



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

“Línea suministro en media tensión (MT) y
distribución en baja tensión (BT) para nuevo
emprendimiento inmobiliario”

Proyecto N°: PFC 2203D

Autor:

Zorzenon, Federico

Tutor:

Ing. Brutton, Mario

Dirección de Proyecto:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2024

Índice general

Índice general	1
1. Resumen ejecutivo y agradecimientos	6
1.1. Resumen ejecutivo	6
1.2. Abstract	6
1.3. Agradecimientos	7
2. Introducción y situación problemática	8
2.1. Introducción	8
2.2. Situación problemática	9
3. Objetivos, alcances y plan de trabajos	10
3.1. Objetivos	10
3.2. Alcances	10
3.3. Plan de trabajos	11
3.4. Impactos a considerar	11
4. Ingeniería básica de línea subterránea de media tensión (IB LSMT)	12
4.1. Elección del tipo de línea	12
4.2. Determinación de la traza aproximada	12
4.3. Codificación y descripción de los materiales empleados	14
4.3.1. Estructura de codificación de materiales	14
4.3.2. Esquemas unifilares y típicos de montaje	16
4.3.3. Descripción de los materiales	23
4.3.3.1. Materiales de las zanjas y cabinas de inspección	23
4.3.3.1.1. Conductores subterráneos	23
4.3.3.1.2. Empalmes termocontraíbles	24
4.3.3.1.3. Materiales constructivos	24
4.3.3.2. Materiales de las acometidas	25
4.3.3.2.1. Conductores aéreos y de puesta a tierra	25
4.3.3.2.2. Conectores por presión de cuña	26

4.3.3.2.3. Cruceta y brazos	26
4.3.3.2.4. Seccionadores	27
4.3.3.2.5. Descargadores.....	28
4.3.3.2.6. Terminales de conexión.....	28
4.3.3.2.7. Chapa de protección	30
4.3.3.3. Materiales de los centros de transformación	31
4.3.3.3.1. Celdas de maniobra y protección	31
4.3.3.3.2. Transformadores.....	32
4.3.3.3.3. Cabinas o envolventes	32
4.3.3.3.4. Puesta a tierra	33
4.4. Listado de tablas	35
4.5. Listado de figuras.....	35
5. Ingeniería básica de línea subterránea de baja tensión (IB LSBT)	37
5.1. Elección del tipo de línea.....	37
5.2. Determinación de la traza aproximada	37
5.3. Codificación y descripción de los materiales empleados	38
5.3.1. Estructura de codificación de los materiales	38
5.3.2. Estructura de codificación de los circuitos	39
5.3.3. Esquemas unifilares y típicos de montaje	46
5.3.4. Descripción de los materiales	51
5.3.4.1. Materiales de las zanjas.....	51
5.3.4.1.1. Conductores subterráneos.....	51
5.3.4.1.2. Empalmes termocontraibles	52
5.3.4.1.3. Terminales termocontraibles	52
5.3.4.1.4. Materiales constructivos.....	53
5.3.4.2. Materiales de los tableros, pilares y luminarias	54
5.3.4.3. Materiales de puesta a tierra.....	57
5.4. Listado de tablas	57
5.5. Listado de figuras.....	57
6. Ingeniería de detalle de la línea subterránea de media tensión (ID LSMT).....	59

6.1.	Especificaciones técnicas.....	59
6.1.1.	Materiales de las zanjas y cabinas de inspección	59
6.1.1.1.	Conductores subterráneos	59
6.1.1.2.	Empalmes termocontraibles	60
6.1.1.3.	Malla de advertencia	61
6.1.2.	Materiales de las acometidas	62
6.1.2.1.	Conductores aéreos y de puesta a tierra	62
6.1.2.2.	Conectores por presión de cuña	63
6.1.2.3.	Crucetas y brazos	64
6.1.2.4.	Seccionadores.....	65
6.1.2.5.	Descargadores	66
6.1.2.6.	Terminales de conexión	67
6.1.2.6.1.	Terminales termocontraibles	67
6.1.2.6.2.	Terminales de indentar	68
6.1.2.6.3.	Mallas flexibles	69
6.1.3.	Materiales de los centros de transformación	70
6.1.3.1.	Celdas de maniobra y protección	70
6.1.3.2.	Transformadores.....	71
6.1.3.3.	Cabinas o envolventes.....	72
6.1.3.4.	Puesta a tierra	73
6.1.3.4.1.	Jabalinas	73
6.1.3.4.2.	Cajas de inspección	74
6.1.3.4.3.	Barras equipotenciales.....	75
7.	Ingeniería de detalle de la línea subterránea de baja tensión (ID LSBT).....	76
7.1.	Especificaciones técnicas.....	76
7.1.1.	Materiales de las zanjas	76
7.1.1.1.	Conductores subterráneos	76
7.1.1.2.	Empalmes termocontraibles	77
7.1.1.3.	Terminales termocontraibles	78
7.1.2.	Materiales de los tableros, pilares y luminarias.....	79

7.1.2.1.	Tableros principales y secundarios	79
7.1.2.2.	Tableros de iluminación	80
7.1.2.3.	Pilares de medición	81
7.1.2.4.	Fusibles.....	82
7.1.2.5.	Luminarias.....	83
7.1.3.	Materiales de puesta a tierra	84
7.1.3.1.	Jabalinas	84
7.1.3.2.	Cajas de inspección	85
7.1.3.3.	Conductores.....	86
7.1.3.4.	Terminales de indentar	87
7.1.3.5.	Barras equipotenciales.....	88
8.	Anexos.....	89
8.1.	Anexo A: Catálogos de LSMT	90
8.1.1.	Materiales de las zanjas y cabinas de inspección	90
8.1.1.1.	Conductores subterráneos	90
8.1.1.2.	Empalmes termocontraibles	93
8.1.1.3.	Malla de advertencia	94
8.1.2.	Materiales de las acometidas	95
8.1.2.1.	Conductores aéreos y de puesta a tierra	95
8.1.2.2.	Conectores por presión de cuña	98
8.1.2.3.	Crucetas y brazos	102
8.1.2.4.	Seccionadores.....	104
8.1.2.5.	Descargadores	105
8.1.2.6.	Terminales de conexión	106
8.1.2.6.1.	Terminales termocontraibles	106
8.1.2.6.2.	Terminales de indentar	107
8.1.2.6.3.	Mallas flexibles	108
8.1.3.	Materiales de los centros de transformación	109
8.1.3.1.	Celdas de maniobra y protección	109
8.1.3.2.	Transformadores.....	116

8.1.3.3.	Cabinas o envolventes	119
8.1.3.4.	Puesta a tierra	121
8.1.3.4.1.	Jabalinas	121
8.1.3.4.2.	Cajas de inspección	123
8.1.3.4.3.	Barras equipotenciales	124
8.2.	Anexo B: Catálogos de LSBT	126
8.2.1.	Materiales de las zanjas	126
8.2.1.1.	Conductores subterráneos	126
8.2.1.2.	Empalmes termocontraibles	132
8.2.1.3.	Terminales termocontraibles	133
8.2.2.	Materiales de los tableros, pilares y luminarias.....	134
8.2.2.1.	Tableros principales y secundarios	134
8.2.2.2.	Tableros de iluminación	136
8.2.2.3.	Pilares de medición	139
8.2.2.4.	Fusibles.....	140
8.2.2.5.	Luminarias.....	144
8.2.3.	Materiales de puesta a tierra	145
8.3.	Anexo C: Planos de LSMT y LSBT	146
8.3.1.	Estructura de codificación de los planos	146
8.3.2.	Listado de tablas	147
8.3.3.	Listado de figuras	147

1. Resumen ejecutivo y agradecimientos

1.1. Resumen ejecutivo

El presente proyecto consiste en el diseño y cálculo del sistema de alimentación y distribución de energía eléctrica en media tensión (MT) y baja tensión (BT) para a un nuevo desarrollo inmobiliario de tipo “club de campo” en la zona periférica de Concepción del Uruguay. Dentro del mismo, se brinda una alternativa de infraestructura adecuada para abastecer a los diferentes consumos que integran la etapa inicial del emprendimiento de manera confiable y segura, minimizando el impacto ambiental y aprovechando mejor el espacio disponible. Para poder lograr tal fin, se comienza por llevar a cabo un análisis de la distribución de cargas con que cuenta el lay-out propuesto para el predio, así como también de la ubicación de los puntos de alimentación provistos por la distribuidora local. Seguidamente, se procede a seleccionar los múltiples elementos que componen al sistema, atendiendo no solo a las necesidades del propio usuario sino también a los requerimientos de la normativa vigente y a las recomendaciones adicionales de los fabricantes. Finalmente, se incluye un cómputo de materiales y un presupuesto que contempla los costos tanto de los propios equipos utilizados como de la mano de obra necesaria para su correcta instalación.

1.2. Abstract

This project consists of the design and calculation of the medium voltage (MV) and low voltage (LV) power supply and distribution system for a new "country club" type real estate development in the outskirts of Concepción del Uruguay. Within this one, a suitable infrastructure alternative is provided to supply the different consumptions that integrate the initial stage of the development in a reliable and safe way, minimizing the environmental impact and making the best use of the available space. In order to achieve this goal, the first step is to carry out an analysis of the load distribution of the lay-out proposed for the site, as well as the location of the power supply points provided by the local distributor. Next, the multiple elements that make

up the system are selected, taking into account not only the user's own needs but also the requirements of the current regulations and the additional recommendations of the manufacturers. Finally, a materials calculation and a budget are included contemplating the costs of the equipment used as well as the labor necessary for its correct installation.

Descriptores bibliográficos: ALIMENTACION - DISTRIBUCION - LINEA SUBTERRANEA - MEDIA TENSION - BAJA TENSION - EMPRENDIMIENTO INMOBILIARIO

1.3. Agradecimientos

A mi familia, por haberme acompañado a lo largo de toda mi carrera universitaria, motivándome a afrontar cada desafío.

A mi tutor de proyecto, Ing. Mario Brutton, por su constante guía y aporte en la elaboración de este documento.

A los directores de proyecto, Ing. Gustavo Puente e Ing. Aníbal De Carli, por su continuo seguimiento y orientación en las distintas etapas del mismo.

A todos los integrantes de la comunidad educativa de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Concepción del Uruguay, por haber contribuido de una u otra manera en mi formación personal y profesional.

¡Muchas gracias!

2. Introducción y situación problemática

2.1. Introducción

En la actualidad, uno de los mayores desafíos a los que se enfrentan las sociedades en crecimiento es el de garantizar a los ciudadanos el acceso a espacios de uso habitacional y recreativo con diseños que contemplen cuestiones tanto funcionales como estéticas, sin dejar de lado el contacto con la naturaleza.

Por tal motivo, se ha vuelto cada vez más necesario llevar adelante obras que permitan mejorar la infraestructura disponible, ampliando la extensión de los diferentes cascos urbanos para fomentar el desarrollo sostenible a través de soluciones como la reducción de la congestión en áreas densamente pobladas y la creación de nuevas oportunidades económicas.

En el caso puntual de la ciudad de Concepción del Uruguay, en la provincia de Entre Ríos, su ubicación geográfica da lugar a que dicha expansión solo pueda ser realizada siguiendo una dirección norte, sur u oeste, pues al este se encuentra limitada por la barrera física que constituye el propio Río Uruguay.

Dentro de este contexto, a finales del año 2021, se encargó a los responsables de la firma SALPER Constructora S.R.L. el desarrollo de un nuevo emprendimiento inmobiliario, destinado a situarse en un loteo al oeste de la citada población, sobre el kilómetro 142 de la Ruta Provincial 39.

El mismo, al que se decidió llamar “Club de Campo Entre Lagos”, fue pensado para ejecutarse en tres etapas sucesivas de tal manera que, una vez concluida la obra, el predio albergue en su interior distintas áreas de uso público y privado.

Concretamente, se proyectó la creación de un centro comercial abierto al público en general, tres zonas residenciales (organizadas en manzanas alrededor de lagunas artificiales), una planta de tratamiento de efluentes cloacales y una zona recreativa exclusiva para residentes.

En este sentido, con el propósito de aprovechar al máximo el espacio disponible, se decidió que 133607,29 m² sean utilizados para la construcción de los espejos de agua y que 415992,73 m² se aprovechen para la división del terreno en 462 parcelas con superficies que van de los 800 a los 1500 m², completando un total de 19 manzanas.

Asimismo, se dispuso que 223757,87 m² sirvan para la creación de espacios de uso común y que 170497,18 m² estén ocupados por la trama vial necesaria para interconectar los distintos puntos de la propiedad.

2.2. Situación problemática

Dado que, a día de hoy, el mencionado espacio no dispone de infraestructura de servicios alguna, resulta imprescindible elaborar la ingeniería para el sistema de alimentación y distribución de energía eléctrica, el cual estará conformado por una línea subterránea de media tensión (LSMT) y otra de baja tensión (LSBT).

3. Objetivos, alcances y plan de trabajos

3.1. Objetivos

- Diseñar y calcular la infraestructura de alimentación eléctrica en MT y BT para abastecer los distintos consumos del emprendimiento.
- Diseñar y calcular el sistema de alumbrado público para las vías internas de circulación.
- Realizar el cómputo de materiales y el presupuesto correspondientes.

3.2. Alcances

- Incluirá:
 - Alcance de la línea en MT: Desde el punto de alimentación de la distribuidora (ENERSA) hasta los transformadores dentro del loteo.
 - Alcance de la línea en BT: Alimentación de las manzanas de la primera etapa del desarrollo, con sus respectivas vías de circulación.
 - Ingeniería de detalle para la construcción y el montaje de dichas líneas.
 - Elaboración de un sistema de codificación ad hoc para los materiales y los diferentes tramos de la línea en BT.
- No incluirá:
 - Ingeniería eléctrica para el centro comercial, para las manzanas de la segunda y tercera etapa del desarrollo, para la planta de tratamiento de efluentes y para la zona recreativa.
 - Construcciones civiles asociadas.

3.3. Plan de trabajos

- Análisis de cargas y su distribución.
- Ubicación del punto de alimentación en MT determinado por ENERSA.
- Determinación de la corriente de cortocircuito en dicho punto.
- Diseño y cálculo de la instalación en MT.
- Diseño y cálculo de la instalación en BT.
- Cómputo de materiales y presupuesto.

3.4. Impactos a considerar

- Social: Confiabilidad y seguridad del sistema de alimentación eléctrica.
- Ambiental: Intervención de las líneas en MT y BT.

4. Ingeniería básica de línea subterránea de media tensión (IB LSMT)

4.1. Elección del tipo de línea

Dadas las cualidades de la zona de emplazamiento y de las alternativas disponibles, se opta por alimentar el predio con una línea de tipo subterránea.



Figura IB LSMT-1: Línea subterránea de media tensión (LSMT).

Referencia: Punto 2 de las Memorias de Cálculo (MC).

4.2. Determinación de la traza aproximada

Se propone trabajar con dos líneas simple terna laterales que se extiendan en forma perpendicular al recorrido de la ruta y paralela a los límites del terreno hasta la “altura” de la propiedad en que se prevé la construcción de dos rotondas que limitan la primera etapa del desarrollo.

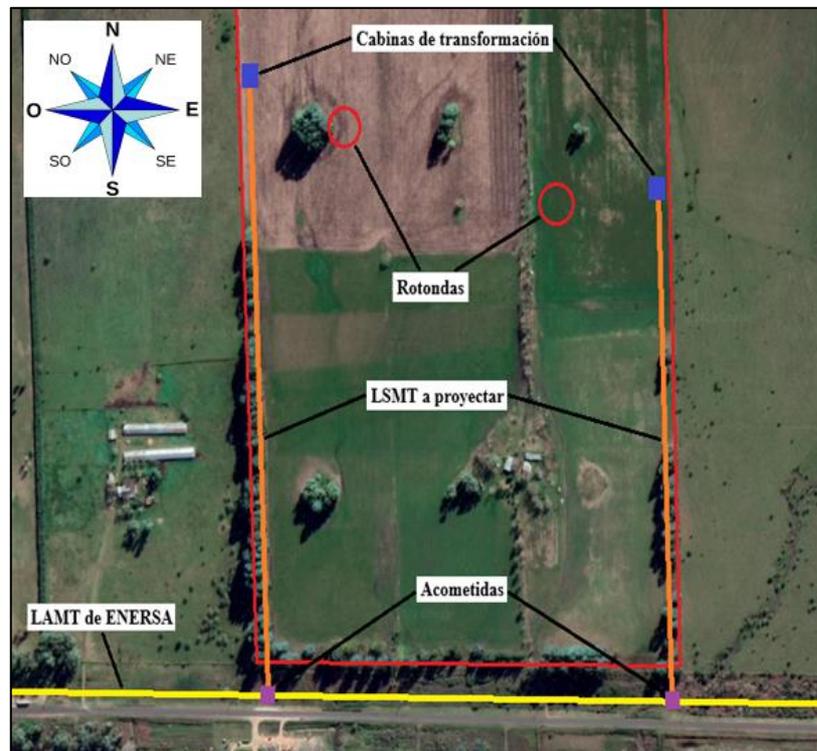


Figura IB LSMT-2: Traza aproximada de las LSMT.

Las mismas comenzarán su recorrido en dos acometidas a realizarse en las estructuras de soporte del alimentador de ENERSA que se sitúan próximas a las esquinas sur-oeste y sur-este del predio.



Figura IB LSMT-3: Acometida aérea-subterránea.

Asimismo, culminarán su trayecto en dos cabinas de transformación de superficie, de maniobra interior y de paso ubicadas convenientemente dentro de la propiedad.



Figura IB LSMT-4: Centro de transformación y cámara de inspección.

Para salvar la diferencia de profundidades entre las zanjas y los centros, se construirán en las proximidades de estos dos cámaras de inspección por las que cruzarán los conductores.

Referencia: Punto 3 de las MC.

4.3. Codificación y descripción de los materiales empleados

4.3.1. Estructura de codificación de materiales

La misma es común tanto para la LSMT como para la LSBT:



Figura IB LSMT-5: Estructura del código de componentes.

