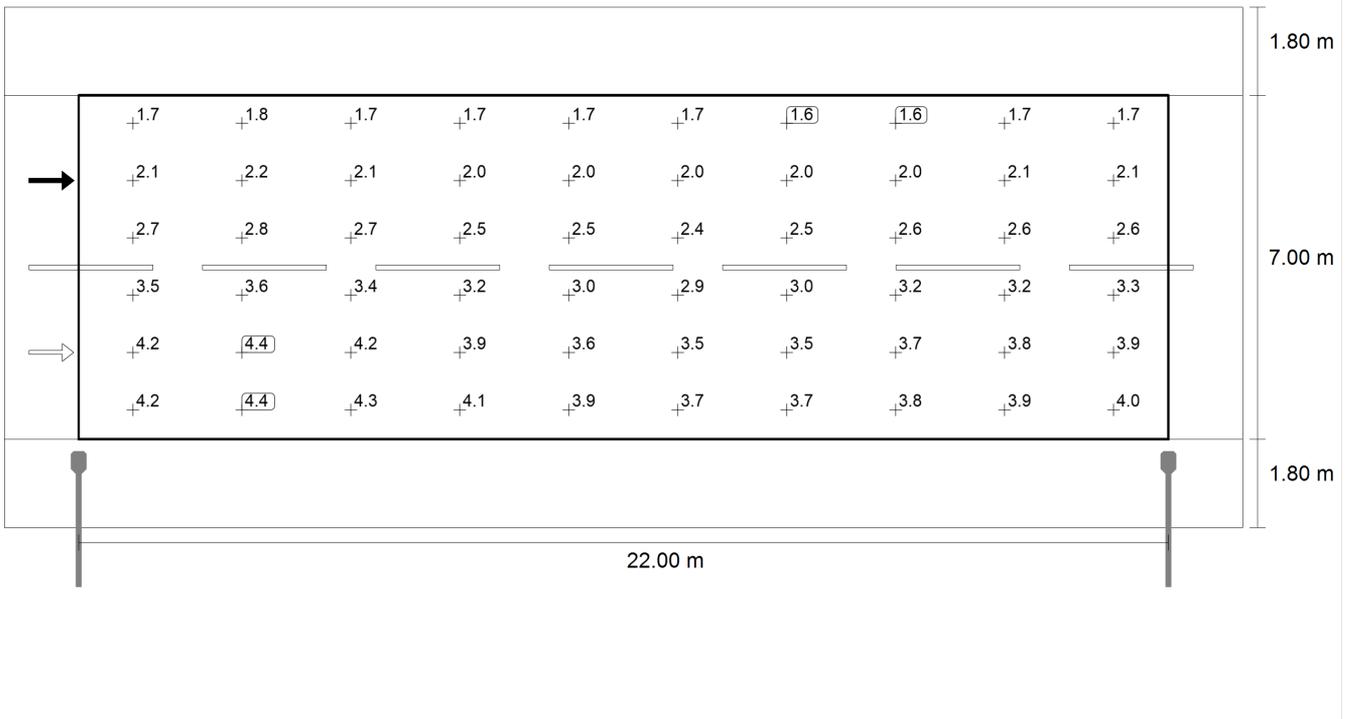
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 1: Luminancia para una instalación nueva	3.19 cd/m ²	1.81 cd/m ²	5.16 cd/m ²	0.57	0.35



Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Líneas Isolux)

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



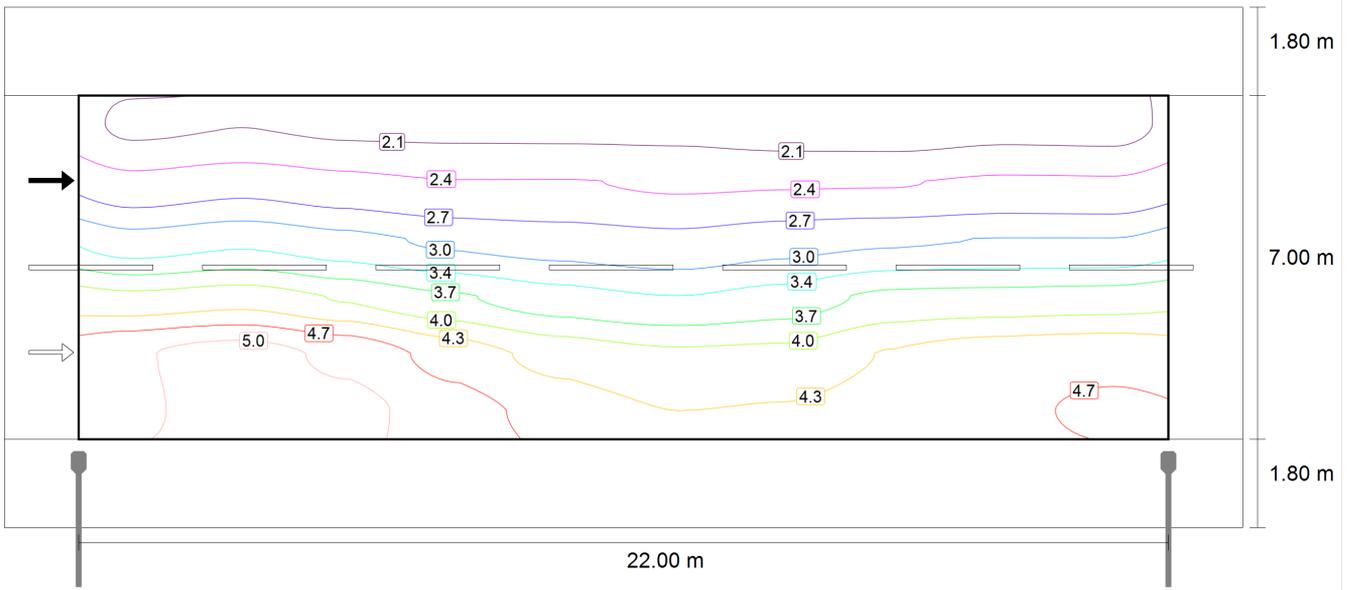
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900
8.217	1.70	1.76	1.70	1.70	1.69	1.69	1.63	1.62	1.67	1.66
7.050	2.13	2.23	2.13	2.05	2.05	2.00	2.02	2.02	2.09	2.08
5.883	2.70	2.82	2.68	2.54	2.46	2.39	2.49	2.55	2.60	2.60
4.717	3.49	3.59	3.39	3.18	2.98	2.87	2.98	3.21	3.24	3.28
3.550	4.21	4.36	4.18	3.86	3.60	3.47	3.50	3.72	3.84	3.90
2.383	4.21	4.39	4.33	4.10	3.86	3.70	3.72	3.81	3.91	4.02

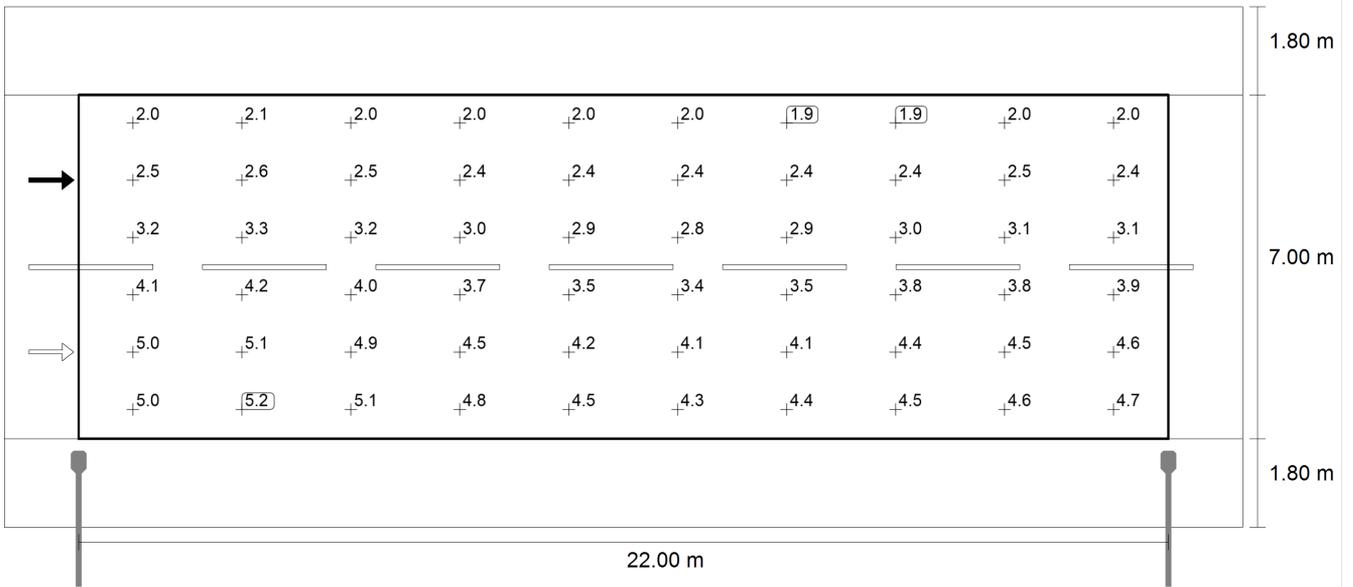
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Valor de mantenimiento luminancia en calzada seca	2.91 cd/m ²	1.62 cd/m ²	4.39 cd/m ²	0.56	0.37

Ruta Provincial ej.2
RP (M3)



Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Líneas Isolux)



Ruta Provincial ej.2

RP (M3)

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Sistema de valores)

m	1.100	3.300	5.500	7.700	9.900	12.100	14.300	16.500	18.700	20.900
8.217	2.00	2.07	2.00	2.00	1.99	1.99	1.92	1.91	1.97	1.95
7.050	2.51	2.62	2.50	2.41	2.41	2.36	2.37	2.38	2.46	2.45
5.883	3.18	3.31	3.16	2.98	2.90	2.82	2.92	3.00	3.05	3.05
4.717	4.10	4.22	3.99	3.74	3.51	3.37	3.51	3.78	3.82	3.85
3.550	4.95	5.12	4.92	4.54	4.23	4.08	4.11	4.37	4.51	4.58
2.383	4.95	5.16	5.10	4.82	4.55	4.35	4.37	4.49	4.60	4.73

Observador 2: Luminancia para una instalación nueva [cd/m²] (Tabla de valores)

	L _m	L _{min}	L _{max}	g ₁	g ₂
Observador 2: Luminancia para una instalación nueva	3.42 cd/m ²	1.91 cd/m ²	5.16 cd/m ²	0.56	0.37