Donde:

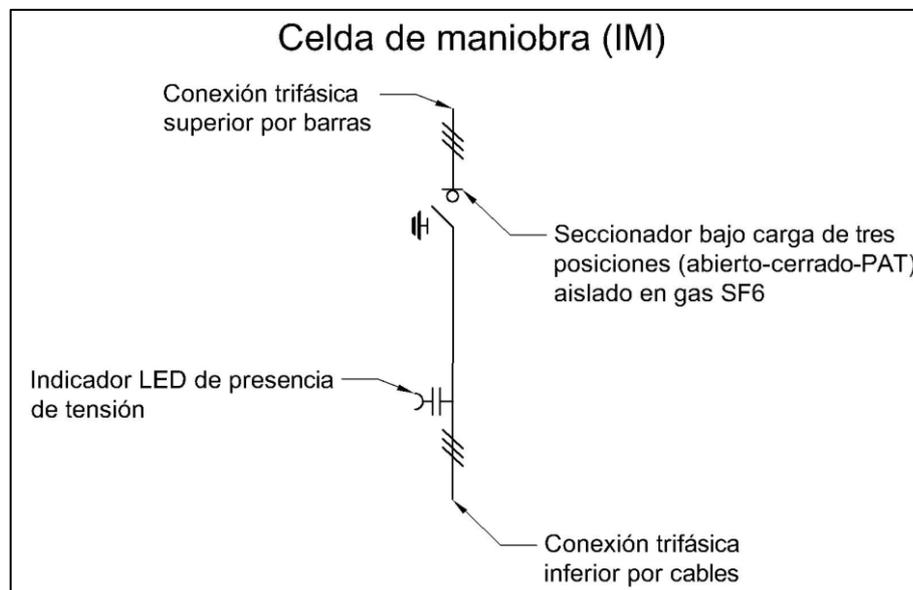
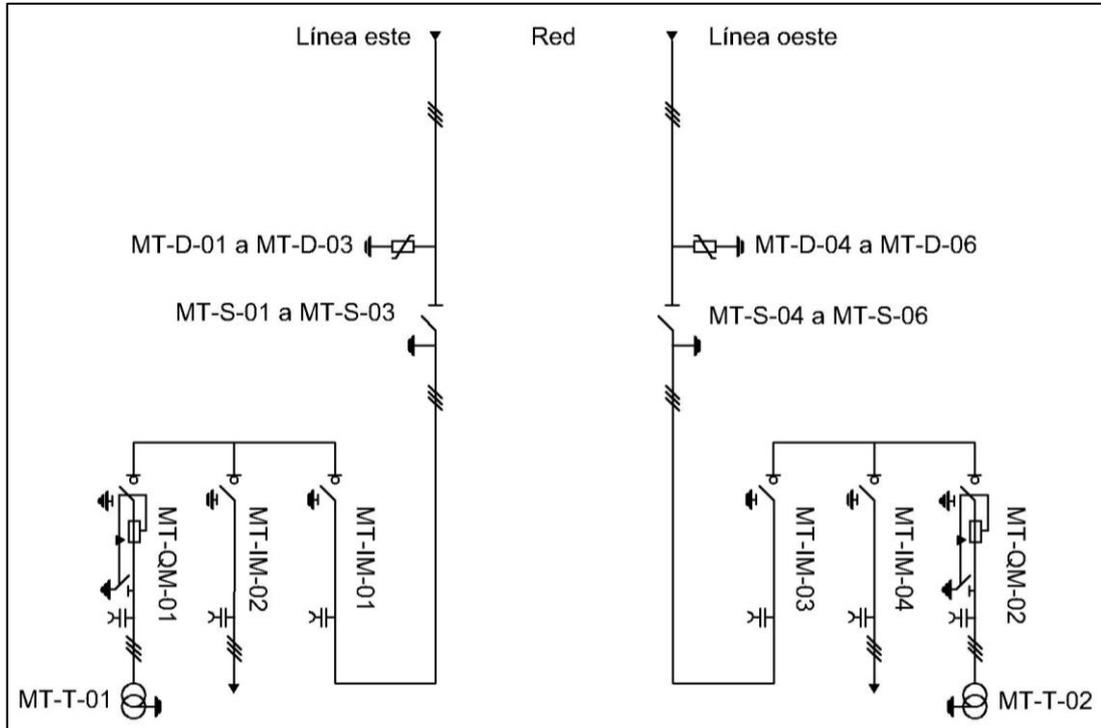
- AA: “MT” para media tensión (33 kV) o “BT” para baja tensión (0,40 o 0,22 kV).
- BB: Descripción del componente.
- 000: Número de unidad de un determinado ítem.

Sigla	Descripción
B	Brazo recto
BPAT	Barra equipotencial de PAT
C	Cruceta central
CA	Conductor aéreo
CIPAT	Caja de inspección de PAT
CP	Cabina prefabricada
CPA	Conector por presión de cuña tipo Ampact
CPAT	Conductor de PAT
CPU	Conector por presión de cuña tipo UDC
CS	Conductor subterráneo
D	Descargador
ET	Empalme termocontraible
F	Fusible
IM	Celda tipo IM
JPAT	Jabalina de PAT
L	Luminaria
MA	Malla de advertencia
MF	Malla flexible
PM	Pilar de medición
QM	Celda tipo QM
S	Seccionador
T	Transformador
TI	Tablero de iluminación
TIN	Terminal de indentar
TP	Tablero principal
TS	Tablero secundario
TT	Terminal termocontraible

Tabla IB LSMT-1: Abreviaturas para cada elemento.

Ejemplo: “MT-S-02” hace referencia al segundo seccionador de la LSMT y “BT-CS-01” hace referencia al conductor subterráneo de la LSBT.

4.3.2. Esquemas unifilares y típicos de montaje



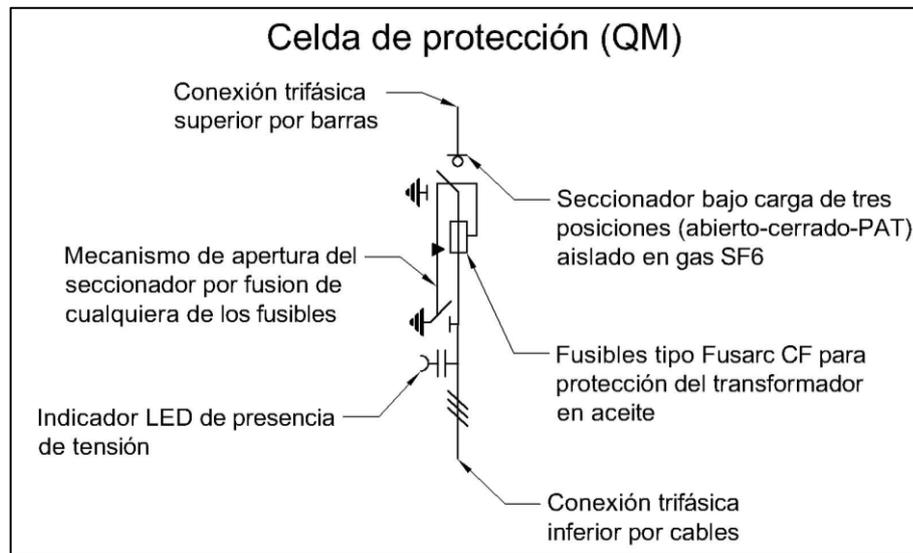
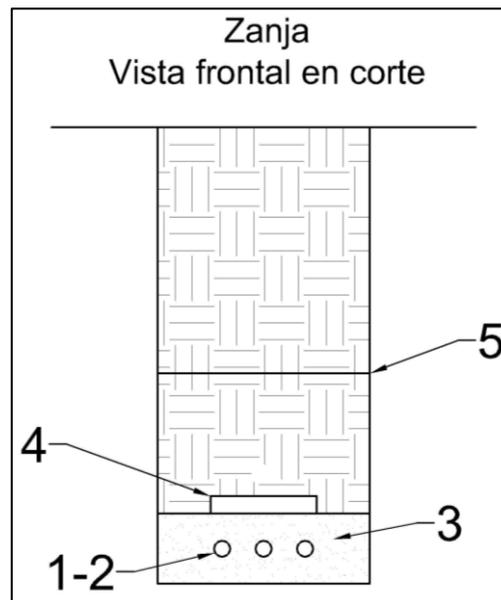
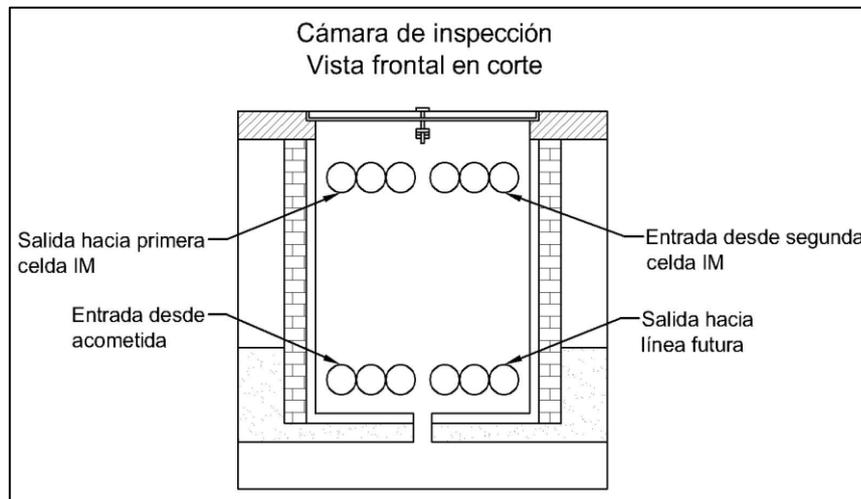
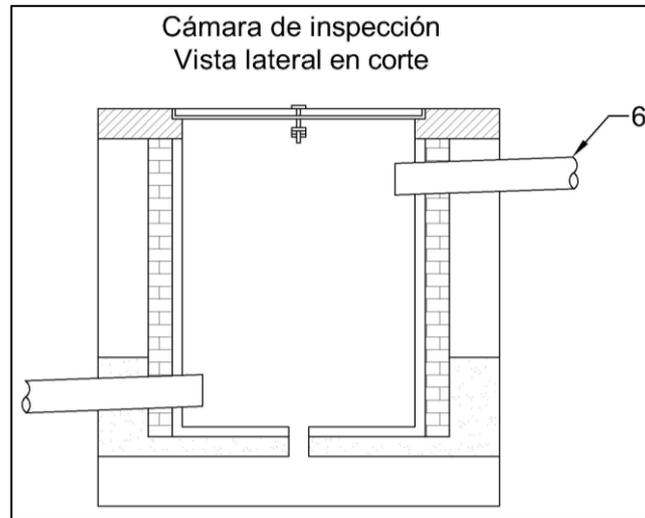


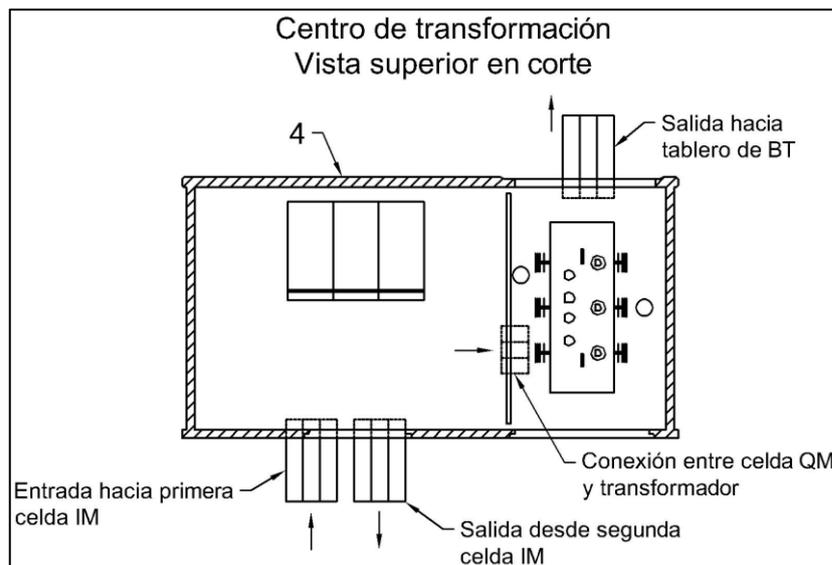
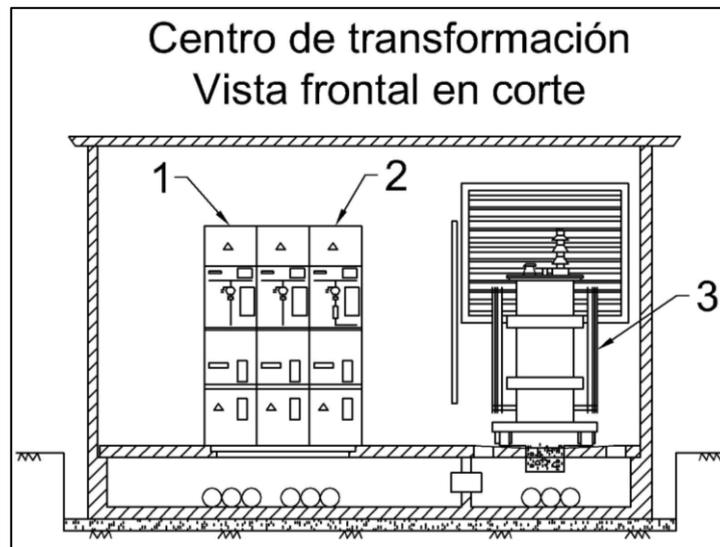
Figura IB LSMT-6: Diagrama unifilar general y particular de cada celda.

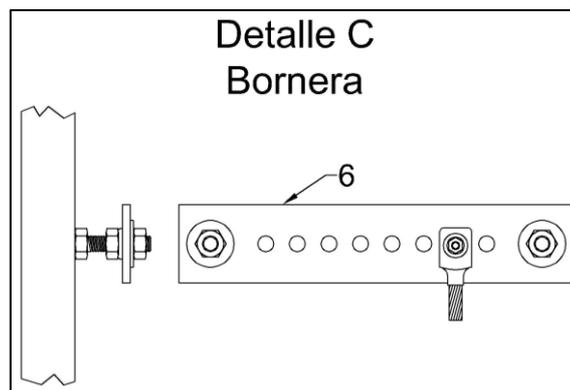
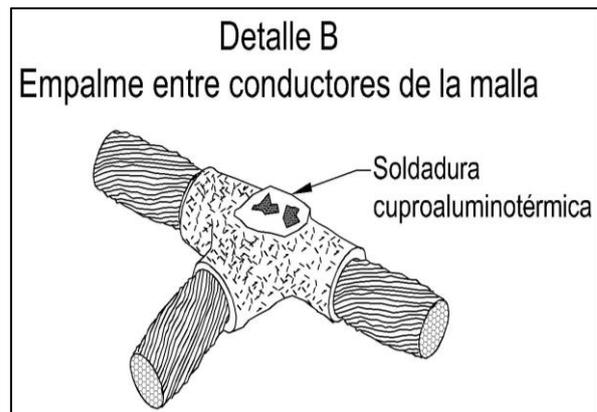
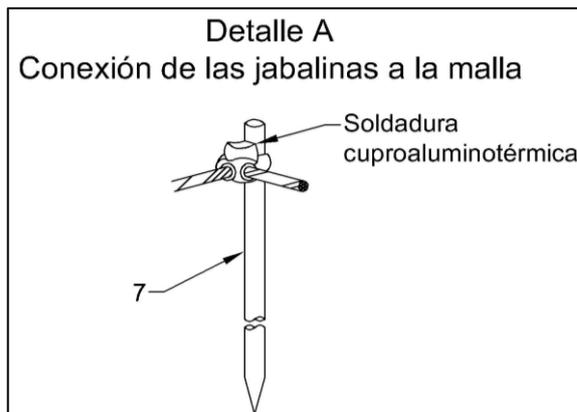
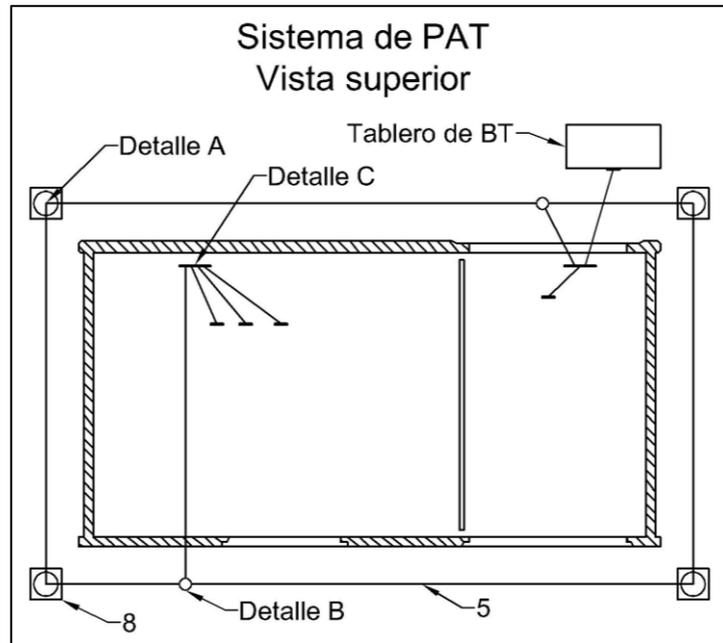




Posición	Descripción	Cantidad	Código	
			Línea este	Línea oeste
1	Conductor subterráneo	3075 m	MT-CS-01	
2	Empalme termocontraíble	6 u.	MT-ET-01 y MT-ET-03	MT-ET-04 y MT-ET-06
3	Arena	122 m ³		
4	Ladrillo	10390 u.		
5	Malla de advertencia	1015 m	MT-MA-01	
6	Caño	17 m		

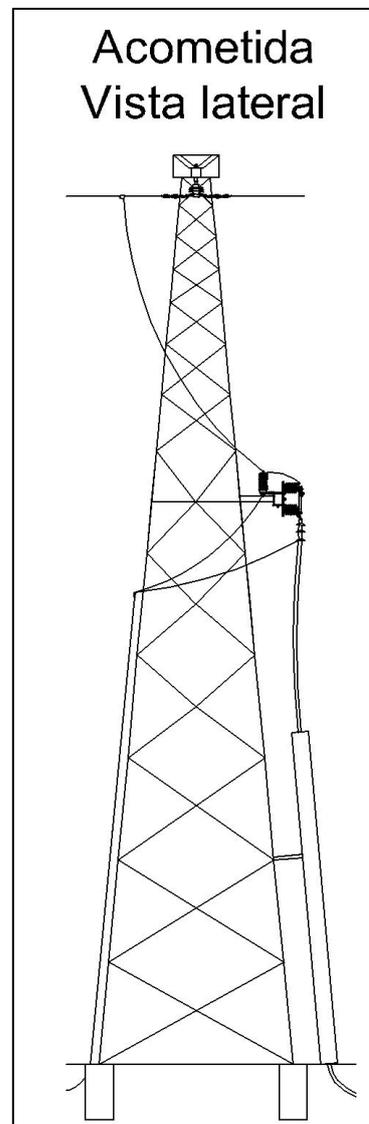
Figura IB LSMT-7: Elementos de las zanjas y de las cámaras de inspección.

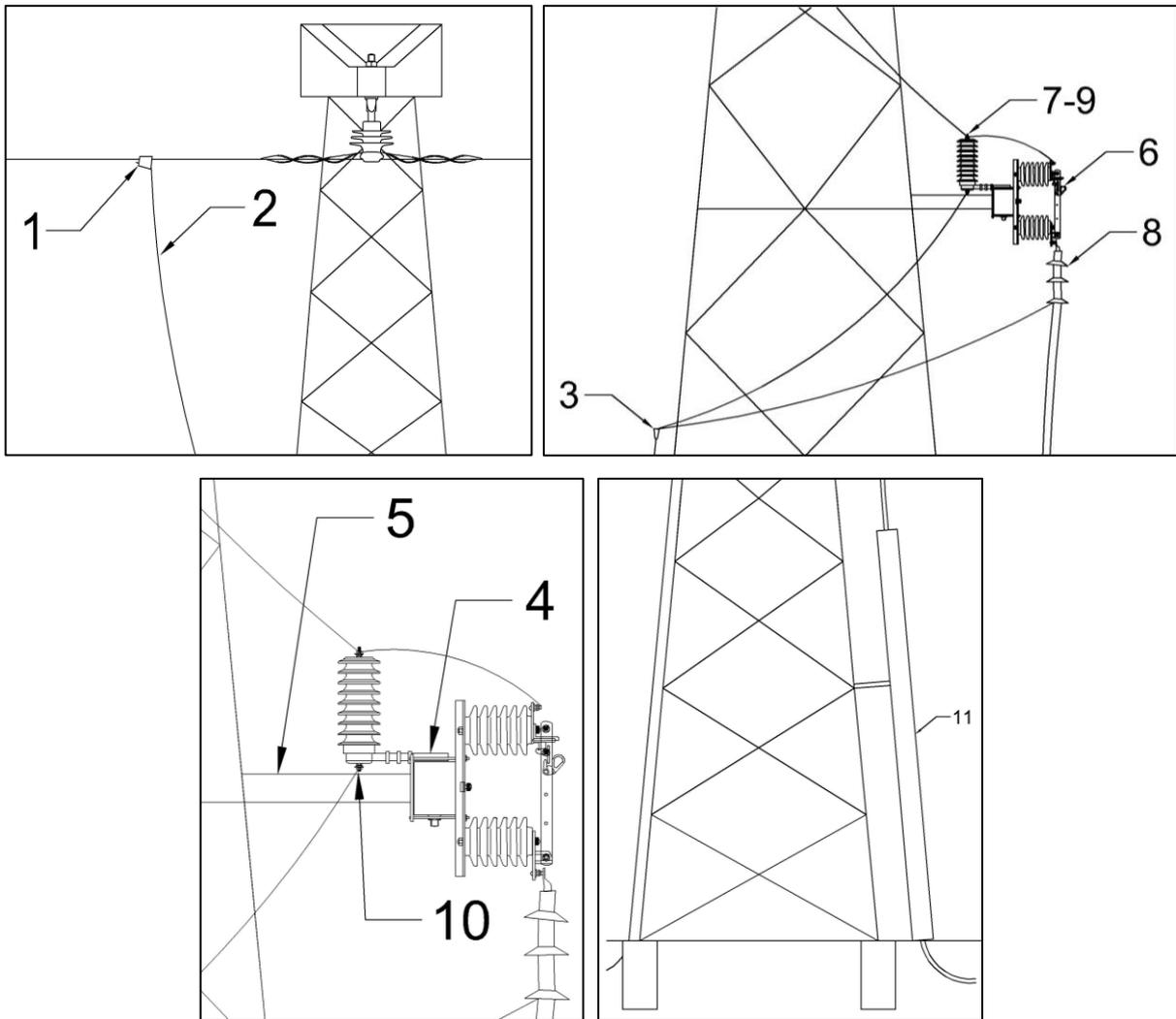




Posición	Descripción	Cantidad	Código	
			Línea este	Línea oeste
1	Celda tipo IM	4 u.	MT-IM-01 y MT-IM-02	MT-IM-03 y MT-IM-04
2	Celda tipo QM	2 u.	MT-QM-01	MT-QM-02
3	Transformador	2 u.	MT-T-01	MT-T-02
4	Cabina prefabricada	2 u.	MT-CP-01	MT-CP-02
5	Conductor de PAT	50 m	MT-CPAT-01	
6	Barra equipotencial de PAT	4 u.	MT-BPAT-01 y MT-BPAT-02	MT-BPAT-03 y MT-BPAT-04
7	Jabalina de PAT	8 u.	MT-JPAT-01 a MT-JPAT-04	MT-JPAT-05 a MT-JPAT-08
8	Caja de inspección de PAT	8 u.	MT-CIPAT-01 a MT-CIPAT-04	MT-CIPAT-05 a MT-CIPAT-08

Figura IB LSMT-8: Elementos de los centros de transformación.





Posición	Descripción	Cantidad	Código	
			Línea este	Línea oeste
1	Conductor aéreo	40 m	MT-CA-01	
2	Conector por presión de cuña tipo Ampact	6 u.	MT-CPA-01 a MT-CPA-03	MT-CPA-04 a MT-CPA-06
3	Conector por presión de cuña tipo UDC	8 u.	MT-CPU-01 a MT-CPU-04	MT-CPU-05 a MT-CPU-08
4	Cruceta central	2 u.	MT-C-01	MT-C-02
5	Brazo recto	4 u.	MT-B-01 y MT-B-02	MT-B-03 y MT-B-04
6	Seccionador	6 u.	MT-S-01 a MT-S-03	MT-S-04 a MT-S-06
7	Descargador	6 u.	MT-D-01 a MT-D-03	MT-D-04 a MT-D-06
8	Terminal termocontraíble	30 u.	MT-TT-01 a MT-TT-15	MT-TT-16 a MT-TT-30
9	Terminal de indentar	26 u.	MT-TIN-01 a MT-TIN-13	MT-TIN-14 a MT-TIN-26
10	Malla flexible	0,60 m	MT-MF-01	
11	Chapa de protección	6 m		

Figura IB LSMT-9: Elementos de las acometidas.

La cantidad de unidades o metros especificada en cada tabla corresponde al total requerido para las dos líneas.

4.3.3. Descripción de los materiales

4.3.3.1. Materiales de las zanjas y cabinas de inspección

4.3.3.1.1. Conductores subterráneos

Se utilizarán conductores unipolares de aluminio de grado eléctrico aislados con una envoltura de polietileno químicamente reticulado (XLPE) y dos de material semiconductor. Estos cuentan también con una pantalla de cobre que reduce la inducción de ruido y con una armadura que los protege de ataques mecánicos para permitir su enterrado directo.

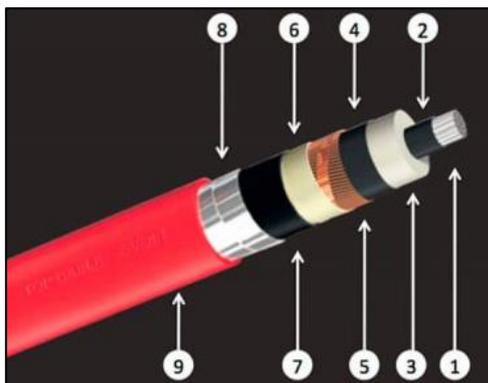


Figura IB LSMT-10: Conductor subterráneo.

Su diseño responde a la norma IRAM 2178-2.

Referencia: Punto 5.1.1 de las MC.

Código: MT-CS-01.

4.3.3.1.2. Empalmes termocontraibles

Debido al modo en que se comercializa el conductor subterráneo, es necesario incorporar empalmes rectos termocontraibles aptos para trabajar con cables armados de aislación sólida.



Figura IB LSMT-11: Empalme termocontraible.

Su diseño responde a la norma IEEE-404-1996.

Referencia: Punto 5.1.2 de las MC.

Código: MT-ET-01 a MT-ET-06.

4.3.3.1.3. Materiales constructivos

La disposición bajo tierra de los conductores se llevará a cabo empleando materiales de construcción como arena fina, ladrillos macizos, malla de advertencia y caños rígidos de plástico (PVC). Dichos elementos se utilizarán tanto para las distintas “capas” de protección que conforman las zanjas como para las paredes y conducciones de la cabina de inspección.

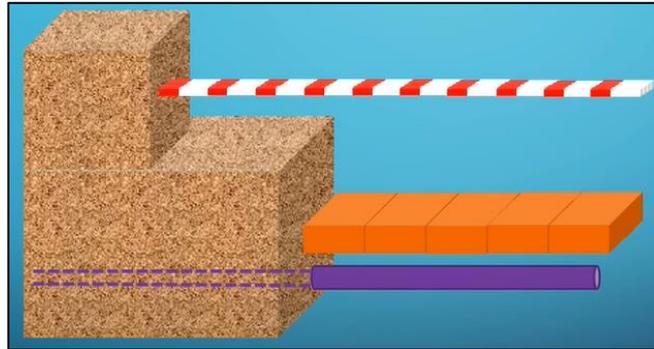


Figura IB LSMT-12: Niveles de protección de una zanja.

Referencia: Punto 5.1.3 de las MC.

Código: MT-MA-01 (malla de advertencia).

4.3.3.2. Materiales de las acometidas

4.3.3.2.1. Conductores aéreos y de puesta a tierra

Se emplearán conductores desnudos de cobre electrolítico duro tanto para la conexión del alimentador con los descargadores y seccionadores como para la puesta a tierra (PAT) de los primeros, de los conductores subterráneos y de los centros de transformación.

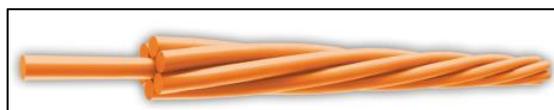


Figura IB LSMT-13: Conductor aéreo y de PAT.

Su diseño responde a la norma IRAM 2004.

Referencia: Puntos 5.2.4.3 y 5.3.5 de las MC.

Código: MT-CA-01 y MT-CPAT-01.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 25 de 147
---	------------	---------	------------------

4.3.3.2.2. Conectores por presión de cuña

Se usarán conectores por presión de cuña de tipo “Ampact” para la vinculación de los conductores aéreos al alimentador y de tipo “UDC” para la unión de las PAT de los descargadores y los conductores subterráneos.

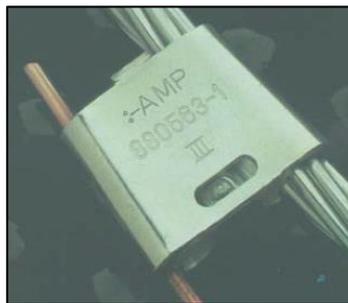


Figura IB LSMT-14: Conector por presión de cuña.

Su diseño responde a la norma ANSI C 119.4.

Referencia: Punto 5.3.6 de las MC.

Código: MT-CPA-01 a MT-CPA-06 y MT-CPU-01 a MT-CPU-08.

4.3.3.2.3. Cruceta y brazos

Se utilizará una cruceta central modelo MN 110 con perfil UPN N°8 y dos brazos rectos modelo MN41 para la disposición de los descargadores y los seccionadores.

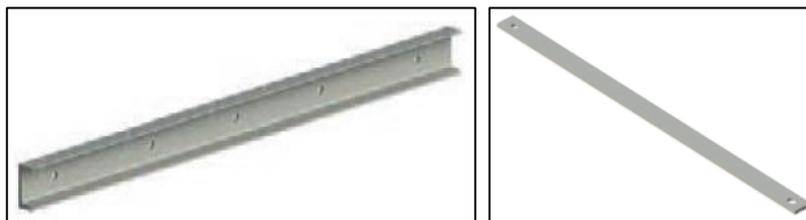


Figura IB LSMT-15: Cruceta y brazo metálico.

En ambos casos, su material de fabricación es acero F-24 y su diseño responde a las normas IRAM-IAS U500-503 e IRAM 20022.

Referencia: Puntos 5.3.1 y 5.3.2 de las MC.

Código: MT-C-01 a MT-C-02 y MT-B-01 a MT-B-04.

4.3.3.2.4. Seccionadores

Se trabajará con seccionadores unipolares a cuchilla con aislación de porcelana, colocándose uno por fase para separar las líneas del alimentador en caso de que se necesiten realizar trabajos.



Figura IB LSMT-16: Seccionador a cuchilla.

Su diseño responde a las normas IRAM 2207, 2208, 2209, 2211 y 60712, NEMA sg4-68, IEC 60129, UNE-EN 60129 y ANSI C 37.30, 32 y 34.

Referencia: Punto 5.3.3 de las MC.

Código: MT-S-01 a MT-S-06.

4.3.3.2.5. Descargadores

Se usarán descargadores poliméricos equipados con varistores de óxido de zinc y desligador, ubicándose uno por fase para proteger las líneas de sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra.



Figura IB LSMT-17: Descargador de sobretensiones.

Su diseño responde a las normas IRAM 2472, IEC 99-4 y ANSI C 62-11.

Referencia: Punto 5.3.4 de las MC.

Código: MT-D-01 a MT-D-06.

4.3.3.2.6. Terminales de conexión

La conexión de los conductores subterráneos se llevará a cabo mediante puntas terminales termocontraíbles con campanas aptas para uso exterior y cables con aislación plástica (o “seca”), pantalla y armadura.



Figura IB LSMT-18: Terminales termocontraíbles.

Estos elementos también se utilizan dentro de los centros (aunque sin campana y de uso interior) para la entrada de la primera celda de maniobra, para la salida de la segunda y de la celda de protección y para la entrada del transformador.

Su diseño responde a la norma IEC 60502.

Referencia: Punto 5.3.7.1 de las MC.

Código: MT-TT-01 a MT-TT-30.

Los conductores aéreos y de PAT se vincularán por medio de terminales de indentar de cobre de un orificio y tubo standard.



Figura IB LSMT-19: Terminal de indentar.

Su diseño responde a la norma IEC 61238-1.

Referencia: Puntos 5.2.4.4 y 5.3.7.2 de las MC.

Código: MT-TIN-01 a MT-TIN-26.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 29 de 147
---	------------	---------	------------------

La PAT de los descargadores se realizará a través de mallas flexibles de cobre.



Figura IB LSMT-20: Malla flexible.

Referencia: Punto 5.3.7.3 de las MC.

Código: MT-MF-01.

4.3.3.2.7. Chapa de protección

La bajada de los cables subterráneos desde los seccionadores en las acometidas hasta las zanjas incluirá una protección de chapa galvanizada.

Dicho elemento podrá estar formada por dos medias cañas encastrables o bien por una sola pieza cerrada en forma de cilindro.



Figura IB LSMT-21: Chapa de protección.

Referencia: Punto 5.3.8 de las MC.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 30 de 147
---	------------	---------	------------------

4.3.3.3. Materiales de los centros de transformación

4.3.3.3.1. Celdas de maniobra y protección

En cada centro se utilizarán tres celdas modulares aisladas en aire (conocidas como “AIS”), dos de las cuales serán de maniobra y la restante de protección. Las celdas de maniobra (también llamadas “IM”) permiten el ingreso y la salida de la LSMT, mientras que la de protección (denominada también “QM”) cuenta con fusibles para resguardar al transformador.

Se operan frontalmente y cuentan con un seccionador de tres posiciones (abierto-cerrado-PAT) aislado en hexafluoruro de azufre (SF_6) que separa dos compartimientos. El superior corresponde a las barras de alimentación lateral y el inferior a las conexiones con los cables de línea.

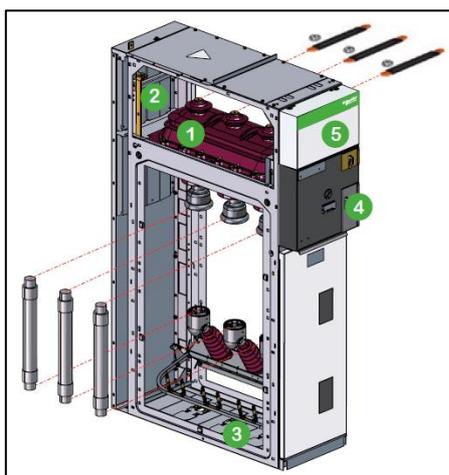


Figura IB LSMT-22: Celda aislada en aire.

Su diseño responde las normas IEC 62271, 60255, 61869 y 60044.

Referencia: Punto 5.2.2 de las MC.

Código: MT-IM-01 a MT-IM-04 y MT-QM-01 a MT-QM-02.

4.3.3.3.2. Transformadores

La reducción de MT a BT se llevará a cabo mediante transformadores trifásicos de llenado integral en aceite (sin cámara de nitrógeno) que, con su diseño hermético, evitan la oxidación del dieléctrico por contacto con el aire. Estarán equipados con un accesorio denominado “instrumento de protección integral” capaz de entregar mediciones de temperatura, presión, nivel e indicación de acumulación de gases.