ANEXO Cap. 5 – Distribución física de la planta productiva

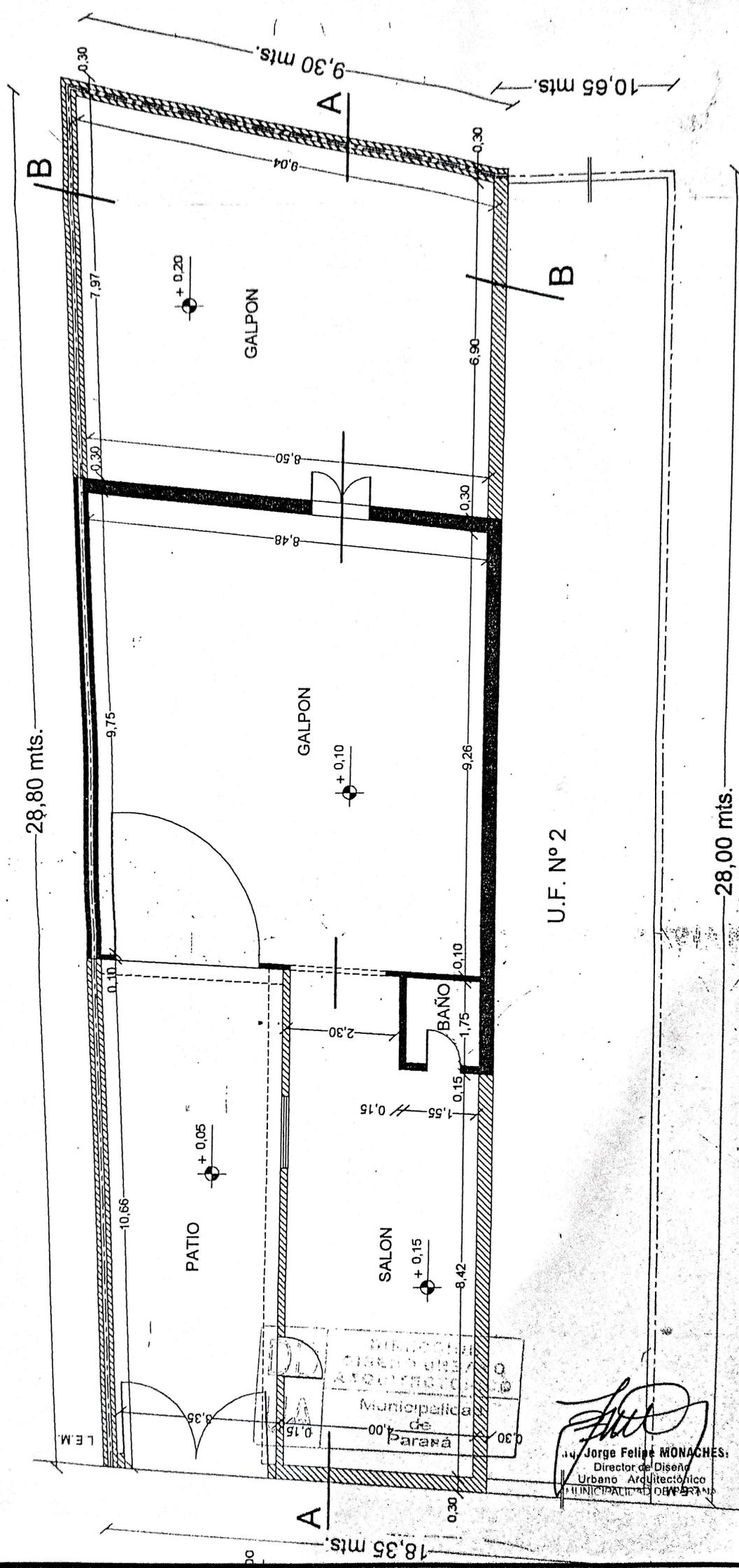
Plano Original planta

Plano Ubicación- Planta productiva

Plano de fabricación de la columna de iluminación 10m – material Acero

Plano de fabricación de la columna de iluminación 10m – material PRFV

PLANTA



Jorge Felipe MONACHES,
Director de Diseño
Urbano Arquitectónico
MUNICIPALIDAD DE COMBARBALÁ

28,80m

18,35m

28,00m

ALMACÉN DEPOSITO

PORTA BOBINAS - FIBRAS

CARRO DE DESMINADO

BOBINA RESINA

CINTA TRANSPORTADORA PORTA CARRO

MANDRIL ROTATIVO - MOLDE TRONCO CÓNICO

SALA DE MÁQUINA
Área: 129,79 m²

SALA DE ACOPIO DE COLUMNAS TERMINADAS
Área: 60,22 m²

SALA DE ENSAMBLE DE TABLEROS
Área: 15,10 m²

ZONA DE CARGA Y DESCARGA

PATIO ACCESO

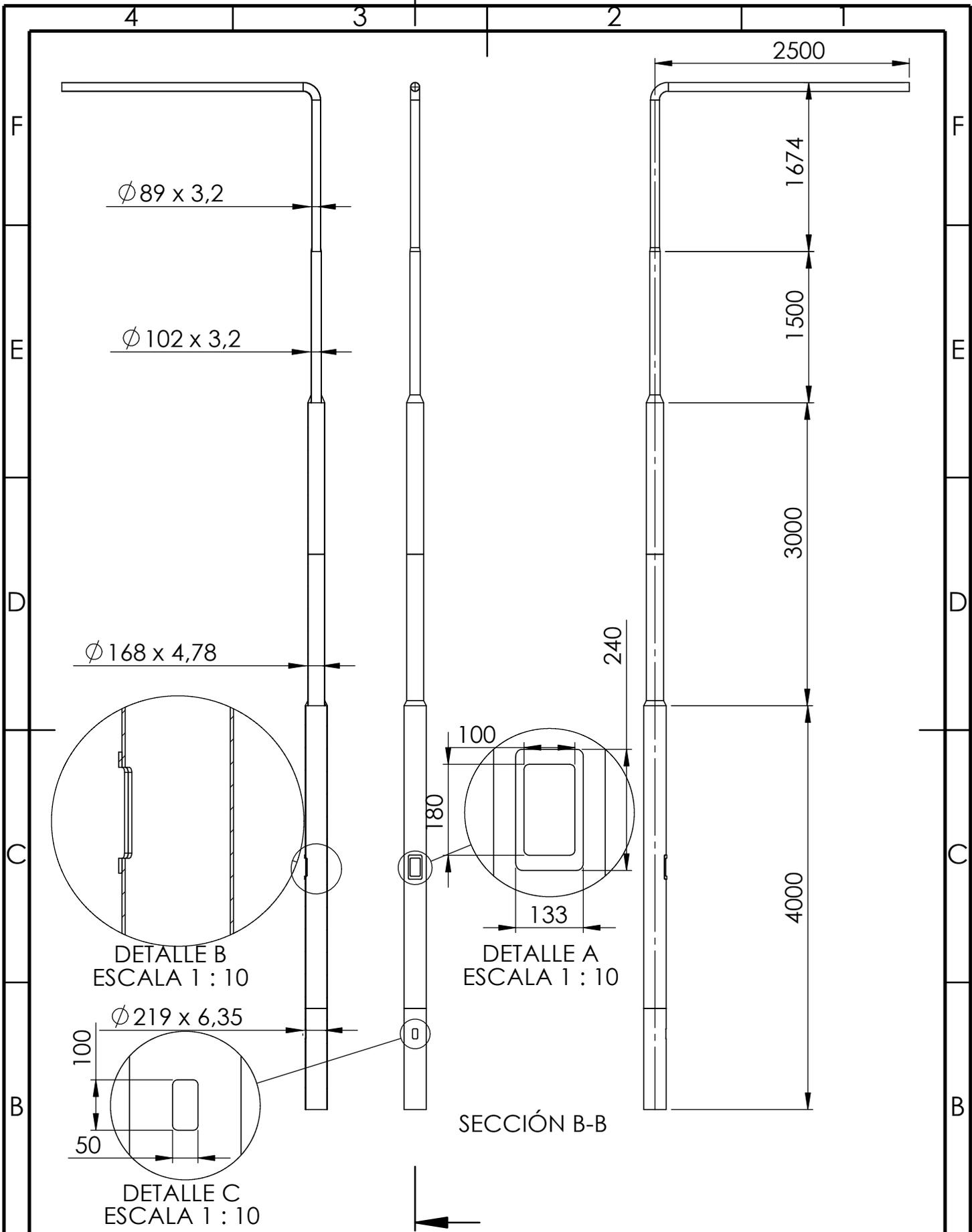
OFICINA
Área: 43,15 m²

BANO

ESTACIONAMIENTO

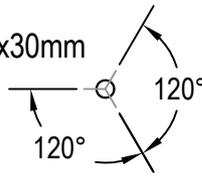


F. SOLER



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:	
DIBUJ.					COLUMNA DE ACERO PARA LUMINARIA	
VERIF.						
APROB.						
FABR.						
CALID.				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO	A4
				PESO:	ESCALA:1:50	HOJA 1 DE 1