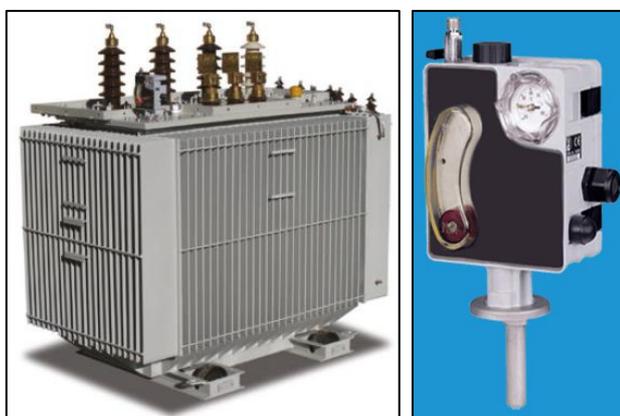


Figura IB LSMT-23: Transformador de llenado integral y su protección.

Su diseño responde a las normas IRAM 2250 y 2269, IEC 60076 y ANSI C57.

Referencia: Punto 5.2.1 de las MC.

Código: MT-T-01 a MT-T-02.

4.3.3.3.3. Cabinas o envolventes

Para proteger a los transformadores y a las celdas de la intemperie, se adoptarán centros compactos prefabricados de hormigón armado y de tipo monobloque. Los mismos cuentan con dimensiones reducidas y no requieren obra civil, lo que ayuda a reducir el impacto visual y el costo de construcción por m² de la línea, además de agilizar el proceso de instalación.



Figura IB LSMT-24: Cabina prefabricada de hormigón.

Su diseño responde a la norma IEC 61330.

Referencia: Punto 5.2.3 de las MC.

Código: MT-CP-01 a MT-CP-02.

4.3.3.3.4. Puesta a tierra

Además de los conductores desnudos y terminales de indentar ya descritos, la instalación de PAT de los centros estará compuesta por jabalinas de acero revestidas con una capa de cobre electrolítico de espesor controlado.



Figura IB LSMT-25: Jabalina de PAT.

Referencia: Punto 5.2.4.1 de las MC.

Código: MT-JPAT-01 a MT-JPAT-08.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 33 de 147
---	------------	---------	------------------

Se emplearán cajas de inspección de fundición de hierro para indicar el sitio de instalación de las jabalinas y protegerlas de la intemperie.

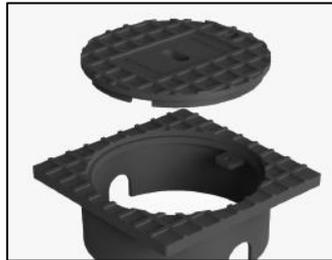


Figura IB LSMT-26: Caja de inspección de PAT.

Referencia: Punto 5.2.4.2 de las MC.

Código: MT-CIPAT-01 a MT-CIPAT-08.

Se utilizarán barras rígidas de cobre electrolítico y de sección rectangular para las borneras o barras equipotenciales.



Figura IB LSMT-27: Barra equipotencial de PAT.

Referencia: Punto 5.2.4.5 de las MC.

Código: MT-BPAT-01 a MT-BPAT-04.

En todos los casos, su diseño responde a la norma IRAM 2309.

4.4. Listado de tablas

- Tabla IB LSMT-1: Abreviaturas para cada elemento.

4.5. Listado de figuras

- Figura IB LSMT-1: Línea subterránea de media tensión (LSMT).
- Figura IB LSMT-2: Traza aproximada de las LSMT.
- Figura IB LSMT-3: Acometida aérea-subterránea.
- Figura IB LSMT-4: Centro de transformación y cabina de inspección.
- Figura IB LSMT-5: Estructura del código de componentes.
- Figura IB LSMT-6: Diagrama unifilar general y particular de cada celda.
- Figura IB LSMT-7: Elementos de las zanjas y de las cabinas de inspección.
- Figura IB LSMT-8: Elementos de los centros de transformación.
- Figura IB LSMT-9: Elementos de las acometidas.
- Figura IB LSMT-10: Conductor subterráneo.
- Figura IB LSMT-11: Empalme termocontraible.
- Figura IB LSMT-12: Niveles de protección de una zanja.
- Figura IB LSMT-13: Conductor aéreo y de PAT.
- Figura IB LSMT-14: Conector por presión de cuña.
- Figura IB LSMT-15: Cruceta y brazo metálico.
- Figura IB LSMT-16: Seccionador a cuchilla.
- Figura IB LSMT-17: Descargador de sobretensiones.
- Figura IB LSMT-18: Terminales termocontraibles.
- Figura IB LSMT-19: Terminal de indentar.
- Figura IB LSMT-20: Malla flexible.
- Figura IB LSMT-21: Chapa de protección.
- Figura IB LSMT-22: Celda aislada en aire.
- Figura IB LSMT-23: Transformador de llenado integral y su protección.

- Figura IB LSMT-24: Cabina prefabricada de hormigón.
- Figura IB LSMT-25: Jabalina de PAT.
- Figura IB LSMT-26: Caja de inspección de PAT.
- Figura IB LSMT-27: Barra equipotencial de PAT.

5. Ingeniería básica de línea subterránea de baja tensión (IB LSBT)

5.1. Elección del tipo de línea

Dados los requerimientos específicos del emprendimiento inmobiliario en cuestión, se opta por alimentar el predio con una línea de tipo subterránea.



Figura IB LSBT-1: Línea subterránea de baja tensión (LSBT).

Referencia: Punto 6 de las MC.

5.2. Determinación de la traza aproximada

Se propone trabajar con dos líneas compuestas por conductores multipolares que se extiendan en forma prácticamente perpendicular a los límites este y oeste del terreno desde sus laterales hacia su centro.

Las mismas comenzarán su recorrido en los dos centros de transformación que sirven de finalización a la LSMT y lo culminarán en los pilares de medición que se instalarán sobre la línea de edificación frontal y sobre la medianera de cada lote habitacional.

Ambas líneas utilizarán alimentadores para vincular tableros principales, situados junto al centro de transformación correspondiente, con una serie de tableros secundarios que se posicionarán convenientemente sobre la vereda.

Asimismo, las líneas emplearán distribuidores para conectar los mencionados tableros secundarios con los pilares de medición de los distintos terrenos, respetando en todo momento el layout propuesto para la propiedad.

Donde corresponda, los tableros secundarios también utilizarán alimentadores y distribuidores similares para abastecer a los gabinetes del sistema de alumbrado público que, por medio de luminarias oportunamente dispuestas, se encargarán de iluminar las vías de circulación.

Finalmente, se emplearán cierres de distribuidores y alimentadores secundarios con el objetivo de que, ante la eventual falla de algún tramo de este tipo, exista la posibilidad de abastecer las parcelas afectadas desde otro punto de la instalación, mejorándose así la confiabilidad del servicio.

Referencia: Punto 7 de las MC.

5.3. Codificación y descripción de los materiales empleados

5.3.1. Estructura de codificación de los materiales

Como ya fue explicado, la misma es común a ambos tipos de línea.

Referencia: Punto 4.3.1 de la IB LSMT.

5.3.2. Estructura de codificación de los circuitos

T	000
TP	000
TS	000
TI	000

Figura IB LSBT-2: Estructura del código de transformadores y tableros.

Donde:

- T/TP/TS/TI: “Transformador”, “tablero principal”, “tablero secundario” y “tablero de iluminación”, respectivamente.
- 000: Número de unidad de un determinado ítem.

Ejemplo: “TP2” hace referencia al segundo tablero principal de la LSBT.

AP	00	000
AS	00	000
D	00	000

Figura IB LSBT-3: Estructura del código de alimentadores y distribuidores.

Donde:

- AP/AS/D: “Alimentador principal”, “alimentador secundario” y “distribuidor”, respectivamente.
- 00: Comienzo de recorrido. En un alimentador principal, es un transformador, en un alimentador secundario, es un tablero principal y, en un distribuidor, es un tablero secundario.
- 000: Final de recorrido. En un alimentador principal, es un tablero principal, en un alimentador secundario, es un tablero secundario y, en un distribuidor, es el número de salida.

Ejemplo: “AS12” hace referencia al alimentador secundario que comienza en el primer tablero principal y finaliza en el segundo tablero secundario.

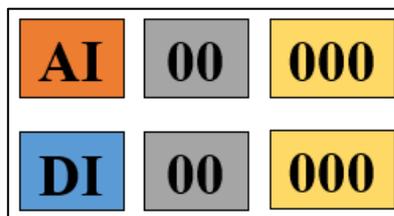


Figura IB LSBT-4: Estructura del código de alimentadores y distribuidores de iluminación.

Donde:

- AI/DI: “Alimentador de iluminación” y “distribuidor de iluminación”, respectivamente.
- 00: Comienzo de recorrido. En un alimentador, es un tablero secundario y, en un distribuidor, es un tablero de iluminación.
- 000: Final de recorrido. En un alimentador, es un tablero de iluminación y, en un distribuidor, es el número de salida.

Ejemplo: “AI11” hace referencia al alimentador de iluminación que comienza en el primer tablero secundario y finaliza en el primer tablero de iluminación.

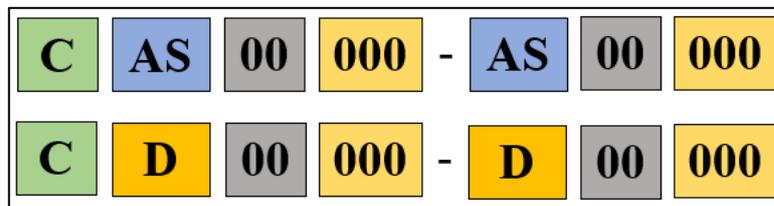


Figura IB LSBT-5: Estructura del código de cierres de alimentadores secundarios y distribuidores.

Donde:

- C: “Cierre”.
- AS/D: “Alimentador secundario” y “distribuidor”, respectivamente.
- 00: Comienzo de recorrido. En un alimentador secundario, es un tablero principal y, en un distribuidor, es un tablero secundario.
- 000: Final de recorrido. En un alimentador secundario, es un tablero secundario y, en un distribuidor, es el número de salida.

Ejemplo: “C AS36-AS37” hace referencia al cierre entre los alimentadores secundarios AS36 y AS37.

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02

Nombre del alimentador	Línea	Comienzo de recorrido	Final de recorrido
Alimentador principal AP11	Este	Transformador T1	Tablero principal TP1
Alimentador principal AP12	Este	Transformador T1	Tablero principal TP2
Alimentador principal AP23	Oeste	Transformador T2	Tablero principal TP3
Alimentador principal AP24	Oeste	Transformador T2	Tablero principal TP4
Alimentador secundario AS11	Este	Tablero principal TP1	Tablero secundario TS1
Alimentador secundario AS12	Este	Tablero principal TP1	Tablero secundario TS2
Alimentador secundario AS13	Este	Tablero principal TP1	Tablero secundario TS3
Alimentador secundario AS24	Este	Tablero principal TP2	Tablero secundario TS4
Alimentador secundario AS25	Este	Tablero principal TP2	Tablero secundario TS5
Alimentador secundario AS36	Oeste	Tablero principal TP3	Tablero secundario TS6
Alimentador secundario AS37	Oeste	Tablero principal TP3	Tablero secundario TS7
Alimentador secundario AS48	Oeste	Tablero principal TP4	Tablero secundario TS8
Alimentador secundario AS49	Oeste	Tablero principal TP4	Tablero secundario TS9
Alimentador secundario AS410	Oeste	Tablero principal TP4	Tablero secundario TS10
Alimentador de iluminación AI11	Este	Tablero secundario TS1	Tablero de iluminación TI1
Alimentador de iluminación AI22	Este	Tablero secundario TS2	Tablero de iluminación TI2
Alimentador de iluminación AI33	Este	Tablero secundario TS3	Tablero de iluminación TI3
Alimentador de iluminación AI44	Este	Tablero secundario TS4	Tablero de iluminación TI4
Alimentador de iluminación AI55	Este	Tablero secundario TS5	Tablero de iluminación TI5
Alimentador de iluminación AI66	Oeste	Tablero secundario TS6	Tablero de iluminación TI6
Alimentador de iluminación AI77	Oeste	Tablero secundario TS7	Tablero de iluminación TI7
Alimentador de iluminación AI88	Oeste	Tablero secundario TS8	Tablero de iluminación TI8
Alimentador de iluminación AI99	Oeste	Tablero secundario TS9	Tablero de iluminación TI9
Alimentador de iluminación AI1010	Oeste	Tablero secundario TS10	Tablero de iluminación TI10

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02

Nombre del distribuidor	Línea	Comienzo de recorrido	Final de recorrido
Distribuidor D11	Este	Tablero secundario TS1	3 pilares dobles (parcelas 35-40)
Distribuidor D12	Este	Tablero secundario TS1	3 pilares dobles (parcelas 41-46)
Distribuidor D21	Este	Tablero secundario TS2	3 pilares dobles (parcelas 14-18)
Distribuidor D22	Este	Tablero secundario TS2	3 pilares dobles (parcelas 19-24)
Distribuidor D31	Este	Tablero secundario TS3	2 pilares dobles (parcelas 10-13)
Distribuidor D32	Este	Tablero secundario TS3	2 pilares dobles (parcelas 6-9)
Distribuidor D33	Este	Tablero secundario TS3	3 pilares dobles (parcelas 1-5)
Distribuidor D41	Este	Tablero secundario TS4	3 pilares dobles (parcelas 89-94)
Distribuidor D42	Este	Tablero secundario TS4	3 pilares dobles (parcelas 95-99)
Distribuidor D51	Este	Tablero secundario TS5	4 pilares dobles (parcelas 60-66)
Distribuidor D52	Este	Tablero secundario TS5	4 pilares dobles (parcelas 67-74)
Distribuidor D61	Oeste	Tablero secundario TS6	3 pilares dobles (parcelas 47-52)
Distribuidor D62	Oeste	Tablero secundario TS6	4 pilares dobles (parcelas 53-59)
Distribuidor D71	Oeste	Tablero secundario TS7	2 pilares dobles (parcelas 25-28)
Distribuidor D72	Oeste	Tablero secundario TS7	3 pilares dobles (parcelas 29-34)
Distribuidor D81	Oeste	Tablero secundario TS8	4 pilares dobles (parcelas 75-82)
Distribuidor D82	Oeste	Tablero secundario TS8	3 pilares dobles (parcelas 83-88)
Distribuidor D91	Oeste	Tablero secundario TS9	4 pilares dobles (parcelas 100-107)
Distribuidor D92	Oeste	Tablero secundario TS9	4 pilares dobles (parcelas 108-115)
Distribuidor D101	Oeste	Tablero secundario TS10	4 pilares dobles (parcelas 123-130)
Distribuidor D102	Oeste	Tablero secundario TS10	4 pilares dobles (parcelas 116-122)

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02

Nombre del distribuidor	Línea	Comienzo de recorrido	Final de recorrido
Distribuidor de iluminación DI11	Este	Tablero de iluminación TI1	6 luminarias
Distribuidor de iluminación DI12	Este	Tablero de iluminación TI1	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI21	Este	Tablero de iluminación TI2	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI22	Este	Tablero de iluminación TI2	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI31	Este	Tablero de iluminación TI3	7 luminarias
Distribuidor de iluminación DI32	Este	Tablero de iluminación TI3	3 luminarias
Distribuidor de iluminación DI33	Este	Tablero de iluminación TI3	5 luminarias
Distribuidor de iluminación DI41	Este	Tablero de iluminación TI4	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI42	Este	Tablero de iluminación TI4	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI51	Este	Tablero de iluminación TI5	5 luminarias
Distribuidor de iluminación DI52	Este	Tablero de iluminación TI5	3 luminarias
Distribuidor de iluminación DI61	Oeste	Tablero de iluminación TI6	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI62	Oeste	Tablero de iluminación TI6	9 luminarias
Distribuidor de iluminación DI71	Oeste	Tablero de iluminación TI7	2 luminarias
Distribuidor de iluminación DI72	Oeste	Tablero de iluminación TI7	3 luminarias
Distribuidor de iluminación DI81	Oeste	Tablero de iluminación TI8	3 luminarias
Distribuidor de iluminación DI82	Oeste	Tablero de iluminación TI8	5 luminarias
Distribuidor de iluminación DI91	Oeste	Tablero de iluminación TI9	3 luminarias
Distribuidor de iluminación DI92	Oeste	Tablero de iluminación TI9	6 luminarias
Distribuidor de iluminación DI101	Oeste	Tablero de iluminación TI10	9 luminarias
Distribuidor de iluminación DI102	Oeste	Tablero de iluminación TI10	6 luminarias

Nombre del cierre	Tramos vinculados
Cierre entre alimentadores secundarios C AS11-AS12	Alimentadores secundarios AS11 y AS12
Cierre entre alimentadores secundarios C AS24-AS25	Alimentadores secundarios AS24 y AS25
Cierre entre alimentadores secundarios C AS36-AS37	Alimentadores secundarios AS36 y AS37
Cierre entre alimentadores secundarios C AS48-AS49	Alimentadores secundarios AS48 y AS49
Cierre para alimentador secundario C AS13	Alimentador secundario AS13
Cierre para alimentador secundario C AS410	Alimentador secundario AS410
Cierre entre distribuidores C D12-D61	Distribuidores D12 y D61
Cierre entre distribuidores C D22-D71	Distribuidores D22 y D71
Cierre entre distribuidores C D52-D81	Distribuidores D52 y D81
Cierre entre distribuidores C D11-D21	Distribuidores D11 y D21
Cierre entre distribuidores C D62-D72	Distribuidores D62 y D72
Cierre entre distribuidores C D31-D33	Distribuidores D31 y D33
Cierre entre distribuidores C D32-D33	Distribuidores D32 y D33
Cierre entre distribuidores C D41-D51	Distribuidores D41 y D51
Cierre entre distribuidores C D82-D92	Distribuidores D82 y D92
Cierre entre distribuidores C D92-D102	Distribuidores D92 y D102
Cierre entre distribuidores C D91-D101	Distribuidores D91 y D101
Cierre entre distribuidores C D42-D91	Distribuidores D42 y D91

Tabla IB LSBT-1: Listado de alimentadores, distribuidores y cierres de la LSBT.

5.3.3. Esquemas unifilares y típicos de montaje

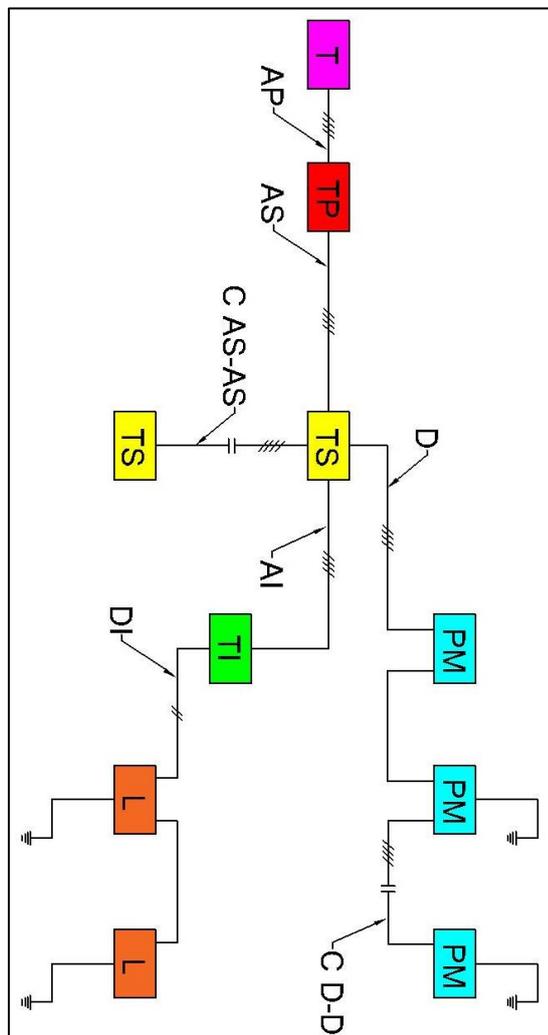
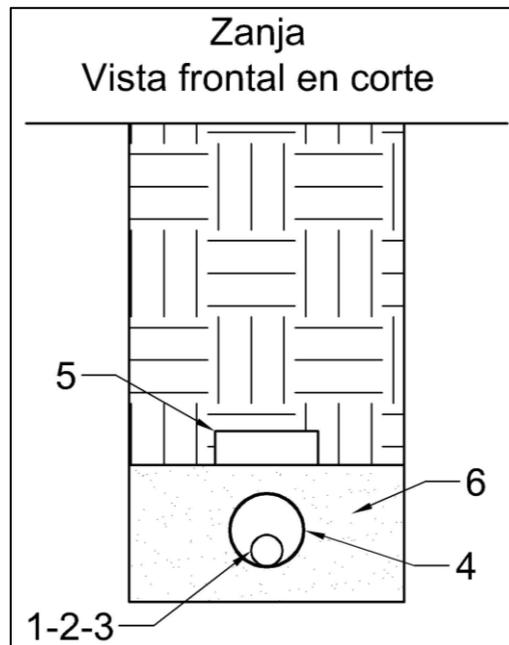
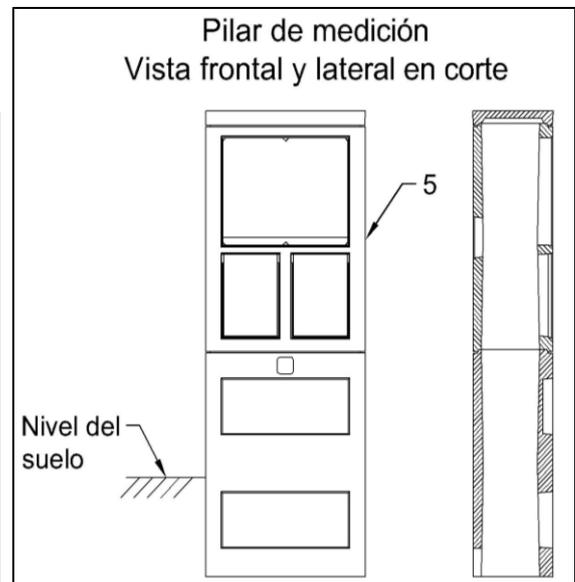
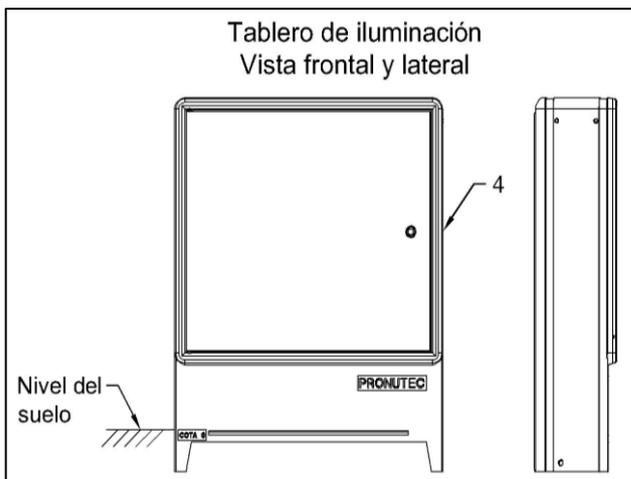
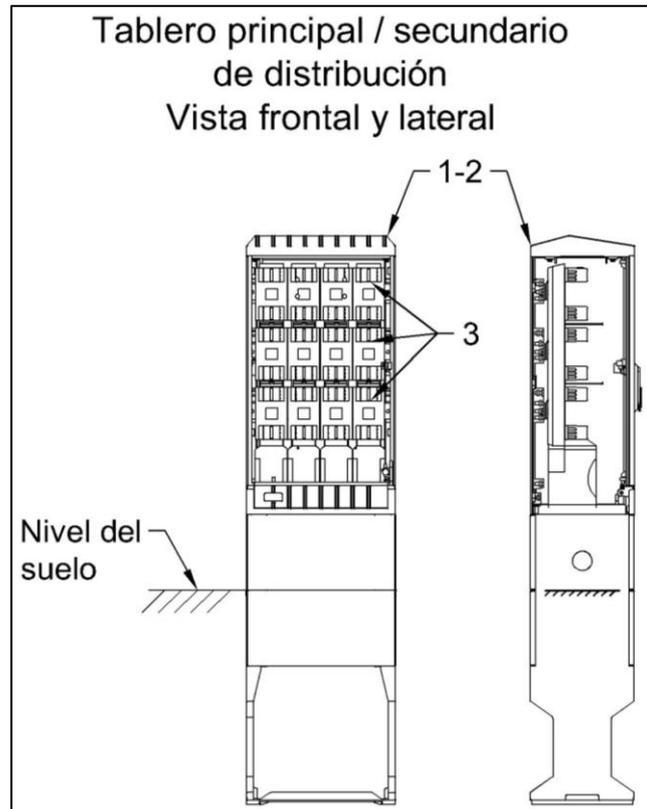


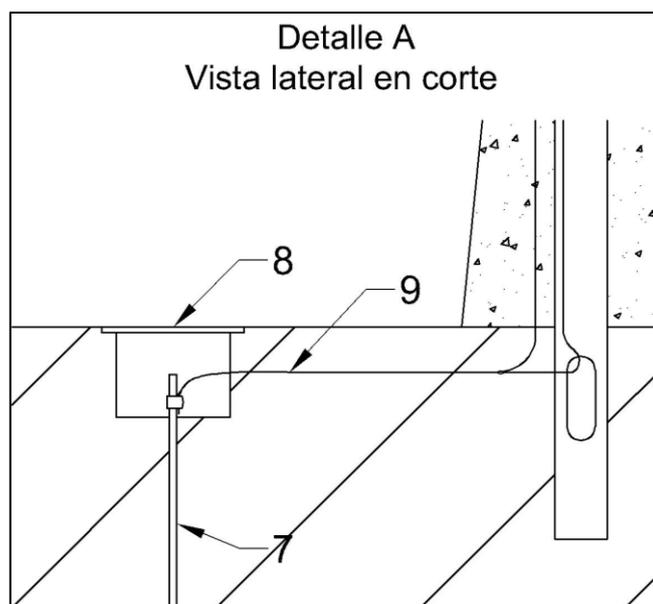
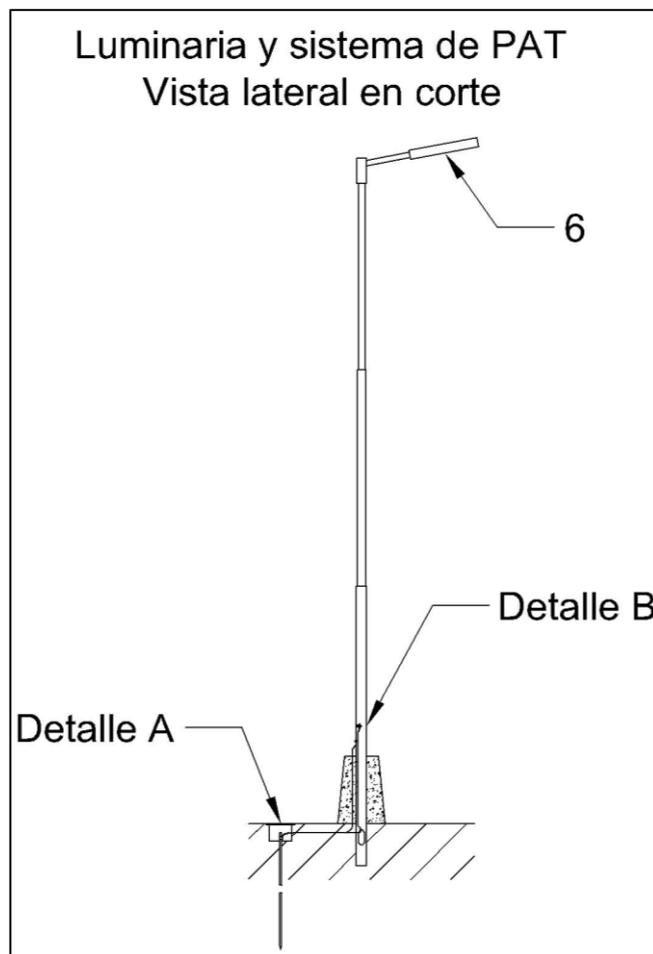
Figura IB LSBT-6: Diagrama general de la LSBT.

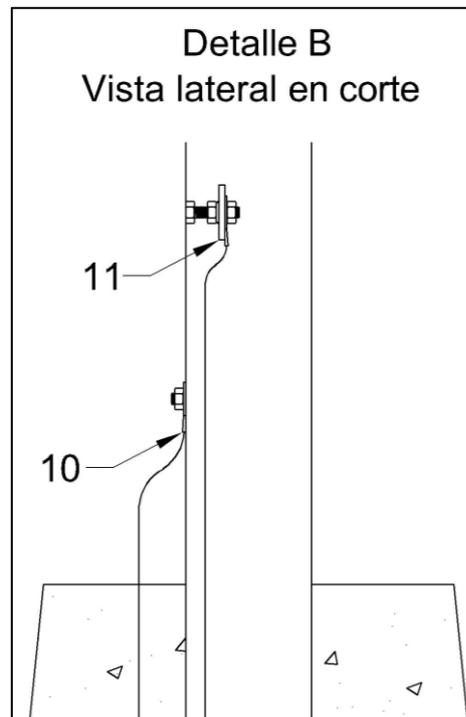


Posición	Descripción	Cantidad	Código
1	Conductor subterráneo	6438 m	BT-CS-01
		4341 m	BT-CS-02
		3044 m	BT-CS-03
2	Empalme termocontraíble	26 u.	BT-ET-01 a BT-ET-26
		9 u.	BT-ET-27 a BT-ET-35
		6 u.	BT-ET-36 a BT-ET-41
3	Terminal termocontraíble	70 u.	BT-TT-01 a BT-TT-70
		214 u.	BT-TT-71 a BT-TT-284
		174 u.	BT-TT-285 a BT-TT-458
4	Caño	384 m	
5	Ladrillo	57146 u.	
6	Arena	797 m ³	

Figura IB LSBT-7: Elementos de las zanjas.







Posición	Descripción	Cantidad	Código
1	Tablero principal	4 u.	BT-TP-01 a BT-TP-04
2	Tablero secundario	10 u.	BT-TS-01 a BT-TS-10
3	Fusible	168 u.	BT-F-01 a BT-F-168
4	Tablero iluminación	10 u.	BT-TI-01 a BT-TI-10
5	Pilar de medición	68 u.	BT-PM-01 a BT-PM-68
6	Luminaria	87 u.	BT-L-01 a BT-L-87
7	Jabalina de PAT	108 u.	BT-JPAT-01 a BT-JPAT-108
8	Caja de inspección de PAT	108 u.	BT-CIPAT-01 a BT-CIPAT-108
9	Conductor de PAT	33 m	BT-CPAT-01
10	Terminal de indentar	195 u.	BT-TIN-01 a BT-TIN-195
11	Barra equipotencial de PAT	108 u.	BT-BPAT-01 a BT-BPAT-108

Figura IB LSBT-8: Elementos de los tableros, pilares, luminarias y PATs.

La cantidad de unidades o metros especificada en las distintas tablas corresponde al total requerido para las dos líneas.

5.3.4. Descripción de los materiales

5.3.4.1. Materiales de las zanjas

5.3.4.1.1. Conductores subterráneos

En todos los tramos se utilizarán conductores multipolares, siendo los AP, AS y C AS-AS tetrapolares fabricados en aluminio de grado eléctrico y aislados con polietileno químicamente reticulado (XLPE), los D, AI y C D-D tetrapolares fabricados en cobre electrolítico recocido y aislados con policloruro de vinilo (PVC) y los DI bipolares fabricados con los mismos materiales que el caso anterior.

Los mismos cuentan también con una pantalla de cobre que reduce la inducción de ruido y con una armadura que los protege de ataques mecánicos para facilitar su enterrado directo.



Figura IB LSBT-9: Conductor subterráneo.

Su diseño responde a la norma IRAM 2178-1.

Referencia: Punto 8.1.1 de las MC.

Código: BT-CS-01 a BT-CS-03.

5.3.4.1.2. Empalmes termocontraibles

Dada la forma en que se comercializa el conductor subterráneo, es necesario incorporar empalmes rectos termocontraibles adecuados para el trabajo con cables multipolares de aislación sólida.



Figura IB LSBT-10: Empalme termocontraible.

Su diseño responde a las normas ANSI C1191-1986 y VDE 0278.

Referencia: Punto 8.1.2 de las MC.

Código: BT-ET-01 a BT-ET-41.

5.3.4.1.3. Terminales termocontraibles

Con el fin de mejorar su sellado y aislamiento, la conexión de los conductores a los diferentes transformadores, tableros, pilares y luminarias se llevará a cabo mediante puntas terminales termocontraibles aptas para los tipos de cables empleados.



Figura IB LSBT-11: Terminales termocontraíbles.

Su diseño responde a las normas ANSI C1191-1986 y VDE 0278.

Referencia: Punto 8.1.3 de las MC.

Código: BT-TT-01 a BT-TT-458.

5.3.4.1.4. Materiales constructivos

La colocación subterránea de los conductores se realizará utilizando materiales de construcción como arena fina, ladrillos macizos y, en el caso de los cruces de calle, caños rígidos de plástico (PVC). Los mencionados elementos se emplearán en las sucesivas “capas” que conforman las zanjias con el fin de lograr una protección mecánica adecuada.



Figura IB LSBT-12: Caños plásticos.

Referencia: Punto 8.1.4 de las MC.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 53 de 147
---	------------	---------	------------------

5.3.4.2. Materiales de los tableros, pilares y luminarias

Para los tableros principales y secundarios, se utilizarán armarios de distribución urbana de uso exterior e instalación en suelo, con envolvente de poliéster y fibra de vidrio y acometida y salida inferior.

Su diseño responde a las normas UNE-EN 61439-1-5, UNE-EN 60695-11-10, UNE-EN 20324 y IK09 UNE-EN 50102.

Código: BT-TP-01 a BT-TP-04 y BT-TS-01 a BT-TS-10.



Figura IB LSBT-13: Tablero principal o secundario de distribución.

Para los tableros de iluminación, se emplearán armarios de alumbrado público con envolvente de hormigón y demás características similares a las mencionadas anteriormente.

Su diseño responde a las normas UNE-EN 50298, UNE EN 60695-11-10, IP55 UNE-EN 20324 e IK10 UNE-EN 50102.

Código: BT-TI-01 a BT-TI-10.



Figura IB LSBT-14: Tablero de iluminación.

Para los pilares de medición, se usarán los de tipo trifásico de doble acometida subterránea, fabricados en hormigón premoldeado con diseño modular.

Código: BT-PM-01 a BT-PM-68.



Figura IB LSBT-15: Pilar de medición.

En cuanto a los fusibles que equiparán a los tableros, éstos serán de rango completo para uso general en BT, con diseño de cuchillas y un tamaño adecuado a los requerimientos eléctricos.

Su diseño responde a las normas IEC/EN 60269-1-2, DIN VDE 0636-201-2011 y DIN 43620.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 55 de 147
---	------------	---------	------------------

Código: BT-F-01 a BT-F-168.



Figura IB LSBT-16: Fusibles de cuchillas.

Referencia: Consultar el punto 8.2 de las MC.

Para las luminarias, se emplearán farolas LED de alumbrado exterior que, por sus características de luminosidad y hermeticidad, resultan aptas para el trabajo a la intemperie.

Su diseño responde a la norma IRAM-AADL J2022-1.

Referencia: Punto 8.1.1.2.1 de las MC.

Código: BT-L-01 a BT-L-87.

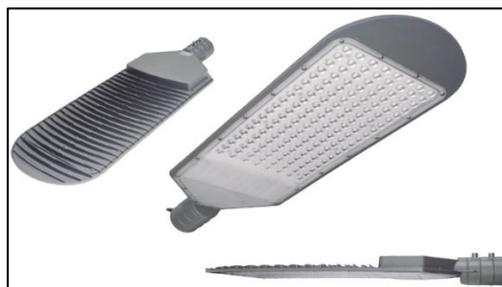


Figura IB LSBT-17: Luminarias.