Tornillo Prisionero 1/2"x30mm

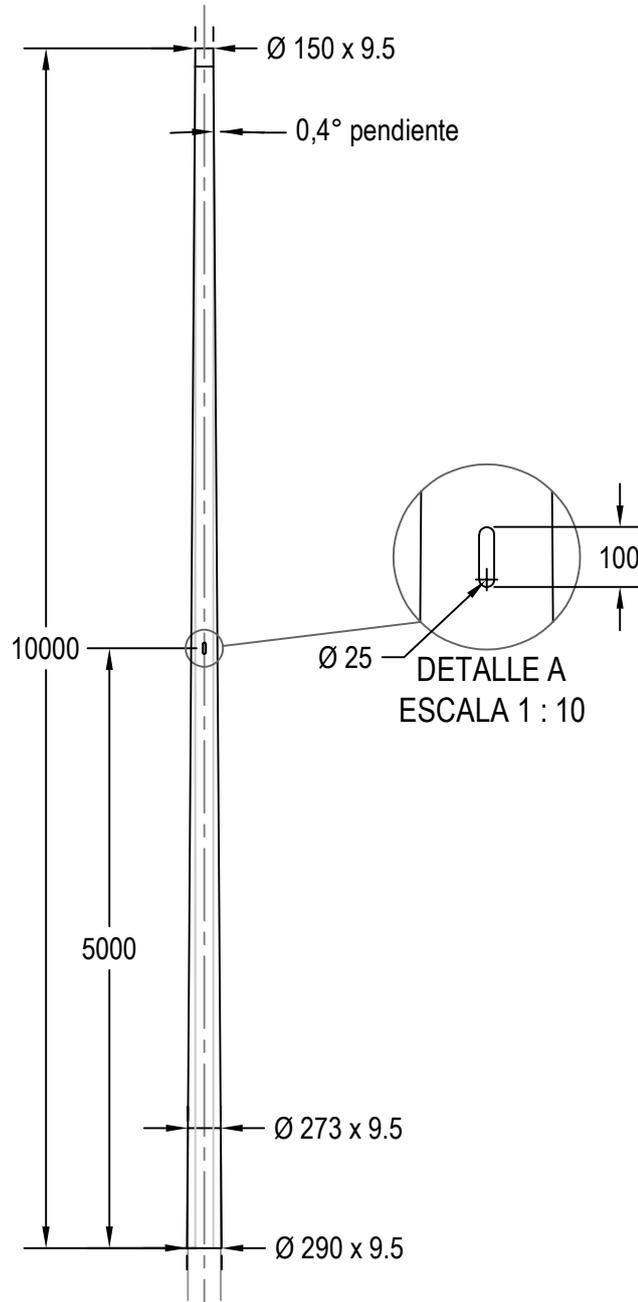
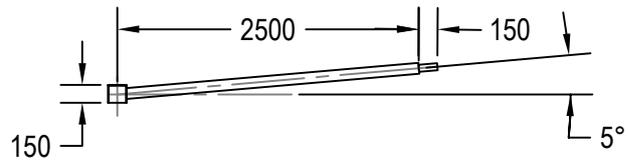


MATERIALES Y ESPECIFICACIONES

Puño acople: Caño Acero liviano 2,5"x4,85mm

Brazo Pescante: Caño Acero liviano 3,5"x3,60mm

Casquete: Caño Acero liviano 6"x4,85mm



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL PARANÁ

LAMINA N°

ENTRE RÍOS, PARANÁ 2023

DOCENTES: Ing. Ruhl, Gustavo
Ing. Maximino, Nicolas

TUTOR: Ing. Cuestas, Facundo

ALUMNO: Parody, Gabriel Ign.

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL.-

PLANO DE: Fabricación Columna de Iluminación 10m - 9m libres.
Material columna PRFV.-

ANEXO Cap. 6 – Análisis Económico y Financiero

Planilla de salarios – Abril 2023

Planilla Maquinarias Viales

Planilla Análisis de precios – Abril 2023

Planilla Materiales Gral. – Abril 2023

Planilla Materiales auxiliares – Abril 2023

Planilla Materiales Sist. Autónomo y en Isla – Abril 2023

Simulación Horas Nocturnas Entre Ríos año 2023

ABRIL DEL 2023									
Planilla de Salarios									
Categorías	REMUNERATIVA-Con Descuento						Total (\$)	Total (\$)	Total (\$)
	S. Básico "A"	Suma Rem.Conv. "B"	No Rem. Conv. "C"	Hs. Extras "D"	C. Social A,B,D "E"	S.T.no R.C "F"			
	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora	Hora			
Of. Especializado	949,00	0,00	0,00	189,80	1240,84	0,00	2379,64	19037,09	418.816,02
Oficial	809,00	0,00	0,00	161,80	1057,78	0,00	2028,58	16228,67	357.030,73
Medio Oficial	745,00	0,00	0,00	149,00	974,10	0,00	1868,10	14944,82	328.786,02
Ayudante	684,00	0,00	0,00	136,80	894,34	0,00	1715,14	13721,15	301.865,29

U.O.C.R.A. - ABRIL DEL 2023				
Cálculo auxiliar	S. Básico	S.R.C.	C. No R.	S.T.no R.C
Categorías	Hora	Mes	Mes	Mes
Of. Especializado	949,00			
Oficial	809,00			
Medio Oficial	745,00			
Ayudante	684,00			

Datos Auxiliares	
horas por día	8 horas
Horas por mes	176 horas
Carga social	108,96 %
Horas extras	20 %
Vigilancia	10 % de la M.O. Del ítem

S. Básico Salario Básico
 S.R.C. Suma Remunerativa Convencional
 B.E.R. Bonificación extraordinaria remunerativa
 C. No R. Convencional no remunerativa
 C. Social Carga Social
 S.T. No R.C. Suma Transitoria No Remunerativa Convencional

PARA PROGRAMA ANALISIS DE PRECIOS

Categoría	Día	Unidad
Of. Especial.	7592,00	\$
Oficial	6472,00	\$
Medio Oficial	5960,00	\$
Ayudante	5472,00	\$
Mejoras Soc.	108,96	%
Seguro Ob.	0	\$
T. No R.C. Of. E.	0,00	\$
T. No Rem. Of.	0,00	\$
T. No Rem. M. Of.	0,00	\$
T. No Rem. Ayu.	0,00	\$
Hs. Extras	20,00	%

	Dirección Nacional de Vialidad	U		Abril 2023
Nº	EQUIPOS	HP		UNIDAD (\$)
1	Aplanadora 7 a 10 Tn.	87	A	8.990.418
2	Aplanadora 10 a 12 Tn.	150	A	15.266.651
3	Aserradora de juntas	63	NO/A	3.046.120
4	Balsa de apoyo	120	NO/A	10.391.328
5	Barredora Sopladora	70	NO/A	2.559.508
6	Bomba para inyección	70	NO/A	11.216.395
7	Camión aplicador pintura termop.	172	A	16.739.290
8	Camión c/acoplado	300	C/CH	28.517.298
9	Camión distribuidor de asfalto	180	C/CH	13.677.761
10	Camion hidroelevador	140	A	6.008.963
11	Camion + Grúa (hidrogrubert N5000)	140	A	10.379.703
12	Camion + cesta aerea (hidrogrubert BL10C)	140	A	9.746.754
13	Camión regador de agua	140	C/CH	9.985.667
14	Camión solo	140	C/CH	12.307.463
15	Camión volcador	140	C/CH	12.307.463
16	Cañería Flotante	***	NO/A	23.214.104
17	Cañería Terrestre	***	NO/A	18.993.268
18	Cargador frontal - 104	104	A	12.777.666
19	Cargador frontal - 130	130	A	18.308.102
20	Cargador frontal - 170 (2,00 m3)	170	A	30.517.129
21	Carrertón	0	NO/A	4.009.079
22	Compactador manual vibratorio	8	NO/A	435.882
23	Compresor con 3 martillos	80	NO/A	3.422.366
24	Draga I	1.350	A	183.860.000
25	Draga II	750	A	90.993.212
26	Equipo de fresado - 100	100	A	44.340.699
27	Equipo de fresado - 375	375	A	76.279.306
28	Equipo de hinca	200	NO/A	73.314.620
29	Equipo de soldadura	***	NO/A	4.009.079
30	Equipo para la distribución de hormigón	10	NO/A	1.397.589
31	Excavadora I	85	A	14.300.985
32	Excavadora II	170	A	15.048.857
33	Grúa 30 T	200	A	68.656.821
34	Grupo electrógeno I - 50	50	NO/A	4.009.079
35	Grupo electrógeno II - 300	300	NO/A	14.414.580
36	Guinche	100	A	6.104.510
37	Herramientas menores	0	NO/A	98.403
38	Hormigonera de 500 Lts.	10	NO/A	2.240.262
39	Motobomba I - 5	5	NO/A	223.013
40	Motobomba II - 15	15	NO/A	420.680
41	Motomixer	145	C/CH	23.379.740
42	Motoniveladora 143	143	A	18.689.004
43	Motoniveladora 170	170	A	25.557.447
44	Motoniveladora 250	250	A	48.245.813
45	Motosierra	9	NO/A	304.086
46	Pala de arrastre	***	NO/A	638.642
47	Pavimentadora de hormigón	275	A	241.450.075
48	Perforadora rotativa para pilote	100	NO/A	43.756.068
49	Pick-up 4x2 cabina DOBLE Toyota	102	A	7.614.050
50	Planta asfáltica de 70 Tn/h	200	NO/A	58.560.435

51	Planta asfáltica de 110 Tn/h	300	NO/A	162.711.293
52	Planta dosificadora de hormigon	80	NO/A	8.109.435
53	Planta elaboración Hº completa - 60m3/h	125	NO/A	72.611.045
54	Planta trituración	180	NO/A	13.958.502
55	Quebrador de losa	50	NO/A	1.916.852
56	Rastra alisadora de cepillos	***	NO/A	239.591
57	Rasta de discos	0	NO/A	648.624
58	Recicladora	100	A	85.737.646
59	Reclamadora - Estabilizadora de suelo	450	A	101.381.827
60	Retroexcavadora	115	A	21.249.896
61	Rodillo liso vibrante	70	A	6.181.632
62	Rodillo neumático autopropulsado	94	A	8.886.317
63	Rodillo neumático de arrastre	0	NO/A	2.374.964
64	Rodillo pata de cabra autopropulsado	110	A	13.522.846
65	Rodillo pata de cabra doble cuerpo	***	NO/A	2.076.864
66	Sellador de juntas y fisuras	25	NO/A	6.549.538
67	Tanques para almacenamiento de asfalto	***	NO/A	3.674.272
68	Terminadora asfáltica 100	100	A	8.886.317
69	Terminadora asfáltica 150	150	A	38.442.866
70	Terminadora desparramadora de Hº	65	A	12.543.246
71	Topadora con orugas	300	A	51.913.121
72	Topadora con orugas y escarificador	300	A	57.681.426
73	Tractor a oruga con topadora	140	A	44.431.299
74	Tractor neumático	102	A	5.518.059
73	Tunelera	15	NO/A	3.307.873
75	Zaranda vibratoria	60	NO/A	4.963.023
76	PONTÓN	120	NO/A	24.600.800
Fuente: Direccion Provincial de Vialidad de la Provincia de Entre Ríos.				

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL REGIONAL PARANÁ
Proyecto Final

abr-23

ITEM Nº 1	MONTAJE DE COLUMNA	S/U																
MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (")	MANO DE OBRA	\$/M.O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL	EQUIPOS		COSTO	HP	CANTIDAD	HP	COSTO TOTAL						
A	Isaje-colocación columna	20	1 Oficial 2 Ayudante	2028,58 1715,14	X X	0,333333333 0,333333333	= =	\$ 676,19 \$ 1.143,43		1,00	1,40	\$ 10.379.703,00						
						TOTAL	=	\$ 1.819,62				\$ 10.379.703,00						
B	Base y llenado de arena	30	1 Oficial 2 Ayudante	2028,58 1715,14	X X	0,50 0,50	= =	\$ 1.014,29 \$ 1.715,14		8,303,76	+	\$ 10.379,70						
						TOTAL	=	\$ 2.729,44				\$ 33.183,58						
C	Aro cemento, cono y p. a tierra	45	0 Oficial 2 Ayudante	2028,58 1715,14	X X	0,75 0,75	= =	\$ 0,00 \$ 2.572,72		25% de Combustible		\$ 8.295,90						
						TOTAL	=	\$ 2.572,72				\$ 58.087,00						
						TOTAL FINAL \$/U	=	\$ 7.121,77				\$ 2.904,35						

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A	Columba H= 7,00m libre-brazo l=2,50m		1	\$/U	\$ 118.661,18
B	Puesta a tierra		1	\$/U	\$ 6.817,53
					\$ 125.478,71

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A	Columba H= 9,00m libre-brazo l=2,50m		1	\$/U	\$ 239.559,60
B	Puesta a tierra		1	\$/U	\$ 6.817,53
					\$ 246.377,13

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A	Columba H= 11,00m libre-brazo l=2,50m		1	\$/U	\$ 269.069,34
B	Puesta a tierra		1	\$/U	\$ 6.817,53
					\$ 275.886,87

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A	Columba H= 11,00m libre-2 brazos l=2,50m		1	\$/U	\$ 308.058,21
B	Puesta a tierra		1	\$/U	\$ 6.817,53
					\$ 314.875,74

ITEM Nº 2

ITEM Nº 2	MONTAJE DE ARTEFACTO	S/U																
MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (")	MANO DE OBRA	\$/M.O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL	EQUIPOS		COSTO	HP	CANTIDAD	HP	COSTO TOTAL						
A	Armado de artefacto	10	1 Oficial 0 Ayudante	2028,58 1715,14	X X	0,166666667 0,166666667	= =	\$ 338,10 \$ 0,00		1,00	1,40	\$ 10.379.703,00						
						TOTAL	=	\$ 338,10				\$ 10.379.703,00						
B	Colocación de artefacto	15	1 Oficial 2 Ayudante	2028,58 1715,14	X X	0,25 0,25	= =	\$ 507,15 \$ 857,57		2,075,94	+	\$ 10.379,70						
						TOTAL	=	\$ 1.364,72				\$ 6.227,82						
C	Conexión de tablero columna	30	1 Oficial 0 Ayudante	2028,58 1715,14	X X	0,5 0,5	= =	\$ 1.014,29 \$ 0,00		8,303,76	+	\$ 33.183,58						
						TOTAL	=	\$ 1.014,29				\$ 8.295,90						
						TOTAL FINAL \$/U	=	\$ 2.717,11				\$ 58.087,00						

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A	Luminaria Led 100W Efic. Min. 120lm/W + Modulo Fv		1	\$/U	\$ 285.595,18
B	Protecciones Tablero de Mandos y Control lado CC + B.		1	\$/U	\$ 38.479,00
					\$ 324.074,18

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A	Luminaria Led 170W Efic. Min. 120lm/W <4000K		1	\$/U	\$ 110.633,69
B	Tablero interno columnas		1	\$/U	\$ 8.159,76
					\$ 118.793,45

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL REGIONAL PARANÁ
Proyecto Final

MATERIALES	U	abr-23	Cant.	UNIDAD	TOTAL \$/U
A Luminaria LED 150W Efic. Min. 120lm/W <4000K	\$/U	\$ 91.000,00	X 1	\$/U	= \$ 91.000,00
B Tablero interno columnas	\$/U	\$ 8.159,76	X 1	\$/U	= \$ 8.159,76
					\$ 99.159,76

ITEM Nº 3 ARMADO DE TABLERO PPAL. \$/U

MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (")	MANO DE OBRA	\$/M. O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL
A Armado de tablero ppal.	480	1 Of. Esp. 2379,64	X	8,00	= \$ 19.037,09
		1 Oficial 2028,58	X	8,00	= \$ 16.228,67
		1 Ayudante 1715,14	X	8,00	= \$ 13.721,15
				TOTAL	= \$ 48.986,91
				TOTAL FINAL \$/U	= \$ 48.986,91

MATERIALES	U	abr-23	ICC a mes-	UNIDAD	TOTAL \$/U
A T. ppal. Completo. -- circ x tablero -- kW c/u	\$/U	\$ 501.983,98	X 1,000	\$/U	= \$ 501.983,98
B Mampostería para tablero principal	\$/U	\$ 24.322,40	X 1,000	U/U	= \$ 24.322,40
					\$ 526.306,38

ITEM Nº 4 ZANIEO [EXCAVACIÓN Y TAP.] \$/ml

MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (")	MANO DE OBRA	\$/M. O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL
A Zanjeo	2	1 Of. Esp. 2379,64	X	0,03	= \$ 79,32
		1 Oficial 2028,58	X	0,03	= \$ 67,62
		2 Ayudante 1715,14	X	0,03	= \$ 114,34
				TOTAL	= \$ 261,28
				TOTAL FINAL \$/ml	= \$ 261,28

MATERIALES	U	COSTO	CANT.	UNIDAD	TOTAL PARCIAL
A Arena para Hormigón	\$/m³	\$ 3.157,66	X 0,015	m³/ml	= \$ 47,36
B Ladrillo común	\$/U	\$ 441,20	X 24	U/ml	= \$ 988,75
					\$ 1.036,11

ITEM Nº 5 TUNELEO P/CRUCE DE CALZADA \$/ml

MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (")	MANO DE OBRA	\$/M. O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL
A Zanjeo de pozo de ataque	70	1 Of. Esp. 2379,64	X	1,17	= \$ 2.776,24
		1 Oficial 2028,58	X	1,17	= \$ 2.366,68
		1 Ayudante 1715,14	X	1,17	= \$ 2.001,00
				TOTAL	= \$ 7.143,92
B Tuneleo	30	1 Of. Esp. 2379,64	X	0,50	= \$ 1.189,82
		1 Oficial 2028,58	X	0,50	= \$ 1.014,29
		2 Ayudante 1715,14	X	0,50	= \$ 1.715,14
				TOTAL	= \$ 3.919,25
				TOTAL FINAL \$/ml	= \$ 11.063,18

MATERIALES	U	COSTO	CANT.	UNIDAD	TOTAL PARCIAL
A Caño PVC Ø110 Esp. 2,2 mm	\$/ml	\$ 1.332,55	X 1	m/ml	= \$ 1.332,55
					\$ 1.332,55

ITEM Nº 6 TENDIDO DE CONDUCTORES \$/ml

MANO DE OBRA-PROCEDIMIENTO	DURACIÓN (")	MANO DE OBRA	\$/M. O.	Hrs.	TOTAL PARCIAL
A Tendido y armado	4	1 Oficial 2028,58	X	0,07	= \$ 135,24
		1 Ayudante 1715,14	X	0,07	= \$ 114,34
				TOTAL	= \$ 249,58
				TOTAL FINAL \$/ml	= \$ 249,58

A: Zanjeo	EQUIPOS	COSTO	HP	CANTIDAD	HP	COSTO TOTAL
Retroexcavadora		\$ 21.249.896,00	115	1,00	115	\$ 21.249.896,00
Costo del equipo		16.999,92	+	4.249,98	115	\$ 21.249.896,00
Amort. e Intereses:		75% de Amortización				\$ 12.749,94
Reparaciones y Repuestos		0,14 lts/HP hs	X	115	8 hs/d	\$ 12.749,94
Combustibles- Gas oil		25% de Combustible				\$ 6.814,49
Lubricantes						\$ 68.072,26
						Rendimiento
						m/Día
						\$ 283,63

A: Zanjeo para pozo de ataque	EQUIPOS	COSTO	HP	CANTIDAD	HP	COSTO TOTAL
Retroexcavadora		\$ 21.249.896,00	115	1,00	115	\$ 21.249.896,00
Tunelera		\$ 3.307.873,45	15	1,00	15	\$ 3.307.873,45
Costo del equipo		19.646,22	+	4.911,55	130	\$ 24.557.769,45
Amort. e Intereses:		75% de Amortización				\$ 14.734,66
Reparaciones y Repuestos		0,14 lts/HP hs	X	130	8 hs/d	\$ 30.813,33
Combustibles- Gas oil		25% de Combustible				\$ 7.703,33
Lubricantes						\$ 77.809,09
						Rendimiento
						m/Día
						\$ 5.187,27

Gas oil=**\$ 211,63**

Materiales	Unidad	Costo \$
ITM 6 A	\$/U	\$ 1.725,39
Bornera 4x25	\$/U	\$ 1.467,03
Terminal de Cu 2,5 mm	\$/U	\$ 77,46
Gabinete metálico estanco	\$/U	\$ 105.554,98
ITM 3x25A	\$/U	\$ 4.820,58
ID 4x63 A 100mA SUPER INMUNIZADO	\$/U	\$ 108.864,73
ITM 4x16 A	\$/U	\$ 3.414,58
ITM 2x10 A CLASE C	\$/U	\$ 2.410,29
Contactador 3 x 25 A 50/60hz	\$/U	\$ 33.005,10
Fusible NH 00 GI 50 A	\$/U	\$ 5.211,33
Fotocelula	\$/U	\$ 34.742,21
Seccionador Base Portafusible NH	\$/U	\$ 52.113,31
Llave selectora	\$/U	\$ 5.211,33
Toma corriente trifasico	\$/U	\$ 3.474,22
Toma corriente monofasico	\$/U	\$ 2.779,38
Riel DIN	\$/U	\$ 799,07
Timer Digital Programable RIEL DIN 16A	\$/U	\$ 13.896,88
Jabalina p/ acometida	\$/U	\$ 12.159,77
Caja de inspección jabalina	\$/U	\$ 5.211,33
Porta foco y lámpara de LED 8W	\$/U	\$ 4.169,06
Terminales de Cu	\$/U	\$ 1.389,69
Mamp. Ladrillos ceramicos e= 12cm	\$/m ²	\$ 6.306,25
Hº de nivelación	\$/m ²	\$ 6.003,56
Losa de apoyo	\$/m ³	\$ 114.173,98
Columna H= 7,00m libre-brazo l=2,50m	\$/U	\$ 118.661,18
Columna H= 9,00m libre-brazo l=2,50m	\$/U	\$ 239.559,60
Columna H= 11,00m libre-brazo l=2,50m	\$/U	\$ 269.069,34
Columna H= 11,00m libre-2 brazos l=2,50m	\$/U	\$ 308.058,21
Caño PVC Ø110 Esp. 2,2 mm	\$/ml	\$ 1.332,55
Arena para Hormigón	\$/m ³	\$ 3.157,66
Canto rodado (Yacimiento)	\$/m ³	\$ 12.305,77
Cemento portland normal	\$/Tn	\$ 49.194,57
Clavos y alambres	\$/Kg	\$ 706,77
Madera para enconfrado	\$/m ³	\$ 79.089,78
Puesta a tierra	\$/U	\$ 6.817,53
Conductor 4x50mm ²	\$/ml	\$ 18.760,79
Conductor 4x35mm ²	\$/ml	\$ 15.646,50
Conductor 4x25mm ²	\$/ml	\$ 11.218,95
Conductor 4x16mm ²	\$/ml	\$ 6.678,84
Conductor 4x10mm ²	\$/ml	\$ 4.503,26
Conductor 4x6mm ²	\$/ml	\$ 2.509,85
Conductor 3x6mm ²	\$/ml	\$ 2.101,21
Conductor 2x6mm ²	\$/ml	\$ 1.688,47
Conductor 4x4mm ²	\$/ml	\$ 1.980,15
Conductor 3x4mm ²	\$/ml	\$ 1.313,26
Conductor 2x4mm ²	\$/ml	\$ 1.163,17
Conductor 2x2,5mm ²	\$/ml	\$ 750,43