5.3.4.3. Materiales de puesta a tierra

La protección de la instalación se realizará por medio de PATs colocadas sobre los pilares finales de cada D y sobre las luminarias de cada DI, empleándose para las mismas jabalinas, cajas de inspección, conductores, terminales de indentar y barras rígidas similares a los de la LSMT.

Referencia: Punto 8.3 de las MC.

Código: BT-JPAT-01 a BT-JPAT-108, BT-CIPAT-01 a BT-CIPAT-108, BT-CPAT-01, BT-TIN-01 a BT-TIN-195 y BT-BPAT-01 a BT-BPAT-108.

5.4. Listado de tablas

- Tabla IB LSBT-1: Listado de alimentadores, distribuidores y cierres de la LSBT.

5.5. Listado de figuras

- Figura IB LSBT-1: Línea subterránea de baja tensión (LSBT).
- Figura IB LSBT-2: Estructura del código de transformadores y tableros.
- Figura IB LSBT-3: Estructura del código de alimentadores y distribuidores.
- Figura IB LSBT-4: Estructura del código de alimentadores y distribuidores de iluminación.
- Figura IB LSBT-5: Estructura del código de cierres de alimentadores secundarios y distribuidores.
- Figura IB LSBT-6: Diagrama general de la LSBT.
- Figura IB LSBT-7: Elementos de las zanjas.
- Figura IB LSBT-8: Elementos de los tableros, pilares, luminarias y PATs.
- Figura IB LSBT-9: Conductor subterráneo.
- Figura IB LSBT-10: Empalme termocontraible.
- Figura IB LSBT-11: Terminales termocontraibles.
- Figura IB LSBT-12: Caños plásticos.

- Figura IB LSBT-13: Tablero principal o secundario de distribución.
- Figura IB LSBT-14: Tablero de iluminación.
- Figura IB LSBT-15: Pilar de medición.
- Figura IB LSBT-16: Fusibles de cuchillas.
- Figura IB LSBT-17: Luminarias.

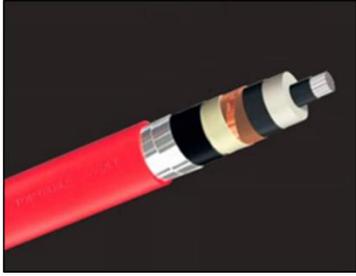
6. Ingeniería de detalle de la línea subterránea de media tensión (ID LSMT)

6.1. Especificaciones técnicas

Referencia: Anexo A: Catálogos de LSMT.

6.1.1. Materiales de las zanjas y cabinas de inspección

6.1.1.1. Conductores subterráneos

Nombre: Conductor subterráneo (Hoja 1 de 1)		Código: MT-CS-01	MC: Pto. 5.1.1 – Pág. 41
Marca	Prysmian	Tipo: IRAM 2178-2	
Modelo	Retenax Al - 26/33(36) kV - Categoría II	Material: Aluminio y XLPE	
Función: Alimentación de las cargas del predio vinculando los seccionadores de las acometidas con los elementos de los centros de transformación.		Símbolo: 	
Diseño: 		Secciones utilizadas: 1x185 mm ²	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 33 (36) kV • Categoría II (construcción multicapa). • Temperatura de servicio: 90°C • Resistente a la absorción de agua, a la inducción de ruido eléctrico, a la abrasión y a agentes químicos. • Radio mínimo de curvatura: 10 veces el diámetro • Montaje directamente enterrado. 			

6.1.1.2. Empalmes termocontraibles

Nombre: Empalme termocontraible (Hoja 1 de 1)		Código: MT-ET-01 a MT-ET-06	MC: Pto. 5.1.2 – Pág. 49
Marca	Raychem	Tipo: IEEE-404-1996	
Modelo	PCJ-9003	Material: XLPE	
Función: Conexión recta de los conductores subterráneos.			
Diseño:		Secciones utilizadas: 1x185 mm ²	
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 36 kV • Apto para trabajo con cables armados de aislación sólida (plástica). • Montaje directamente enterrado por su buena resistencia a la abrasión y a la humedad. 			

6.1.1.3. Malla de advertencia

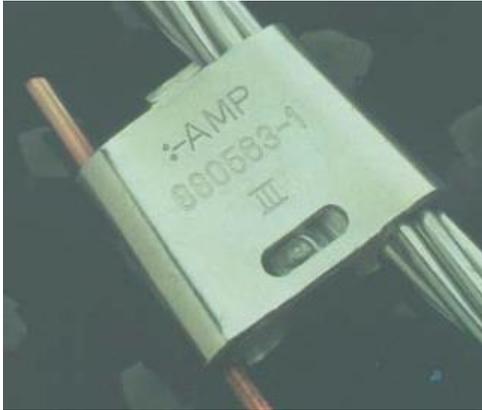
Nombre: Malla de advertencia (Hoja 1 de 1)		Código: MT-MA-01	MC: Pto. 5.1.3.2 – Pág. 51
Marca	Maintec	Material: PEBD lineal	
Modelo	Rojo con leyenda “PELIGRO ALTA TENSION”		
Función: Indicación de la proximidad de conductores subterráneos.			
Diseño:			
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Ancho: 30 cm • Malla romboidal irregular de cordones superpuestos y fusionados en nudos. 			

6.1.2. Materiales de las acometidas

6.1.2.1. Conductores aéreos y de puesta a tierra

Nombre: Conductor aéreo y de puesta a tierra (Hoja 1 de 1)		Código: MT-CA-01 y MT-CPAT-01	MC: Pto. 5.2.4.3 – Pág. 67 y Pto. 5.3.5 – Pág. 80
Marca	Prysmian (aéreo) y Genrod (PAT)	Tipo: IRAM 2004	
Modelo	Pryscu (aéreo) y ACC70 (PAT)	Material: Cobre	
Función: Alimentación de las cargas del predio conectando el alimentador con los descargadores y seccionadores de las acometidas y protección de las mismas y de los centros de transformación.		Símbolo: 	
Diseño: 		Secciones utilizadas: 1x35 mm ² (aéreo) y 1x 70 mm ² (PAT)	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Apto tanto para uso a la intemperie (a una temperatura ambiente de 40°C con exposición directa al sol) como directamente enterrado. • Vinculable a las jabalinas por soldadura cuproaluminotérmica. 			

6.1.2.2. Conectores por presión de cuña

Nombre: Conector por presión de cuña (Hoja 1 de 1)		Código: MT-CPA-01 a MT-CPA-06 y MT-CPU-01 a MT-CPU-08	MC: Pto. 5.3.6 – Pág. 81
Marca	Tyco Electronics	Tipo: ANSI C 119.4	
Modelo	AMPACT Serie Azul 600403 y UDC simétrico tipo VII (blanco/rojo)	Material: Aluminio	
Función: Vinculación de los conductores aéreos al alimentador y de las PAT de los descargadores y los conductores subterráneos.			
Diseño:			
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Apto para unión de conductores principales y de derivación con diferentes diámetros y materiales. 			

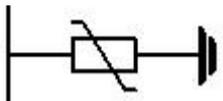
6.1.2.3. Crucetas y brazos

Nombre: Cruceta y brazo (Hoja 1 de 1)		Código: MT-C-01 a MT-C-02 y MT-B-01 a MT-B-04	MC: Pto. 5.3.1 y 5.3.2 – Pág. 78
Marca	Emprel S.R.L.	Tipo: IRAM-IAS U500-503 e IRAM 20022	
Modelo	MN 110 de perfil UPN n°8 (cruceta) y MN 41 (brazo)	Material: Acero	
Función: Soportación de los descargadores y seccionadores.			
Diseño:			
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Longitud: 1820 mm (cruceta) y 710 mm (brazo) 			

6.1.2.4. Seccionadores

Nombre: Seccionador (Hoja 1 de 1)		Código: MT-S-01 a MT-S-06	MC: Pto. 5.3.3 – Pág. 79
Marca	Dosen	Tipo: IRAM 2207, 2208, 2209, 2211 y 60712, NEMA sg4-68, IEC 60129, UNE-EN 60129 y ANSI C 37.30, 32 y 34	
Modelo	UAC-P-H-O	Material: Acero y porcelana	
Función: Interrupción de la continuidad entre el alimentador y la instalación.		Símbolo: 	
Diseño: 			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Unipolar con accionamiento a cuchilla por pértiga desde tierra. • Tensión nominal: 35 kV • Corriente nominal: 600 A • Corriente máxima admisible durante 1 seg: 20 kA • Longitud: 580 mm • Altura: 405 mm • Peso: 12,70 kg • Equipado con plano para terminal, de fijación horizontal y sin tope ni traba. 			

6.1.2.5. Descargadores

Nombre: Descargador (Hoja 1 de 1)		Código: MT-D-01 a MT-D-06	MC: Pto. 5.3.4 – Pág. 79
Marca	Dosen	Tipo: IRAM 2472, IEC 99-4 y ANSI C 62-11	
Modelo	PV 10/36	Material: Varistores de óxido de zinc y polímero	
Función: Descarga a tierra de sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra que puedan resultar peligrosas para equipos y personas.		Símbolo: 	
Diseño: 			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Unipolar equipado con desconectador (desligador). • Tensión nominal: 36 kV • Corriente nominal: 10 kA • Longitud: 160 mm • Altura: 465 mm • Peso: 3,60 kg 			

6.1.2.6. Terminales de conexión

6.1.2.6.1. Terminales termocontraibles

Nombre: Terminal termocontraible (Hoja 1 de 1)		Código: MT-TT-01 a MT-TT-30	MC: Pto. 5.3.7.1 – Pág. 84
Marca	Raychem	Tipo: IEC 60502	
Modelo	HVT-E-353 (uso exterior) y HVT-I-353 (uso interior)	Material: Aluminio y XLPE	
Función: Conexión de los conductores subterráneos tanto en las acometidas como dentro de los centros de transformación.			
Diseño:		Secciones utilizadas: 1x185 mm ²	
			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 36 kV • Apto para uso con cables armados de aislación sólida (plástica). • Preparado para trabajo a la intemperie o bajo techo con o sin campanas para regulación de la distancia de arco eléctrico. 			

6.1.2.6.2. Terminales de indentar

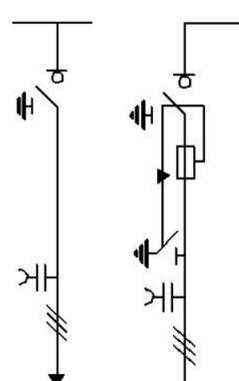
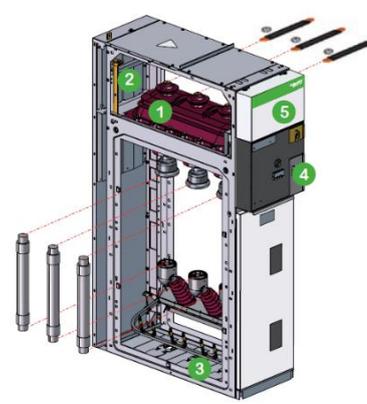
Nombre: Terminal de indentar (Hoja 1 de 1)		Código: MT-TIN-01 a MT-TIN-26	MC: Pto. 5.2.4.4 – Pág. 68 y Pto. 5.3.7.2 – Pág. 85
Marca	LCT	Tipo: IEC 61238-1	
Modelo	SCC 35/2 – Verde (aéreos) y SCC 70/1 – Negro (PAT)	Material: Cobre y estaño	
Función: Conexión de los conductores aéreos y de PAT.			
Diseño:		Secciones utilizadas: 35 mm ² (aéreos) y 70 mm ² (PAT)	
			

6.1.2.6.3. Mallas flexibles

Nombre: Malla flexible (Hoja 1 de 1)	Código: MT-MF-01	MC: Pto. 5.3.7.3 – Pág. 86
Marca	LCT	Material: Cobre y estaño
Función: PAT de los descargadores.		
Diseño: 	Secciones utilizadas: 35 mm ²	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none">• Trama trenzada para mejorar la resistencia.• Ancho: 25 mm• Espesor: 2,50 mm		

6.1.3. Materiales de los centros de transformación

6.1.3.1. Celdas de maniobra y protección

Nombre: Celda de maniobra y protección (Hoja 1 de 1)		Código: MT-IM-01 a MT-IM-04 y MT-QM-01 a MT-QM-02	MC: Pto. 5.2.2 – Pág. 58
Marca	Schneider Electric	Tipo: IEC 62271, 60255, 61869 y 60044	
Modelo	SM6-IM-630-36-12,50 (maniobra) y SM6-QM-630-36-12,50 (protección)		
Función: Ingreso y salida de la LSMT (IM) y resguardo del transformador (QM).		Símbolo: 	
Diseño: 			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño compacto y modular de dos compartimientos para conexión inferior por cables y superior por barras. • Equipada con seccionador de tres posiciones (abierto-cerrado-PAT) aislado en SF₆. • Aislación por aire en el compartimiento de barras (AIS) apta para distribución secundaria. • Corriente nominal: 630 A • Tensión nominal: 36 kV • Corriente resistida de corta duración: 12,50 kA • En el caso de la celda QM, se incorporan fusibles Schneider Fusarc CF de 36 kV y 25 A capaces de proteger transformadores en aceite. 			

6.1.3.2. Transformadores

Nombre: Transformador (Hoja 1 de 1)		Código: MT-T-01 a MT-T-02	MC: Pto. 5.2.1 – Pág. 55
Marca	Tadeo Czerweny Tesar	Tipo: IRAM 2250 y 2269, IEC 60076 y ANSI C57	
Modelo	Llenado integral con relación $33 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4 \text{ kV}$		
Función: Reducción de tensión vinculando las líneas de subterráneas de MT y BT.		Símbolo: 	
Diseño:  			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño hermético (libre de cámara de nitrógeno) para reducir los costos de mantenimiento y evitar la oxidación del aceite dieléctrico por aireado. • Potencia aparente nominal: 630 kVA • Tensión del lado de alta: 33 kV • Tensión del lado de baja: 0,40 kV • Longitud: 1900 mm • Anchura: 1200 mm • Altura: 2000 mm • Peso: 2700 kg • Equipado con un instrumento de protección integral Tadeo Czerweny Tesar DGPT2 que releva distintas variables de funcionamiento para mejorar la confiabilidad. 			

6.1.3.3. Cabinas o envolventes

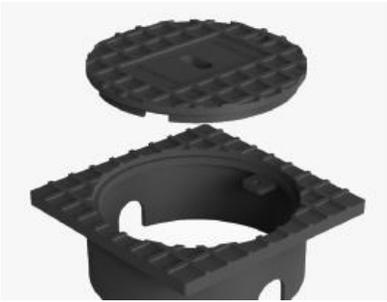
Nombre: Cabina prefabricada (Hoja 1 de 1)		Código: MT-CP-01 a MT-CP-02	MC: Pto. 5.2.3 – Pág. 62
Marca	Autotrol	Tipo: IEC 61330	
Modelo	Pampa 2	Material: Hormigón armado	
Función: Protección de los transformadores y las celdas de protección y maniobra de la intemperie, facilitando que sean operados en forma segura.			
Diseño:			
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño compacto de tipo monobloque pensado para reducir el impacto visual, mejorar el aprovechamiento del espacio, agilizar la colocación y reducir el costo de construcción por m². • Longitud exterior: 4640 mm • Anchura exterior: 2465 mm • Altura exterior: 2700 mm • Profundidad de enterramiento: 450 mm 			

6.1.3.4. Puesta a tierra

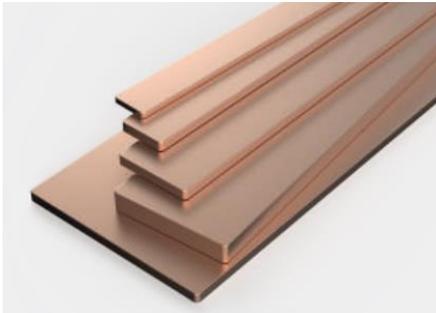
6.1.3.4.1. Jabalinas

Nombre: Jabalina de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: MT-JPAT-01 a MT-JPAT-08	MC: Pto. 5.2.4.1 – Pág. 66
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	JLIC1630 (L1630)	Material: Acero y cobre	
Función: Descarga a tierra de sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra que puedan resultar peligrosas para equipos y personas.			
Diseño:		Dimensiones utilizadas: 5/8" (16 mm) de diámetro y 3 m de longitud	
			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Espesor mínimo del recubrimiento de cobre: 254 µm • Diseñada para hincarse en forma vertical. • Vinculable a la malla por soldadura cuproaluminotérmica. 			

6.1.3.4.2. Cajas de inspección

Nombre: Caja de inspección de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: MT-CIPAT-01 a MT-CIPAT-08	MC: Pto. 5.2.4.2 – Pág. 67
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	CI 3	Material: Fundición de hierro	
Función: Indicación del punto de hincado de la jabalina y protección de la conexión entre ésta y la malla, proporcionando un punto seguro para la medición de resistencia.			
Diseño:		Dimensiones utilizadas: 25 cm x 25 cm	
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Con tapa desmontable y sin borne de neutro. 			

6.1.3.4.3. Barras equipotenciales

Nombre: Barra equipotencial de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: MT-BPAT-01 a MT-BPAT-04	MC: Pto. 5.2.4.5 – Pág. 69
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	40 1050	Material: Cobre	
Función: Fijación de los terminales para unión de los chicotes de conexión a la malla de protección principal.			
Diseño:		Dimensiones utilizadas: 50 mm de ancho x 10 mm de espesor x 250 mm de longitud	
			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Superficie plana, sección rectangular y alta rigidez para permitir su uso como bornera. • Sección nominal: 500 mm² • Peso: 4,46 kg/m • Incluye la bulonería necesaria para su anclaje. 			

7. Ingeniería de detalle de la línea subterránea de baja tensión (ID LSBT)

7.1. Especificaciones técnicas

Referencia: Anexo B: Catálogos de LSBT.