Luminaria LED 20W solar + panel y batería	\$/U	\$ 141.909,50
Luminaria LED 170W Efic. Mín. 120Lm/W <4000K	\$/U	\$ 110.633,69
Luminaria LED 200W Efic. Mín. 120Lm/W <4000K	\$/U	\$ 144.400,30
Luminaria LED 250W Efic. Mín. 120Lm/W <4000K	\$/U	\$ 652.697,16
Ladrillo común	\$/U	\$ 41,20
Trifásico 15kVA	\$/U	\$ 3.632.675,27
Trifásico 10kVA	\$/U	\$ 2.131.017,95
Trifásico 5kVA	\$/U	\$ 1.373.322,68
Luminaria completa	\$/U	\$ 34.967,82
Tulipa para luminaria cilicio boricado	\$/U	\$ 20.845,32
Ignitor-Capacitor-Balasto-Lampara	\$/U	\$ 6.901,54
lampara SAP 250 w	\$/U	\$ 8.685,55
lampara SAP 400 w	\$/U	\$ 16.676,26
ITM UNP 10A CLASE B	\$/U	\$ 2.254,50
Luminaria LED 150W Efic. Mín. 120Lm/W <4000K	\$/U	\$ 91.000,00
Luminaria LED 100W Efic. Mín. 120Lm/W <4000K	\$/U	\$ 58.700,00
Fuente: Direccion Provincial de Vialidad de la Provincia de Entre Ríos.		

Tablero interno columnas				
Materiales	Cantidad	Unidad	Costo \$	SubTotal
ITM 6 A	1	U	1725,39	1725,386098
Conductor 2x2,5mm ²	6	m	\$ 750,43	4502,58989
Bornera 4x25	1	U	1467,03	1467,030063
Terminal de Cu 2,5 mm	6	U	77,46	464,7551238
			TOTAL=	\$ 8.159,76

T. ppal. Completo. -- circ x tablero -- kW c/u				
Materiales	Cantidad	Unidad	Costo \$	SubTotal
Gabinete metálico estanco	1	U	\$ 105.554,98	\$ 105.554,98
ITM 3x25 A	2	U	\$ 4.820,58	\$ 9.641,16
ID 4x63 A 100mA SUPER INMUNIZADO	1	U	\$ 108.864,73	\$ 108.864,73
ITM 4x16 A	0	U	\$ 3.414,58	\$ 0,00
ITM 2x10 A CLASE C	3	U	\$ 2.410,29	\$ 7.230,87
Contactador 3 x 25 A 50/60hz	3	U	\$ 33.005,10	\$ 99.015,29
Fusible NH 00 GI 50 A	4	U	\$ 5.211,33	\$ 20.845,32
Fotocelula	1	U	\$ 34.742,21	\$ 34.742,21
Seccionador Base Portafusible NH	1	U	\$ 52.113,31	\$ 52.113,31
Llave selectora	1	U	\$ 5.211,33	\$ 5.211,33
Toma corriente trifasico	1	U	\$ 3.474,22	\$ 3.474,22
Toma corriente monofasico	1	U	\$ 2.779,38	\$ 2.779,38
Caño PVC 110 mm ²	4	m	\$ 1.332,55	\$ 5.330,19
Riel DIN	2	U	\$ 799,07	\$ 1.598,14
Timer Digital Programable RIEL DIN 16A	0	U	\$ 13.896,88	\$ 0,00
Jabalina p/ acometida	1	U	\$ 12.159,77	\$ 12.159,77
Caja de inspección jabalina	1	U	\$ 5.211,33	\$ 5.211,33
Porta foco y lámpara de LED 8W	1	U	\$ 4.169,06	\$ 4.169,06
ITM UNP 10A CLASE B	9	U	\$ 2.254,50	\$ 20.290,54
Conductor 2x2,5 mm ²	5	m	\$ 750,43	\$ 3.752,16
Terminales de Cu	20	U	\$ 1.389,69	\$ 27.793,76
			TOTAL=	\$ 501.983,98

Mamposteria para tablero principal				
Materiales	Cantidad	Unidad	\$	SubTotal
Mamp. Ladrillos ceramicos e= 12cm	2,89	m ²	6306,25	18225,0625
Hº de nivelación	0,35	m ²	6003,56	2101,246715
Losa de apoyo	0,035	m ³	114173,98	3996,089216
			TOTAL=	\$ 24.322,40

Fuente: Direccion Provincial de Vialidad de la Provincia de Entre Ríos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL REGIONAL PARANÁ

Proyecto Final

Componentes para Sistema en Isla								
Valor del Dólar Oficial	\$	221,00	14/4/2023	\$	480,68			
ITEM	MODELO	COSTO INTERNACIONAL	ARANCELES IMPORTACION	IMPUESTOS INTERNOS	COSTO NACIONALIZADO	COSTO EN PESOS	COSTO TOTAL	
9	Módulo FV Trina Solar Vertex 665W monocristalino	TSM-XXXDEG21C.20	US\$199,50	US\$99,75	US\$89,78	US\$389,03	85.974,53	\$ 773.770,73
7	Bateria LIFEPO4 48V 200Ah	SBS 48200- 48V 200Ah	US\$1.950,00	US\$975,00	US\$877,50	US\$3.802,50	840.352,50	\$ 5.882.467,50
1	Inversor Solar 48V 5600W	ICD-5.6K-48P	US\$365,00	US\$182,50	US\$164,25	US\$711,75	157.296,75	\$ 157.296,75
1	Contenedor seco tipo marítimo	40' Estándar	-	-	-	-	803.254,00	\$ 803.254,00
2	Estructura de soporte	Kit Riel Estructura- Montaje 4-5paneles	-	-	-	-	91.500,00	\$ 183.000,00
1	Protecciones Tablero de Mando y Control lado CC		-	-	-	-	89.620,74	\$ 89.620,74
					TOTAL (\$)		2.067.998,52	\$ 7.889.409,72
					TOTAL (USD)		US\$9.357,46	US\$35.698,69
	Protecciones Tablero de Mando y Control lado CC + 7 x Bateria LIFEPO4 48V 200Ah + Inversor 48V 5600W						6.129.384,99	\$
	Contenedor seco tipo marítimo (40' Estándar) + 9 x Módulo FV 665W monocristalino + 2 Estructura de soporte (Kit Riel Estructura- Montaje 4-5paneles)						1.760.024,73	\$

Componentes para Sistema Autonomo								
ITEM	MODELO	COSTO INTERNACIONAL	ARANCELES IMPORTACION	IMPUESTOS INTERNOS	COSTO NACIONALIZADO	COSTO EN PESOS	COSTO TOTAL	
1	Columna PRFV Autonomo	-	-	-	-	\$ 214.482,80	\$ 214.482,80	
1	Brazo pescante 2,5m acero diam 60mm	-	-	-	-	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	
1	Bateria BlueCarbon 24V 200Ah	US\$1.668,00	US\$834,00	US\$750,60	US\$3.252,60	718.824,60	\$ 718.824,60	
1	Módulo FV 440W monocristalino	US\$132,00	US\$66,00	US\$59,40	US\$257,40	56.885,40	\$ 56.885,40	
1	INVERSOS ENERTIK 150W 24V A 220V ONDA MODIFICADA	-	-	-	-	42.237,00	\$ 42.237,00	
1	Estructura de soporte	Estructura Columna 1 Panel Solar 17H1	US\$394,50	US\$197,25	US\$177,53	US\$769,28	170.009,78	\$ 170.009,78
1	Protecciones Tablero de Mando y Control lado CC	-	-	-	-	38.479,00	\$ 38.479,00	
					TOTAL (\$)	1.250.918,58	\$ 1.250.918,58	
					TOTAL (USD)	US\$5.660,27	US\$5.660,27	
	Columna PRFV H=9m + Brazo pescante 2,5m acero diam 60mm					224.482,80	\$	
	Luminaria Led 100W Efic. Min. 120Lm/W + Módulo FV 440W monocristalino + Estructura de soporte					285.595,18	\$	
	Protecciones Tablero de Mando y Control lado CC + Bateria 24V 200Ah + Inversor 150W 24V A 220V Onda Modificada					799.540,60	\$	

ENLACE REFERENCIA

<https://www.jea.com.ar/producto/brazo-pescante-1-5m-galvanizado-60mm-para-columna-modelos-136-155-162-180-182-184-186/>
<https://es.aliexpress.com/item/e10dqaE7X>
<https://www.moreosolar.com/Trina-Solar-Vertex-Mono-Photovoltaic-Panels-650w-665w-660W-670W-Solar-Energy-Panel-Price-pd46600763.html>
[Conversor Inversor Transformador 24V 220V 150W](#)
<https://autosolar.es/estructuras-elevadas/estructura-columna-1-panel-solar-17h1>
[Tablero estanco \(acero\) para control y mando + Otros\(cables-conectores-punteras\)](#)
<https://www.moreosolar.com/Trina-Solar-Vertex-Mono-Photovoltaic-Panels-650w-665w-660W-670W-Solar-Energy-Panel-Price-pd46600763.html>
<https://es.aliexpress.com/item/1005004984583341.html>
<https://es.aliexpress.com/item/100500524982884.html>
https://vehiculo.mercadolibre.com.ar/MLA-1229229610-contenedores-maritimos-tipo-40-st- JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=9a6f8160-5c76-4d6b-8f49-65babebf60b
https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-853933229-kit-riel-estructura-montaje-para-4-paneles-solares-en-techo- JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=bf998b68-d992-40b6-90ff-0fc41c1642c8
<https://ar.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/A9L40271>

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL REGIONAL PARANÁ

Proyecto Final

SunEarthTools.com
 coordinar: -32.1017713, -59.2932465
 ubicación: -32.10177130, -59.29324650

January 2023				February 2023				March 2023				April 2023				
Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	
01 Sun	05:54:19AM	08:06:57PM	09:47:22AM	01 Wed	06:21:55AM	07:59:06PM	10:22:49AM	01	10:22:49 Wed	06:46:20	19:32:10	11:14:10AM	01 Sat	07:08:34	18:53:07	12:15:27PM
02 Mon	05:55:04AM	08:07:09PM	09:47:55AM	02 Thu	06:22:51AM	07:58:24PM	10:24:27AM	02	10:24:27 02 Thu	06:47:07	19:31:00	11:16:07AM	02 Sun	07:09:15	18:51:51	12:17:24PM
03 Tue	05:55:49AM	08:07:18PM	09:48:31AM	03 Fri	06:23:48AM	07:57:41PM	10:26:07AM	03	10:26:07 03 Fri	06:47:54	19:29:48	11:18:06AM	03 Mon	07:09:55	18:50:35	12:19:20PM
04 Wed	05:56:35AM	08:07:26PM	09:49:09AM	04 Sat	06:24:44AM	07:56:57PM	10:27:47AM	04	10:27:47 04 Sat	06:48:40	19:28:36	11:20:04AM	04 Tue	07:10:36	18:49:20	12:21:16PM
05 Thu	05:57:22AM	08:07:31PM	09:49:51AM	05 Sun	06:25:39AM	07:56:11PM	10:29:28AM	05	10:29:28 05 Sun	06:49:26	19:27:24	11:22:02AM	05 Wed	07:11:16	18:48:05	12:23:11PM
06 Fri	05:58:10AM	08:07:36PM	09:50:34AM	06 Mon	06:26:35AM	07:55:24PM	10:31:11AM	06	10:31:11 Mon	06:50:12	19:26:10	11:24:02AM	06 Thu	07:11:57	18:46:50	12:25:07PM
07 Sat	05:58:59AM	08:07:38PM	09:51:21AM	07 Tue	06:27:30AM	07:54:35PM	10:32:55AM	07	10:32:55 07 Tue	06:50:57	19:24:57	11:26:00AM	07 Fri	07:12:37	18:45:36	12:27:01PM
08 Sun	05:59:49AM	08:07:38PM	09:52:11AM	08 Wed	06:28:25AM	07:53:45PM	10:34:40AM	08	10:34:40 Wed	06:51:42	19:23:43	11:27:59AM	08 Sat	07:13:18	18:44:23	12:28:55PM
09 Mon	06:00:40AM	08:07:37PM	09:53:03AM	09 Thu	06:29:20AM	07:52:54PM	10:36:26AM	09	10:36:26 09 Thu	06:52:27	19:22:28	11:29:59AM	09 Sun	07:13:58	18:43:09	12:30:49PM
10 Tue	06:01:31AM	08:07:34PM	09:53:57AM	10 Fri	06:30:15AM	07:52:02PM	10:38:13AM	10	10:38:13 10 Fri	06:53:11	19:21:14	11:31:57AM	10 Mon	07:14:39	18:41:57	12:32:42PM
11 Wed	06:02:23AM	08:07:29PM	09:54:54AM	11 Sat	06:31:09AM	07:51:08PM	10:40:01AM	11	10:40:01 11 Sat	06:53:56	19:19:58	11:33:58AM	11 Tue	07:15:19	18:40:44	12:34:35PM
12 Thu	06:03:16AM	08:07:22PM	09:55:54AM	12 Sun	06:32:03AM	07:50:13PM	10:41:50AM	12	10:41:50 12 Sun	06:54:39	19:18:43	11:35:56AM	12 Wed	07:16:00	18:39:33	12:36:27PM
13 Fri	06:04:09AM	08:07:14PM	09:56:55AM	13 Mon	06:32:56AM	07:49:17PM	10:43:39AM	13	10:43:39 Mon	06:55:23	19:17:27	11:37:56AM	13 Thu	07:16:41	18:38:22	12:38:19PM
14 Sat	06:05:03AM	08:07:04PM	09:57:59AM	14 Tue	06:33:49AM	07:48:20PM	10:45:29AM	14	10:45:29 14 Tue	06:56:06	19:16:11	11:39:55AM	14 Fri	07:17:22	18:37:11	12:40:11PM
15 Sun	06:05:57AM	08:06:52PM	09:59:05AM	15 Wed	06:34:42AM	07:47:22PM	10:47:20AM	15	10:47:20 Wed	06:56:49	19:14:54	11:41:55AM	15 Sat	07:18:02	18:36:01	12:42:01PM
16 Mon	06:06:52AM	08:06:38PM	10:00:14AM	16 Thu	06:35:34AM	07:46:23PM	10:49:11AM	16	10:49:11 16 Thu	06:57:32	19:13:38	11:43:54AM	16 Sun	07:18:43	18:34:52	12:43:51PM
17 Tue	06:07:47AM	08:06:22PM	10:01:25AM	17 Fri	06:36:26AM	07:45:23PM	10:51:03AM	17	10:51:03 17 Fri	06:58:15	19:12:21	11:45:54AM	17 Mon	07:19:24	18:33:43	12:45:41PM
18 Wed	06:08:42AM	08:06:05PM	10:02:37AM	18 Sat	06:37:18AM	07:44:21PM	10:52:57AM	18	10:52:57 18 Sat	06:58:57	19:11:04	11:47:53AM	18 Tue	07:20:05	18:32:35	12:47:30PM
19 Thu	06:09:38AM	08:05:46PM	10:03:52AM	19 Sun	06:38:09AM	07:43:19PM	10:54:50AM	19	10:54:50 19 Sun	06:59:39	19:09:47	11:49:52AM	19 Wed	07:20:47	18:31:28	12:49:19PM
20 Fri	06:10:34AM	08:05:25PM	10:05:09AM	20 Mon	06:39:00AM	07:42:16PM	10:56:44AM	20	10:56:44 Mon	07:00:21	19:08:30	11:51:51AM	20 Thu	07:21:28	18:30:22	12:51:06PM
21 Sat	06:11:30AM	08:05:02PM	10:06:28AM	21 Tue	06:39:51AM	07:41:12PM	10:58:39AM	21	10:58:39 21 Tue	07:01:03	19:07:13	11:53:50AM	21 Fri	07:22:09	18:29:16	12:52:53PM
22 Sun	06:12:27AM	08:04:38PM	10:07:49AM	22 Wed	06:40:41AM	07:40:07PM	11:00:34AM	22	11:00:34 Wed	07:01:44	19:05:55	11:55:49AM	22 Sat	07:22:50	18:28:11	12:54:39PM
23 Mon	06:13:23AM	08:04:12PM	10:09:11AM	23 Thu	06:41:30AM	07:39:01PM	11:02:29AM	23	11:02:29 23 Thu	07:02:26	19:04:38	11:57:48AM	23 Sun	07:23:32	18:27:08	12:56:24PM
24 Tue	06:14:20AM	08:03:45PM	10:10:35AM	24 Fri	06:42:20AM	07:37:55PM	11:04:25AM	24	11:04:25 24 Fri	07:03:07	19:03:21	11:59:46AM	24 Mon	07:24:13	18:26:04	12:58:09PM
25 Wed	06:15:17AM	08:03:15PM	10:12:02AM	25 Sat	06:43:09AM	07:36:47PM	11:06:22AM	25	11:06:22 25 Sat	07:03:48	19:02:04	12:01:44PM	25 Tue	07:24:55	18:25:02	12:59:53PM
26 Thu	06:16:14AM	08:02:44PM	10:13:30AM	26 Sun	06:43:57AM	07:35:39PM	11:08:18AM	26	11:08:18 26 Sun	07:04:29	19:00:47	12:03:42PM	26 Wed	07:25:36	18:24:01	01:01:35PM
27 Fri	06:17:11AM	08:02:12PM	10:14:59AM	27 Mon	06:44:45AM	07:34:30PM	11:10:15AM	27	11:10:15 Mon	07:05:10	18:59:29	12:05:41PM	27 Thu	07:26:18	18:23:01	01:03:17PM
28 Sat	06:18:08AM	08:01:38PM	10:16:30AM	28 Tue	06:45:33AM	07:33:21PM	11:12:12AM	28	11:12:12 28 Tue	07:05:51	18:58:13	12:07:38PM	28 Fri	07:27:00	18:22:01	01:04:59PM
29 Sun	06:19:05AM	08:01:02PM	10:18:03AM	29 Mon	06:20:02AM	08:00:25PM	10:19:37AM	29	00:00:00 Wed	07:06:32	18:56:56	12:09:36PM	29 Sat	07:27:41	18:21:03	01:06:38PM
30 Mon	06:20:02AM	08:00:25PM	10:19:37AM	30 Tue	06:20:58AM	07:59:46PM	10:21:12AM	30	00:00:00 30 Thu	07:07:13	18:55:39	12:11:34PM	30 Sun	07:28:23	18:20:05	01:08:18PM
31 Tue	06:20:58AM	07:59:46PM	10:21:12AM					31	00:00:00 31 Fri	07:07:53	18:54:23	12:13:30PM				
		Total Horas:	310:51:54			Total Horas:	301:50:21				Total Horas:	363:40:08			Total Horas:	381:16:57