7.1.1. Materiales de las zanjas

7.1.1.1. Conductores subterráneos

Nombre: Conductor subterráneo (Hoja 1 de 1)		Código: BT-CS-01 a BT-CS-03	MC: Pto. 8.1.1 – Pág. 89
Marca	Prysmian	Tipo: IRAM 2178-1	
Modelo	Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II / Rete- nax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II	Material: Aluminio y XLPE / Cobre y PVC	
Función: Alimentación de las cargas del predio vinculando los transformadores con los pilares de medición y luminarias por medio de alimentadores y distribuidores.		Símbolo: 	
Diseño: 		Secciones utilizadas: 3x185/95 mm ² / 3x70/35 mm ² / 2x16 mm ²	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 0,6/1 kV • Categoría II (construcción multicapa). • Temperatura de servicio: 90°C • Resistente a la absorción de agua, a la inducción de ruido eléctrico, a la abrasión y a agentes químicos. • Montaje directamente enterrado y dentro de caños plásticos para los cruces de calles. 			

7.1.1.2. Empalmes termocontraibles

Nombre: Empalme termocontraible (Hoja 1 de 1)		Código: BT-ET-01 a BT-ET-41	MC: Pto. 8.1.2 – Pág. 524
Marca	Raychem	Tipo: ANSI C1191-1986 y VDE 0278	
Modelo	ERT 185/400 / ERT 70/150 / ERT 10/35	Material: XLPE y PVC	
Función: Conexión recta de los conductores subterráneos.			
Diseño:		Secciones utilizadas: 3x185/95 mm ² / 3x70/35 mm ² / 2x16 mm ²	
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 1 kV • Apto para trabajo con cables multipolares armados de aislación sólida (plástica). • Montaje directamente enterrado por su buena resistencia a la abrasión y a la humedad. 			

7.1.1.3. Terminales termocontraibles

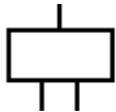
Nombre: Terminal termocontraible (Hoja 1 de 1)		Código: BT-TT-01 a BT-TT-458	MC: Pto. 8.1.3 – Pág. 527
Marca	Raychem	Tipo: ANSI C1191-1986 y VDE 0278	
Modelo	ETA 0063 / ETA 0047 / ETA 0013	Material: Aluminio y XLPE / Cobre y PVC	
Función: Conexión de los conductores subterráneos a los diferentes transformadores, tableros, pilares y luminarias.			
Diseño:		Secciones utilizadas: 3x185/95 mm ² / 3x70/35 mm ² / 2x16 mm ²	
			
		<ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 1 kV • Apto para uso con cables multipolares armados de aislación sólida (plástica). • Preparado para trabajo en interiores. 	

7.1.2. Materiales de los tableros, pilares y luminarias

7.1.2.1. Tableros principales y secundarios

Nombre: Tablero principal / Tablero secundario (Hoja 1 de 1)		Código: BT-TP-01 a BT-TP-04 / BT-TS-01 a BT-TS-10	MC: Pto. 8.2 – Pág. 551
Marca	Pronutec Gorlan	Tipo: UNE-EN 61439-1-5, UNE-EN 60695-11-10, UNE-EN 20324 e IK09 UNE-EN 50102	
Modelo	Armario de distribución urbana con envoltente tipo DIN	Material: Envoltente de material compuesto (poliéster y fibra de vidrio).	
Función: En el caso de los TP, vinculación de los AP con los AS y, en el caso de los TS, vinculación de los AS con los D y los AI.		Símbolo: 	
Diseño: 		Números estándar de salidas utilizados: 3 y 4	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 440 V • Corriente nominal: 630 A • De uso exterior (a la intemperie) e instalación en suelo. • Con acometida y salida inferior (subterránea). • Equipado con fusibles de cuchillas aptos para los valores de tensión y corriente empleados. • Altura: 1760 mm • Anchura: 460/595 mm • Profundidad: 320 mm 			

7.1.2.2. Tableros de iluminación

Nombre: Tablero de iluminación (Hoja 1 de 1)		Código: BT-TI-01 a BT-TI-10	MC: Pto. 8.2 – Pág. 551
Marca	Pronutec Gorlan	Tipo: UNE-EN 50298, UNE EN 60695-11-10, IP55 UNE-EN 20324 e IK10 UNE-EN 50102	
Modelo	Armario de alumbrado público PNT ALP 13 - 1P	Material: Envoltorio de hormigón.	
Función: Vinculación de los AI con los DI.		Símbolo: 	
Diseño: 		Números de salidas utilizados: 2 y 3	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 440 V • De uso exterior (a la intemperie) e instalación en suelo. • Con acometida y salida inferior (subterránea). • Altura: 1540 mm • Anchura: 1300 mm • Profundidad: 395 mm 			

7.1.2.3. Pilares de medición

Nombre: Pilar de medición (Hoja 1 de 1)		Código: BT-PM-01 a BT-PM-68	MC: Pto. 8.2 – Pág. 551
Marca	Gallará	Material: Hormigón premoldeado	
Modelo	Pilar trifásico de doble acometida subterránea PTHS-600 / PTHS-602		
Función: Separación de los D y C D-D en tramos sucesivos constituyendo puntos de suministro para las diferentes parcelas.		Símbolo: 	
Diseño: 			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Diseño modular. • De uso exterior (a la intemperie) e instalación en suelo. • Con acometida y salida inferior (subterránea). • Altura: 1640 mm • Anchura: 600 mm • Profundidad: 300 mm 			

7.1.2.4. Fusibles

Nombre: Fusible (Hoja 1 de 1)		Código: BT-F-01 a BT-F-168	MC: Pto. 8.2 – Pág. 551
Marca	SIBA	Tipo: IEC/EN 60269-1-2, DIN VDE 0636-201-2011 y DIN 43620	
Modelo	Fusible NH gG	Material: Elemento fusible y contactos metálicos y cuerpo aislante cerámico	
Función: Equipamiento de los TP y TS para protección de los alimentadores y distribuidores.			
Diseño:		Tamaños utilizados: 2 y 3	
			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 500 V • Corriente nominal: 125/160/200/315/500/630 A • Diseño de cuchillas. • Rango completo para uso general en BT. • Equipado con indicador para facilitar la identificación de la fusión. • Bajas pérdidas por calentamiento y buena resistencia a la corrosión. 			

7.1.2.5. Luminarias

Nombre: Luminaria (Hoja 1 de 1)		Código: BT-L-01 a BT-L-87	MC: Pto. 8.1.1.2.1 – Pág. 203
Marca	BAEL	Tipo: IRAM-AADL J2022-1	
Modelo	Farola LED de alumbrado exterior Garden Pro 50	Material: Cuerpo de aluminio y policarbonato	
Función: Iluminación de las vías internas de circulación.		Símbolo: 	
Diseño: 			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal: 220 V • Potencia nominal: 50 W • Flujo luminoso: 6000 lm • Temperatura de color: 5000 K • Longitud: 430 mm • Anchura: 160 mm • Espesor: 40 mm • Diseño compacto y hermético para mejor durabilidad a la intemperie. 			

7.1.3. Materiales de puesta a tierra

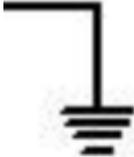
7.1.3.1. Jabalinas

Nombre: Jabalina de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: BT-JPAT-01 a BT-JPAT-108	MC: Pto. 8.3.1 – Pág. 560
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	JLIC1610 (Jab. 5/8" x 1000 mm) para las luminarias y JLIC1615 (L1615) para los PM	Material: Acero y cobre	
Función: Descarga a tierra de sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra que puedan resultar peligrosas para equipos y personas.			
Diseño:		Dimensiones utilizadas: 5/8" (16 mm) de diámetro y 1 m (luminarias) o 1,50 m (PM) de longitud	
			

7.1.3.2. Cajas de inspección

Nombre: Caja de inspección de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: BT-CIPAT-01 a BT-CIPAT-108	MC: Pto. 8.3.2 – Pág. 563
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	CI 3	Material: Fundición de hierro	
Función: Indicación del punto de hincado de la jabalina y protección de la conexión entre ésta y la malla, proporcionando un punto seguro para la medición de resistencia.			
Diseño:		Dimensiones utilizadas: 25 cm x 25 cm	
			
Información adicional:			
<ul style="list-style-type: none"> • Con tapa desmontable y sin borne de neutro. 			

7.1.3.3. Conductores

Nombre: Conductor de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: BT-CPAT-01	MC: Pto. 8.3.3 – Pág. 564
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	ACC16	Material: Cobre	
Función: Protección de equipos y personas contra sobretensiones vinculando los PM y las luminarias a las jabalinas.		Símbolo: 	
Diseño: 		Secciones utilizadas: 1x 16 mm ²	
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Apto para uso directamente enterrado. • Vinculable a las jabalinas por soldadura cuproaluminotérmica. 			

7.1.3.4. Terminales de indentar

Nombre: Terminal de indentar de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: BT-TIN-01 a BT-TIN-195	MC: Pto. 8.3.4 – Pág. 569
Marca	LCT	Tipo: IEC 61238-1	
Modelo	SCC 16/1	Material: Cobre y estaño	
Función: Conexión de los conductores de PAT.			
Diseño:		Secciones utilizadas: 16 mm ²	
			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Orificio único y longitud de tubo standard. • Diámetro de orificio: 1/4" (6,50 mm) • Longitud: 34 mm • Anchura: 13 mm 			

7.1.3.5. Barras equipotenciales

Nombre: Barra equipotencial de PAT (Hoja 1 de 1)		Código: BT-BPAT-01 a BT-BPAT-108	MC: Pto. 8.3.5 – Pág. 570
Marca	Genrod	Tipo: IRAM 2309	
Modelo	40 1050	Material: Cobre	
Función: Fijación de los terminales para unión de los chicotes de conexión a las jabalinas.			
Diseño:		Dimensiones utilizadas: 50 mm de ancho x 10 mm de espesor x 150 mm de longitud	
			
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Superficie plana, sección rectangular y alta rigidez para permitir su uso como bornera. • Sección nominal: 500 mm² • Peso: 4,46 kg/m • Incluye la bulonería necesaria para su anclaje. 			

8. Anexos

8.1. Anexo A: Catálogos de LSMT

8.1.1. Materiales de las zanjias y cabinas de inspección

8.1.1.1. Conductores subterráneos

RETENAX® MT

Distribución en MT

Media Tensión de 2,3/3,3 kV a 26/33 kV

Normas de referencia: IRAM 2178-2

Descripción:

Conductor
Metal: Alambres de cobre electrolítico de máxima pureza o aluminio grado eléctrico.
Forma: En todos los casos e independientemente del metal, se trata de conductores circulares compactos.
Flexibilidad: Clase 2; según IRAM NM-280 e IEC 60228.
 Opcionalmente, los conductores pueden ser obturados para evitar la propagación longitudinal del agua y retardar el desarrollo y la propagación de "Water Trees".

Semiconductora Interna
 Capa extruída de material semiconductor.

Aislante:
 Polietileno químicamente reticulado (XLPE). Material termoestable que presenta buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

Temperatura máxima en servicio permanente: 90°C
 Temperatura máxima en cortocircuito: 250°C (durante 5s como máximo).

Semiconductora Externa:
 Capa extruída de material semiconductor separable en frío "easy stripping". Capa semiconductora externa formada por mezcla extruída y reticulada de características químicas semejantes a las del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.



Los cables RETENAX® son aptos para uso enterrado con protección, en electroductos, canaletas; para el uso directamente enterrados pueden requerirse armaduras metálicas.

Características

									
Norma de fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	Cuerdas rígidas	Resistente a la absorción de agua	Resistente a la abrasión	No propagación de la llama	Resistente a agentes químicos	Resistente a grasas y aceites	Mezclas ecológicas

Condiciones de empleo

				
En bandejas	Directamente enterrado	Enterrado en canaletas	Enterrado en cañerías	Radio mínimo de curvatura



A Brand of Prysmian Group

Edición 2021
02

RETENAX® MT

Distribución en MT

Media Tensión
de 2,3/3,3 kV
a 26/33 kV

Cable Retenax Cu - 26/33(36) kV - Categoría II

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro del Conductor aproximado	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro exterior aproximado (cable sin armar)	Masa aproximada (cable sin armar)	Espesor de envoltura nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aproximado (cable armado)	Masa aproximada (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	mm	mm	kg/km
Unipolares Cat. II								
95	11,3	11,0	2,3	43	2270	2,4	48	2830
120	12,8	11,0	2,3	44	2550	2,5	50	3170
150	14,3	11,0	2,4	46	2900	2,6	52	3550
185	16,0	11,0	2,4	48	3310	2,6	53	3980
240	18,4	11,0	2,5	50	3970	2,7	56	4700
300	20,7	11,0	2,6	53	4690	2,8	59	5460
400	22,9	11,0	2,7	56	5560	2,9	62	6390
500	26,6	11,0	2,8	60	6980	3,0	67	7880
630	30,0	11,0	2,9	64	8470	3,1	70	9450
800	34,4	11,0	3,0	69	10480	3,2	76	11580

Cable Retenax Al - 26/33(36) kV - Categoría II

Datos dimensionales

Sección nominal	Diámetro del Conductor aproximado	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro exterior aproximado (cable sin armar)	Masa aproximada (cable sin armar)	Espesor de envoltura nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aproximado (cable armado)	Masa aproximada (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	mm	mm	kg/km
Unipolares Cat. II								
95	11,6	11,0	2,3	43	1720	2,4	48	2280
120	12,8	11,0	2,3	44	1840	2,5	50	2460
150	14,5	11,0	2,4	46	2030	2,6	52	2680
185	16,2	11,0	2,4	48	2220	2,6	54	2890
240	18,0	11,0	2,5	50	2460	2,7	56	3180
300	20,7	11,0	2,6	53	2860	2,8	59	3630
400	22,9	11,0	2,7	56	3210	2,9	62	4050
500	26,6	11,0	2,8	60	3870	3,0	67	4770
630	30,3	11,0	2,9	64	4510	3,1	71	5500
800	34,4	11,0	3,0	69	5300	3,2	76	6400
1000	38,5	11,0	3,2	74	6230	3,4	80	7400

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Edición 2021

21

RETENAX® MT

Distribución en MT

Media Tensión de 2,3/3,3 kV a 26/33 kV

Cable Retenax Cu - 26/33(36) kV - Categoría II

Datos eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (cable sin armar)	Corriente admisible para cables en aire (cable armado)	Corriente admisible para cables enterrados (cable sin armar)	Corriente admisible para cables enterrados (cable armado)	Resistencia a 90 °C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km
Unipolares Cat. II						
95	381	371	331	322	0,246	0,217
120	438	425	375	364	0,195	0,211
150	497	480	420	406	0,158	0,204
185	569	545	474	455	0,126	0,198
240	671	630	548	518	0,0961	0,193
300	767	713	617	576	0,0766	0,186
400	881	805	698	639	0,0599	0,181
500	993	896	767	689	0,0466	0,173
630	1130	999	856	753	0,0387	0,167
800	1243	1080	921	815	0,0315	0,159

Cable Retenax Al- 26/33(36) kV - Categoría II

Datos eléctricos

Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (cable sin armar)	Corriente admisible para cables en aire (cable armado)	Corriente admisible para cables enterrados (cable sin armar)	Corriente admisible para cables enterrados (cable armado)	Resistencia a 90 °C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km
Unipolares Cat. II						
95	297	291	257	252	0,410	0,217
120	341	333	292	285	0,324	0,211
150	387	377	327	319	0,264	0,204
185	445	431	370	360	0,210	0,198
240	521	498	428	411	0,160	0,193
300	600	569	483	462	0,128	0,186
400	694	650	551	521	0,0997	0,181
500	797	739	617	577	0,0755	0,173
630	921	840	698	642	0,0617	0,167
800	1035	928	758	703	0,0492	0,159
1000	1160	1040	850	770	0,040	0,153

Notas:

- Cables en aire: se considera tres cables unipolares en un plano sobre bandeja y distanciados un diámetro o un cable multipolar sólo, en un ambiente a 40 °C.
- Cables enterrados: tres cables unipolares colocados en un plano horizontal y distanciados 7 cm o un cable multipolar solo, enterrado a 1 m de profundidad en un terreno a 25 °C. y 100 °C . cm / W de resistividad térmica.
- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

Prysmian se reserva el derecho de modificar sin aviso previo, las características técnicas, pesos y dimensiones presentadas en este catálogo, siempre respetando los valores en las normas citadas. Prysmian no se responsabiliza por daños personales o materiales resultantes del uso inadecuado y/o negligente de las informaciones contenidas en este catálogo. Recomendamos que consulte un profesional habilitado para el correcto dimensionado de su proyecto. Imágenes meramente ilustrativas.

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Edición 2021

22

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 92 de 147

8.1.1.2. Empalmes termocontraíbles



Empalmes Termocontraíbles para Cables hasta 36 kV

PCJ

Las uniones termocontraíbles Raychem tipo PCJ permiten unir todo tipo de cables de aislación sólida (XLPE/EPR) - unipolares, tripolares con o sin armadura- hasta 35 kV. Los empalmes PCJ/VE 0278 superan ampliamente las especificaciones IEEE-404-1996 (que incluye ciclo de carga bajo agua) asegurando una elevada confiabilidad, comprobada por más de 30 años en todo tipo de aplicaciones industriales. Una vez instaladas, pueden ser energizadas de inmediato para operar bajo agua, directamente enterradas o canalizadas en ductos.

Todos los kits incluyen instrucciones de instalación simples y fáciles de seguir por parte del instalador, quien no tiene que preocuparse de medir o alterar ninguno de los componentes predefinidos del kit.

Características

- * Tecnología limpia, de instalación rápida, fácil y segura
- * Los kits no tienen vencimiento
- * Amplio rango; unos pocos kits cubren el rango completo de conductores
- * Permiten el uso de conectores de diferentes tipos y largos

CÓDIGO	SECCIÓN DEL CONDUCTOR (mm ²)		
	8 kV	15kV	36kV
PCJ - 6000	1 x 70 a 1 x 120	1 x 16 a 1 x 35	
PCJ - 6001	1 x 50 a 1 x 185	1 x 50 a 1 x 95	
PCJ - 6002	1 x 240 a 1 x 300	1 x 120 a 1 x 185	
PCJ - 6003	1 x 400 a 1 x 500	1 x 240 a 1 x 300	
PCJ - 6004		1 x 400 a 1 x 630	
PCJ -3- 6000	3 x 70 a 3 x 120	3 x 16 a 3 x 35	
PCJ -3- 6001	3 x 150 a 3 x 185	3 x 50 a 3 x 95	
PCJ -3- 6002	3 x 240 a 3 x 300	3 x 120 a 3 x 185	
PCJ -3- 6003		3 x 240 a 3 x 300	
PCJ - 9001			1 X 35 a 1 X 70
PCJ - 9002			1 X 95 a 1 X 150
PCJ - 9003			1 X 185 a 1 X 400
PCJ -3- 9001			3 X 35 a 3 X 70
PCJ -3- 9002			3 X 95 a 3 X 150
PCJ -3- 9003			3 X 185 a 3 X 300

Los conectores de compresión o mecánicos deben ordenarse por separado. En caso de necesitar un empalme que no aparezca en estas tablas de selección sea cual fuere el tipo de cable consulte con nuestras oficinas de TE Connectivity o con nuestro distribuidor autorizado.