May-23				June 2023				July 2023				August 2023			
Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS
01 Mon	07:29:05	18:19:09	01:09:56PM	01 Thu	07:49:30	18:00:24	01:49:06PM	01 Sat	07:58:41	18:03:32	01:55:09PM	01 Tue	07:46:26	18:20:59	01:25:27PM
02 Tue	07:29:47	18:18:14	01:11:33PM	02 Fri	07:50:03	18:00:10	01:49:53PM	02 Sun	07:58:40	18:03:57	01:54:43PM	02 Wed	07:45:39	18:21:38	01:24:01PM
03 Wed	07:30:29	18:17:19	01:13:10PM	03 Sat	07:50:35	17:59:58	01:50:37PM	03 Mon	07:58:37	18:04:23	01:54:14PM	03 Thu	07:44:51	18:22:17	01:22:34PM
04 Thu	07:31:11	18:16:26	01:14:45PM	04 Sun	07:51:07	17:59:47	01:51:20PM	04 Tue	07:58:33	18:04:49	01:53:44PM	04 Fri	07:44:02	18:22:55	01:21:07PM
05 Fri	07:31:53	18:15:34	01:16:19PM	05 Mon	07:51:37	17:59:38	01:51:59PM	05 Wed	07:58:27	18:05:16	01:53:11PM	05 Sat	07:43:12	18:23:34	01:19:38PM
06 Sat	07:32:34	18:14:44	01:17:50PM	06 Tue	07:52:07	17:59:30	01:52:37PM	06 Thu	07:58:20	18:05:45	01:52:35PM	06 Sun	07:42:21	18:24:13	01:18:08PM
07 Sun	07:33:16	18:13:54	01:19:22PM	07 Wed	07:52:36	17:59:24	01:53:12PM	07 Fri	07:58:11	18:06:13	01:51:58PM	07 Mon	07:41:28	18:24:52	01:16:36PM
08 Mon	07:33:58	18:13:05	01:20:53PM	08 Thu	07:53:05	17:59:19	01:53:46PM	08 Sat	07:58:01	18:06:43	01:51:18PM	08 Tue	07:40:34	18:25:31	01:15:03PM
09 Tue	07:34:40	18:12:18	01:22:22PM	09 Fri	07:53:32	17:59:15	01:54:17PM	09 Sun	07:57:49	18:07:14	01:50:35PM	09 Wed	07:39:39	18:26:09	01:13:30PM
10 Wed	07:35:21	18:11:32	01:23:49PM	10 Sat	07:53:58	17:59:13	01:54:45PM	10 Thu	07:57:35	18:07:45	01:49:50PM	10 Thu	07:38:43	18:26:48	01:11:55PM
11 Thu	07:36:03	18:10:47	01:25:16PM	11 Sun	07:54:24	17:59:13	01:55:11PM	11 Tue	07:57:21	18:08:16	01:49:05PM	11 Fri	07:37:46	18:27:27	01:10:19PM
12 Fri	07:36:44	18:10:04	01:26:40PM	12 Mon	07:54:48	17:59:14	01:55:34PM	12 Wed	07:57:04	18:08:49	01:48:15PM	12 Sat	07:36:48	18:28:05	01:08:43PM
13 Sat	07:37:25	18:09:22	01:28:03PM	13 Tue	07:55:11	17:59:16	01:55:55PM	13 Thu	07:56:46	18:09:22	01:47:24PM	13 Sun	07:35:48	18:28:44	01:07:04PM
14 Sun	07:38:06	18:08:41	01:29:25PM	14 Wed	07:55:33	17:59:19	01:56:14PM	14 Fri	07:56:27	18:09:55	01:46:32PM	14 Mon	07:34:48	18:29:22	01:05:26PM
15 Mon	07:38:47	18:08:01	01:30:46PM	15 Thu	07:55:55	17:59:24	01:56:31PM	15 Sat	07:56:06	18:10:29	01:45:37PM	15 Tue	07:33:47	18:30:00	01:03:47PM
16 Tue	07:39:28	18:07:23	01:32:05PM	16 Fri	07:56:15	17:59:31	01:56:44PM	16 Sun	07:55:43	18:11:04	01:44:39PM	16 Wed	07:32:45	18:30:39	01:02:06PM
17 Wed	07:40:08	18:06:46	01:33:22PM	17 Sat	07:56:33	17:59:38	01:56:55PM	17 Thu	07:55:19	18:11:38	01:43:41PM	17 Thu	07:31:41	18:31:17	01:00:24PM
18 Thu	07:40:49	18:06:10	01:34:39PM	18 Sun	07:56:51	17:59:47	01:57:04PM	18 Tue	07:54:54	18:12:14	01:42:40PM	18 Fri	07:30:37	18:31:55	12:58:42PM
19 Fri	07:41:29	18:05:36	01:35:53PM	19 Mon	07:57:07	17:59:57	01:57:10PM	19 Wed	07:54:27	18:12:50	01:41:37PM	19 Sat	07:29:32	18:32:33	12:56:59PM
20 Sat	07:42:08	18:05:04	01:37:04PM	20 Tue	07:57:23	18:00:09	01:57:14PM	20 Thu	07:53:58	18:13:26	01:40:32PM	20 Sun	07:28:26	18:33:1	

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL REGIONAL PARANÁ

Proyecto Final

September 2023				October 2023				November 2023				December 2023			
Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS	Fecha	Sunrise	Puesta de sol	HORAS NOCTURNAS
01 Fri	07:14:17	18:40:36	12:33:41:PM	01 Sun	06:35:04	18:59:11	11:35:53:AM	01 Wed	07:47:11	18:20:21	10:37:08:AM	01 Fri	05:43:36	19:49:01	09:54:35:AM
02 Sat	07:13:02	18:41:13	12:31:49:PM	02 Mon	06:33:46	18:59:51	11:33:55:AM	02 Thu	05:58:42	19:23:18	10:35:24:AM	02 Sat	05:43:30	19:49:51	09:53:39:AM
03 Sun	07:11:47	18:41:50	12:29:57:PM	03 Tue	06:32:29	19:00:31	11:31:58:AM	03 Fri	05:57:49	19:24:10	10:33:39:AM	03 Sun	05:43:27	19:50:41	09:52:46:AM
04 Mon	07:10:31	18:42:26	12:28:05:PM	04 Wed	06:31:11	19:01:11	11:30:00:AM	04 Sat	05:56:58	19:25:01	10:31:57:AM	04 Mon	05:43:25	19:51:30	09:51:55:AM
05 Tue	07:09:15	18:43:03	12:26:12:PM	05 Thu	06:29:54	19:01:51	11:28:03:AM	05 Sun	05:56:08	19:25:54	10:30:14:AM	05 Tue	05:43:25	19:52:18	09:51:07:AM
06 Wed	07:07:58	18:43:39	12:24:19:PM	06 Fri	06:28:38	19:02:32	11:26:06:AM	06 Mon	05:55:19	19:26:46	10:28:33:AM	06 Wed	05:43:27	19:53:06	09:50:21:AM
07 Thu	07:06:41	18:44:15	12:22:26:PM	07 Sat	06:27:22	19:03:13	11:24:09:AM	07 Tue	05:54:32	19:27:39	10:26:53:AM	07 Thu	05:43:30	19:53:53	09:49:37:AM
08 Fri	07:05:23	18:44:52	12:20:31:PM	08 Sun	06:26:07	19:03:55	11:22:12:AM	08 Wed	05:53:46	19:28:32	10:25:14:AM	08 Fri	05:43:36	19:54:39	09:48:57:AM
09 Sat	07:04:06	18:45:28	12:18:38:PM	09 Mon	06:24:52	19:04:37	11:20:15:AM	09 Thu	05:53:02	19:29:25	10:23:37:AM	09 Sat	05:43:43	19:55:24	09:48:19:AM
10 Sun	07:02:47	18:46:05	12:16:42:PM	10 Tue	06:23:37	19:05:19	11:18:18:AM	10 Fri	05:52:19	19:30:19	10:22:00:AM	10 Sun	05:43:52	19:56:08	09:47:44:AM
11 Mon	07:01:29	18:46:41	12:14:48:PM	11 Wed	06:22:23	19:06:01	11:16:22:AM	11 Sat	05:51:38	19:31:13	10:20:25:AM	11 Mon	05:44:03	19:56:51	09:47:12:AM
12 Tue	07:00:10	18:47:17	12:12:53:PM	12 Thu	06:21:10	19:06:44	11:14:26:AM	12 Sun	05:50:58	19:32:07	10:18:51:AM	12 Tue	05:44:16	19:57:33	09:46:43:AM
13 Wed	06:58:52	18:47:54	12:10:58:PM	13 Fri	06:19:57	19:07:28	11:12:29:AM	13 Mon	05:50:19	19:33:01	10:17:18:AM	13 Wed	05:44:31	19:58:14	09:46:17:AM
14 Thu	06:57:32	18:48:30	12:09:02:PM	14 Sat	06:18:45	19:08:11	11:10:34:AM	14 Tue	05:49:42	19:33:55	10:15:47:AM	14 Thu	05:44:47	19:58:53	09:45:54:AM
15 Fri	06:56:13	18:49:07	12:07:06:PM	15 Sun	06:17:34	19:08:55	11:08:39:AM	15 Thu	05:49:07	19:34:49	10:14:18:AM	15 Fri	05:45:05	19:59:32	09:45:33:AM
16 Sat	06:54:54	18:49:44	12:05:10:PM	16 Mon	06:16:23	19:09:40	11:06:43:AM	16 Sun	05:48:34	19:35:43	10:12:51:AM	16 Sat	05:45:25	20:00:10	09:45:15:AM
17 Sun	06:53:34	18:50:20	12:03:14:PM	17 Tue	06:15:13	19:10:25	11:04:48:AM	17 Fri	05:48:02	19:36:38	10:11:24:AM	17 Sun	05:45:46	20:00:46	09:45:00:AM
18 Mon	06:52:15	18:50:57	12:01:18:PM	18 Wed	06:14:04	19:11:10	11:02:54:AM	18 Sat	05:47:31	19:37:32	10:09:59:AM	18 Mon	05:46:09	20:01:21	09:44:48:AM
19 Tue	06:50:55	18:51:34	11:59:21:AM	19 Thu	06:12:56	19:11:56	11:01:00:AM	19 Sun	05:47:03	19:38:26	10:08:37:AM	19 Tue	05:46:34	20:01:54	09:44:40:AM
20 Wed	06:49:35	18:52:11	11:57:24:AM	20 Fri	06:11:48	19:12:42	10:59:06:AM	20 Mon	05:46:36	19:39:21	10:07:15:AM	20 Wed	05:47:00	20:02:26	09:44:34:AM
21 Thu	06:48:16	18:52:49	11:55:27:AM	21 Sat	06:10:42	19:13:28	10:57:14:AM	21 Tue	05:46:10	19:40:15	10:05:55:AM	21 Thu	05:47:28	20:02:57	09:44:31:AM
22 Fri	06:46:56	18:53:26	11:53:30:AM	22 Sun	06:09:36	19:14:15	10:55:21:AM	22 Wed	05:45:47	19:41:09	10:04:38:AM	22 Fri	05:47:57	20:03:27	09:44:30:AM
23 Sat	06:45:36	18:54:04	11:51:32:AM	23 Mon	06:08:31	19:15:03	10:53:28:AM	23 Thu	05:45:25	19:42:02	10:03:23:AM	23 Sat	05:48:28	20:03:55	09:44:33:AM
24 Sun	06:44:17	18:54:41	11:49:36:AM	24 Tue	06:07:28	19:15:50	10:51:38:AM	24 Fri	05:45:05	19:42:56	10:02:09:AM	24 Sun	05:49:01	20:04:21	09:44:40:AM
25 Mon	06:42:57	18:55:19	11:47:38:AM	25 Wed	06:06:25	19:16:38	10:49:47:AM	25 Sat	05:44:47	19:43:49	10:00:58:AM	25 Mon	05:49:35	20:04:46	09:44:49:AM
26 Tue	06:41:38	18:55:57	11:45:41:AM	26 Thu	06:05:23	19:17:27	10:47:56:AM	26 Sun	05:44:31	19:44:42	09:59:49:AM	26 Tue	05:50:10	20:05:09	09:45:01:AM
27 Wed	06:40:19	18:56:36	11:43:43:AM	27 Fri	06:04:22	19:18:16	10:46:06:AM	27 Mon	05:44:16	19:45:35	09:58:41:AM	27 Wed	05:50:46	20:05:31	09:45:15:AM
28 Thu	06:39:00	18:57:14	11:41:46:AM	28 Sat	06:03:23	19:19:05	10:44:18:AM	28 Tue	05:44:03	19:46:27	09:57:36:AM	28 Thu	05:51:24	20:05:51	09:45:33:AM
29 Fri	06:37:41	18:57:53	11:39:48:AM	29 Sun	06:02:24	19:19:55	10:42:29:AM	29 Wed	05:43:52	19:47:19	09:56:33:AM	29 Fri	05:52:04	20:06:09	09:45:55:AM
30 Sat	06:36:22	18:58:32	11:37:50:AM	30 Mon	06:01:27	19:20:45	10:40:42:AM	30 Thu	05:43:43	19:48:10	09:55:33:AM	30 Sat	05:52:44	20:06:26	09:46:18:AM
			12:00:00:AM	31 Tue	06:00:30	19:21:36	10:38:54:AM				12:00:00:AM	31 Sun	05:53:26	20:06:41	09:46:45:AM
Total Horas:			387:00:05	Total Horas:			344:35:43	Total Horas:			331:16:39	Total Horas:			303:22:46

Bibliografía

- Asociación de Fábricas de Automotores. (2023). *adefa.org.ar*. (ADEFA, Productor, & Sueños Digitales Argentina) Obtenido de <http://adefa.org.ar/es/estadisticas-anuarios>
- Asociación Electrotécnica Argentina. (2018). *Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas de alumbrado público*. Buenos Aires: AEA.
- Austro Energy Store. (2023). *austro.com.ar*. Obtenido de <https://www.austro.com.ar/sistemas-off-grid-aislado-la-red/>
- Autosolar Energy Solutions SLU. (s.f.). *autosolar.es*. Obtenido de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-regulador-mppt>
- Banco de la Nación Argentina. (2023). *bn.com.ar*. Obtenido de <https://www.bn.com.ar/Simulador/SubInterna/NacionDestinoLibre?subInterna=SimuladorPrestamosNacionDestinoLibre>
- Banco Entre Ríos. (2023). Obtenido de <https://www.bancoentrieros.com.ar/empresas>
- Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad Para Obras Civiles del Sistema INTI. (9 de 2001). Tablas de Perfiles laminados y Tubos estructurales para aplicaciones de los reglamentos CIRSOC 301 y 302. Buenos Aires, Argentina: INTI - CIRSOC.
- DIALux. (s.f.). *dialux.com*. Obtenido de Software libre de diseño de iluminación: <https://www.dialux.com/es-ES/>
- Dirección Nacional de Vialidad. (2018). Pliego complementario de especificaciones. *Condiciones Generales*. Buenos Aires, Argentina: DNV.
- Dirección Nacional de Vialidad. (s.f.). *transito.vialidad.gob.ar*. Recuperado el 2022, de http://transito.vialidad.gob.ar:8080/SelCE_WEB/tmda.html
- Dirección Provincial de Vialidad Entre Ríos. (2017). Pliego de Especificaciones Técnicas. *Sistema de Iluminación*. Entre Ríos, Argentina: DPV.
- Eaton Industries Manufacturing GmbH. (Octubre 2014). *Guía de aplicaciones fotovoltaicas de Bussmann*. Reino Unido: Eaton.eu.
- El País. (12/2011). Cuando las placas fotovoltaicas son más baratas que la red eléctrica.
- EMAI Sarl. (s.f.). *emai-composites.com/*. Obtenido de <https://emai-composites.com/products/>
- Energía Estratégica. (6 de Marzo de 2023). *energiaestrategica.com*. (M. Medinilla, Editor) Obtenido de <https://www.energiaestrategica.com/entre-rios-reglamento-su-ley-de-energia-electrica-sostenible-con-la-que-fomentara-las-renovables/>
- ENERSA Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima. (s.f.). *enersa.com.ar*. Obtenido de https://www.enersa.com.ar/wp-content/uploads/2023/02/2023_CUADRO-TARIFARIO_02_2023_COMPLETO_Res13-23.pdf

Entre Ríos Total. (s.f.). *entrieriostotal.com.ar*. Recuperado el 10 de 10 de 2023, de <http://www.entrieriostotal.com.ar/infraestructura/caminos.htm>

Escuela Superior de Ingenieros – San Sebastián. (17 de 10 de 2011). <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com>. Obtenido de Tecnología de los Plásticos: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/filament-winding-bobinado-de-filamento.html>

ESEficiencia. (8 de Noviembre de 2012). *Grupo Tecma Red*. Obtenido de <https://www.eseficiencia.es/2012/11/08/el-estudio-pv-grid-parity-monitor-pone-de-manifiesto>

Faires, V. M. (s.f.). *Diseño de Elementos de Máquinas*. Barcelona: Montaner y Simon S. A. cuarta edición.

FERNÁNDEZ SALGADO, JOSÉ M. (2008). *Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica*. Madrid.

Fiberpole. (31 de Marzo de 2020). *www.fiberpole.cl*. Obtenido de Postes en sistema Filament Winding: <http://www.fiberpole.cl>

Gere, J. M. (2009). *Mecánica de Materiales*. Thomson.

Global Solar Atlas - World Bank Group. (s.f.). *globalsolaratlas.info*. Obtenido de <https://globalsolaratlas.info/map>

Gobierno de Entre Ríos. (s.f.). *portal.entrierios.gov.ar*. (D. G. Informática, Editor) Obtenido de <https://www.entrierios.gov.ar/portal/index.php?codigo=32&codsubmenu=66&menu=menu&modulo=>

Hebei Wanxin FRP Products Co., Ltd. (s.f.). *es.frbpj.com*. Obtenido de https://es.frbpj.com/product-fiberglass-winding-equipment-1.html?gclid=Cj0KCQjwqP2pBhDMARIsAJQ0Czqs4Q8EzsFltJ3_I16IQqEHMtPjg3K7p6g1_msHkmY6_5J8W8gL5p8aAKT1EALw_wcB

IDAE. (1991). *Manual de Energía solar térmica*. Madrid.

IndiaMART. (s.f.). <https://m.indiamart.com>. Obtenido de Filament Winding Machine, For Composite Pipe Manufacturing: <https://m.indiamart.com/proddetail/filament-winding-machine-26225217755.html>

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (10 de 12 de 2010). Alumbrado Público AADL J 2022 - 2. Buenos Aires, Argentina: IRAM.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial CIRSOC - INTI. (2001). Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones - 102. *Reglamento CIRSOC 102*. Argentina: INTI - CIRSOC.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE. (1991). *Manual de Energía solar térmica*. Madrid.

Ministerio de Transporte, Agencia Nacional de Seguridad Vial, Observatorio Vial. (s.f.). *argentina.gob.ar*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial/observatoriovialnacional>

<https://www.argentina.gob.ar/seguridadvial/observatoriovialnacional/estadisticas-observatorio>

Owens Corning. (6 de Marzo de 2018). <https://www.thecompositeshub-india.com>. Obtenido de FILAMENT WINDING: A COST-EFFECTIVE COMPOSITES PROCESS: <https://www.thecompositeshub-india.com/filament-winding--a-cost-effective-composites-process>

Photovoltaic Geographical Information System PVGIS - European Commission. (2023). *PVGIS herramienta Online Tool pvg-tools*. Obtenido de https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en

Plaremesa. (s.f.). *plaremesa.net*. (P. S. CV, Editor) Obtenido de ¿QUÉ ES PRFV?: <https://www.plaremesa.net/que-es-prfv/>

Plaremesa. (s.f.). *plaremesa.net*. Obtenido de <https://www.plaremesa.net/que-es-prfv/>

Robert L. Mott, P. E. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Pearson.

Secretaría de Energía. (s.f.). *entrieros.gov.ar*. Obtenido de <https://www.entrieros.gov.ar/secretariadeenergia/userfiles/files/Programa%20de%20Energias%20alternativas%20.pdf>

Secretaria de Modernización Gobierno de Entre Ríos. (2022). *ods.senadoer.gob.ar*. Obtenido de <https://ods.senadoer.gob.ar/pdf/informe2022.pdf>

Solargis - Global Solar Atlas. (2017). *solargis.com*. Obtenido de Photovoltaic Electricity Potential: <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/argentina>

Sun Earth Tools. (2023). *SunEarthTools.com* Obtenido de <https://www.sunearthtools.com/es/solar/sunrise-sunset-calendar.php>

SunFields Europe. (2015). *sfe-solar.com*. (J. A. Lorenzo, Editor, & SFE SOLAR LOGISTIC S.L.) Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-seccion-de-cable-para-paneles-solares/>

Uno Entrerios (26 de Febrero de 2022). *unoentrieros.com.ar*. Obtenido de <https://www.unoentrieros.com.ar/entre-rios-esta-10-cantidad-accidentes-transito-fatales-n2711658.html>

Wikipedia. (14 de Octubre de 2022). *es.wikipedia.org*. Obtenido de Enrollado de filamentos: https://es.wikipedia.org/wiki/Enrollado_de_filamentos

Wikipedia. (15 de Mayo de 2023). *es.wikipedia.org*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Panel_fotovoltaico

Wikipedia. (21 de Noviembre de 2022). *es.wikipedia.org*. Obtenido de Material compuesto: https://es.wikipedia.org/wiki/Material_compuesto

Wikipedia.org. (2 de Marzo de 2021). *es.wikipedia.org*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sobretension_transitoria

wordpress.com. (s.f.). *wordpress.com*. Obtenido de Información acerca del PRFV: <https://prfv.wordpress.com/>