8.1.1.3. Malla de advertencia

Inicio • Productos y Novedades A A A

MALLAS DE ADVERTENCIA (O)



CARACTERISTICAS	TIPO DE MALLA	
	0,15	0,30
Ancho (mm)	150 ± 5	300 ± 10
Longitud (m)	100 ± 1	100 ± 1
Precio (\$/100m)		
TIPO	LEYENDA	COLOR
Gas	GAS	Amarillo IRAM DEF D 1054
Agua	AGUA	Azul
Electricidad	ATENCION CABLES ENTERRADOS	Rojo
	PELIGRO RIESGO ELECTRICO 132 kv	
Riego	AGUA	Verde
Teléfono	ATENCION CABLES TELEFONICOS	Blanco
Cloacas	CLOACAS	Naranja
Fibra óptica	ATENCION FIBRA OPTICA	Blanco
Oleoducto	OLEODUCTO ALTA PRESION	Amarillo IRAM DEF D 1054
Material	Polietileno de Baja Densidad Lineal	
Alternativa	Provisión con uno ó más conductores para detección por medios electromagnéticos. Alambre Ø 0,5 + 0,2 -0,1 Material AISI 304. Tanto los colores como las dimensiones, leyendas etc. pueden ser modificados a pedido del cliente, inclusive incorporando su denominación, teléfonos de contacto en caso de accidentes, instrucciones, etc.	
Proceso Productivo	Se basa en la generación, por extrusión, de múltiples filamentos de PEBD lineal que se conforman, por fusión, en una máquina especial creada al efecto. La materia prima es 100 % virgen.	

8.1.2. Materiales de las acometidas

8.1.2.1. Conductores aéreos y de puesta a tierra

PRYSCU

Líneas aéreas de Energía

Conductor desnudo de Cobre

Normas de referencia: IRAM 2004

Descripción: **Conductor**
Metal: Alambres de cobre electrolítico duro.
Forma: Cuerdas redondas.
Formación: Según IRAM 2004.



Identificación:
Hilado de color negro identificatorio del fabricante.

Normativas:
IRAM 2004 u otras bajo pedido.

Certificaciones:
Todos los cables de PRYSMIAN están elaborados bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 y Medio Ambiente ISO 14001:2015, certificados por SGS.

Conductor eléctrico de cobre para distribución de energía en líneas aéreas y para puestas a tierra.

Características

-  Norma de fabricación
-  Cuerdas rígidas
-  Apto para intemperie

Condiciones de empleo

-  Sobre aisladores

Prysmian
A Brand of Prysmian Group

Edición: 2020

02

PRYSMU

Líneas aéreas de Energía

Conductor desnudo de Cobre

Características técnicas

Cables según norma IRAM 2004						
Sección nominal	Formación del conductor	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Carga de rotura calculada	Intensidad de corriente admisible (1)	Caída de tensión (2)
mm ²	n° x mm ²	mm	kg/km	kgf	A	V/km
4	7 x 0,85	2,6	36	157	45	8,28
6	7 x 1,05	3,2	55	240	57	5,55
10	7 x 1,35	4,1	90	396	82	3,37
16	7 x 1,70	5,1	143	626	115	2,34
25	7 x 2,15	6,5	229	995	145	1,56
35	7 x 2,52	7,6	314	1352	180	1,18
50	7 x 3,02	9,1	452	1906	225	0,900
50	19 x 1,85	9,3	462	2006	225	0,900
70	19 x 2,15	10,8	624	2698	280	0,709
95	19 x 2,52	12,6	859	3672	345	0,588
120	19 x 2,85	14,3	1097	4640	400	0,506
150	37 x 2,25	15,8	1334	5740	465	0,440
185	37 x 2,52	17,7	1675	7150	530	0,400
240	37 x 2,85	20,0	2143	9035	635	0,351

Referencias:

- (1) Para temperatura ambiente de 40 °C, cables expuestos al sol y viento de 0,6 m/seg.
 (2) Para sistemas trifásicos de c.a. 50 Hz y $\cos \phi = 0,8$ con los conductores en un mismo plano y separados 0,20 m. entre ejes. Para sistemas monofásicos multiplicar por 1,15.

Acondicionamiento bobinas
→ bobina de madera

Prysmian se reserva el derecho de modificar sin aviso previo, las características técnicas, pesos y dimensiones presentadas en este catálogo, siempre respetando los valores en las normas citadas. Prysmian no se responsabiliza por daños personales o materiales resultantes del uso inadecuado y/o negligente de las informaciones contenidas en este catálogo. Recomendamos que consulte un profesional habilitado para el correcto dimensionado de su proyecto. Imágenes meramente ilustrativas.

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Edición 2020

03

Cables y alambres de cobre desnudo y de acero cobre

Código	Descripción
ACC16	Cable Acero Cobre (16 mm ²)
ACC25	Cable Acero Cobre (25 mm ²)
ACC35	Cable Acero Cobre (35 mm ²)
ACC50	Cable Acero Cobre (50 mm ²)
ACC70	Cable Acero Cobre (70 mm ²)
ACC95	Cable Acero Cobre (95 mm ²)
ACC120	Cable Acero Cobre (120 mm ²)



8.1.2.2. Conectores por presión de cuña





AMPACT

Conectores por presión de cuña

Los ampliamente probados conectores tipo cuña AMPACT previenen la degradación del conector y presentan una significativa menor resistencia que cualquier otro producto competitivo medido en la vida en servicio del conector.

Los conectores AMPACT son formados por un componente "C" y una Cuña, ambos hechos de aleación de aluminio o cobre. Como los ciclos térmicos causan que los conductores se expandan y contraigan, el componente "C" del AMPACT se flexiona para seguir los movimientos de los conductores, manteniendo así presión constante en el contacto eléctrico. Es esta consideración la que permite que el conector AMPACT no presente puntos calientes en su vida útil.

Características principales:

- La instalación de los conectores AMPACT es hecha en una fracción del tiempo necesario de instalación de conectores a compresión o atornillados.
- Los conectores son removibles y no dañan los conductores ni en la instalación ni en la remoción.
- Herramienta de aplicación liviana, requiere el mínimo de esfuerzo del operador eliminando así las fallas de mano de obra.
- El componente "C" y la cuña ya vienen impregnados de pasta anti-óxido, la cual contiene partículas abrasivas que ayudan en la limpieza de la superficie de los conductores durante la instalación del conector.
- La cuña y el embalaje poseen indicaciones de las combinaciones de los conductores. Las etiquetas y el embalaje de los conectores son codificados por colores (rojo, azul, amarillo y blanco) para facilitar la selección del cartucho y herramienta adecuados.



Ventajas:
Los conectores AMPACT por su formato y construcción no poseen las deficiencias de los conectores atornillados, que necesitan ser periódicamente re-ajustados, ni de los conectores a compresión que presentan dificultades en su selección y administración de herramientas, además de que una vez instalados, no pueden ser reaprovechados.

Aplicación:
Los conectores AMPACT de Aluminio o cobre cubren rangos desde #14 AWG hasta 1192.5 kcmil. Los conectores de aluminio son usados para conectar conductores de aluminio o aleación de aluminio con o sin alma de acero. Pueden también efectuar conexiones bimetálicas en condiciones ambientales no corrosivas. Los conectores de cobre son recomendados para conexiones Cu-Cu en cualquier condición.



Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02



Energy Division

Tabla de selección por límites de diámetros:

Todos los valores en mm.



- Use la herramienta AMPACT pequeña Nr. Cat. 69437 para los conectores de las series Roja, Blanca y Azul.
- Use la herramienta AMPACT grande Nr. Cat. 69611 para los conectores de la serie Amarilla.
- Ordene los cartuchos por separado:
Blanco: Nr. Cat. 69338-5
Rojo: Nr. Cat. 68338-2
Azul: Nr. Cat. 69338-1
Amarillo: Nr. Cat. 69338-4

Nr. de Catálogo	Suma de diámetros		Diámetro del conductor principal		Diámetro del conductor derivación	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Serie Azul (Principal: 1/0; 2/0; 3/0 ;4/0, Derivación: #6; #4; #2; 1/0; 2/0 ;4/0)						
600403	20.22	15.77	12.70	8.23	11.79	6.53
600411	22.89	18.69	14.53	9.25	11.79	6.53
600466	17.96	13.86	14.53	9.25	5.18	4.11
600447	19.33	14.48	14.53	9.25	6.55	5.18
600448	21.49	17.53	14.53	9.25	10.11	6.53
600455	19.53	15.80	14.53	9.25	5.18	4.11
600456	20.90	16.87	14.53	9.25	6.55	5.18
600458	24.46	20.42	14.53	9.25	11.79	6.53
600459	27.13	21.79	14.53	9.25	14.53	9.25
600465	27.13	23.83	14.53	9.25	14.53	9.25
600466	28.70	24.28	14.53	9.25	14.53	9.25
Serie Azul (Principal: 4/0; 266, Derivación: #6; #4; #2; 1/0; 2/0; 4/0; 266 kcmil)						
602046-1	21.49	17.75	16.51	13.34	5.18	4.11
602046-2	22.86	19.18	16.51	13.34	6.55	5.18
602046-3	24.69	20.78	16.51	13.34	8.38	6.53
602046-4	26.72	22.78	16.51	13.34	12.70	8.23
602046-5	28.04	24.46	16.51	13.34	14.27	9.25
602046-6	29.44	25.78	16.51	13.34	14.27	10.39
602046-7	30.91	27.43	16.51	13.34	14.51	11.68
602046-9	32.61	29.18	16.51	13.34	16.51	13.34
Serie Azul (Principal: 266; 350 kcmil, Derivación: #6; #4; #2; 1/0; 2/0; 4/0; 266; 350 kcmil)						
602380	22.48	18.75	17.37	15.24	5.18	4.11
602380-1	23.85	20.17	17.37	15.24	6.55	5.18
602380-2	25.68	21.77	17.37	15.24	8.46	6.53
602380-3	27.71	23.77	17.37	15.24	12.70	8.23
602380-4	29.03	25.45	17.37	15.24	14.27	9.25
602380-5	30.43	26.77	17.37	15.24	14.27	10.39
602380-6	32.61	28.42	17.37	15.24	15.24	11.68
602380-7	34.75	30.18	17.37	15.24	17.37	15.24
Serie Blanca (Principal: #8; #6; #4; #2; 1/0, Derivación: #8, #5, #4; #2; 1/0)						
602283	18.39	14.81	10.11	6.53	10.11	6.53
602283-1	16.66	13.08	10.11	6.53	8.38	5.18
602283-2	15.29	11.79	10.11	6.53	6.55	4.11
602283-3	13.46	10.41	8.38	5.18	6.55	4.11
602283-4	11.58	8.41	6.55	4.11	5.84	4.11
602383-5	8.23	6.50	4.11	3.25	4.11	3.25
602283-6	14.22	11.48	10.11	6.53	4.11	3.25
602283-7	12.40	9.83	10.11	6.53	4.11	3.25
602283-8	10.57	7.54	6.55	4.11	4.11	3.25
Serie Amarilla (Principal: 336.4 kcmil, Derivación: #6 hasta 336.4 kcmil)						
602000	27.15	21.48	19.05	13.31	9.02	6.53
602001	28.98	23.55	19.05	13.31	14.51	8.23
602002	30.23	24.56	19.05	13.31	15.72	9.25
602003	31.62	25.70	19.05	13.31	15.72	10.39
602004	33.17	27.00	19.05	13.31	16.00	11.68
602006	34.08	28.96	19.05	13.31	19.05	13.31
602007	36.98	30.63	19.05	13.31	19.05	13.31
602013	25.37	20.50	19.05	13.31	6.55	5.18
602014	23.67	19.43	19.05	13.31	5.18	4.11
Serie Amarilla (Principal: 477-556.5 kcmil, Derivación: #6 hasta 556.5 kcmil)						
602031-8	30.10	25.27	22.68	16.92	8.28	6.53
602031-9	28.40	23.93	22.68	16.92	6.55	5.18
1-602031-0	28.62	22.86	22.68	16.92	5.05	4.11
1-602031-2	47.09	42.98	24.13	18.34	24.13	18.34
1-602031-3	44.22	38.71	23.88	16.92	23.88	16.92
1-602031-4	40.31	34.70	23.88	16.92	19.05	14.55
1-602031-5	38.10	32.94	23.88	16.92	19.05	12.22
1-602031-6	36.09	30.89	23.88	16.92	16.51	11.07

AMPACT - Conectores por presión de cuña

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 99 de 147

tyco

Electronics

Energy Division



UDC

Universal Distribution Connector Reinforced

Conectores tipo cuña UDC "Ampactico"

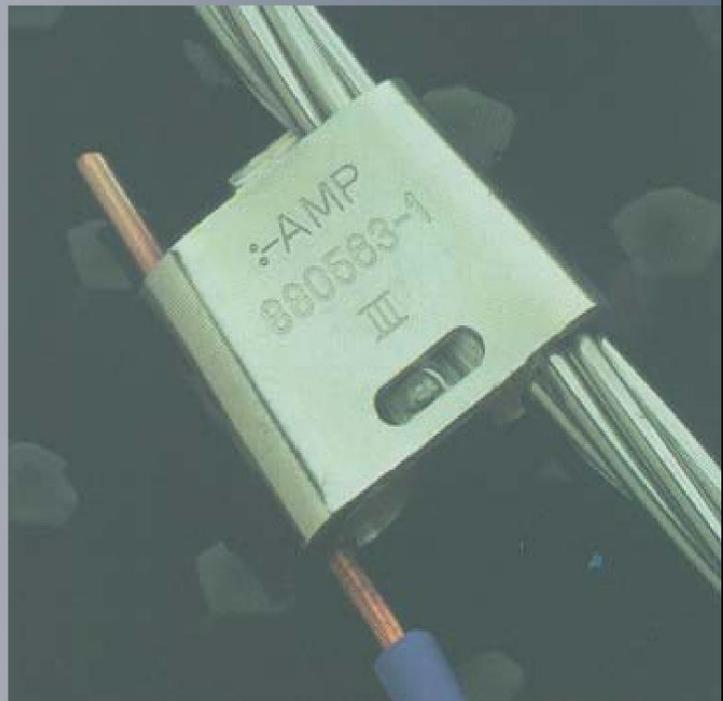
Los conectores UDC (Ampactico), como el conocido conector AMPACT, son conectores tipo cuña con las mismas ventajas inherentes al sistema pero de aplicación en calibres menores a 4/0 AWG y de instalación sin herramientas especiales. La línea UDC fue especialmente desarrollada para ofrecer soluciones definitivas a los problemas de conexiones en las acometidas del consumidor, y de un modo general, todas las aplicaciones involucrando conductores e hilos desde # 16 hasta 4/0 AWG.

Características principales:

- Fabricados en aleación de cobre estañada.
- La instalación es hecha con un alicate "pico de loro". No requiere de herramientas especiales.
- Una traba de seguridad evita que la cuña se suelte luego de la aplicación.
- Los conectores son removibles sin daño a los conductores.
- Los componentes "C" y "Cuña" ya vienen con pasta anti-oxidante.
- Cumple con la norma ANSI C 119.4.

Ventajas

Por su característica técnica y construcción, el UDC no posee las deficiencias de los conectores de tornillo que periódicamente deben ser reajustados y reapretados, ni de los conectores a compresión los cuales presentan dificultades en la selección e instalación, además que una vez aplicados no pueden ser retirados sin afectar los conductores.



Como consecuencia de estas características el conector UDC, garantiza una conexión libre de corrosión y protegida contra variaciones de temperatura y sobrecarga. El conector UDC presenta una instalación rápida y segura. Un alicate de extensión "pico de loro" es suficiente para hacer la instalación, eliminando los errores de mano de obra y permitiendo inclusive una inspección visual, para garantizar una perfecta conexión.

AMP

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

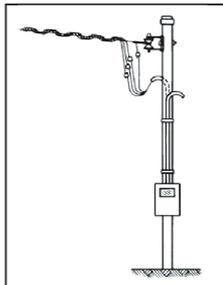
PFC-2203D
Rev.02

tyco / Electronics

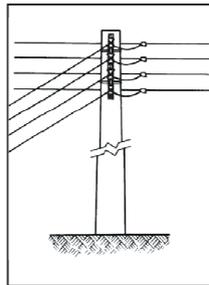
Energy Division

Usos del UDC:

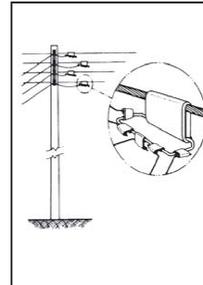
Especialmente desarrollados para solucionar problemas de derivaciones eléctricas en conductores desde #16 hasta 4/0 AWG, los conectores UDC poseen diversas aplicaciones, entre las cuales se destacan:



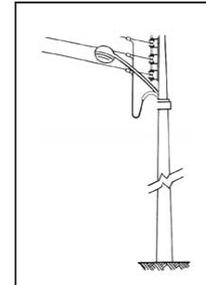
Acometida del consumidor



Ramal de bajada en secundario de cobre



Ramal de bajada en secundario de aluminio, usando "Estribo UDC/AMPACT" para baja tensión



Conexiones de alumbrado público.

Tabla de selección del UDC:

Todos los valores en mm.

	Tipo ⁽¹⁾	Diámetro cond. principal		Diámetro cond. derivación		Suma de diámetros		Embalaje color	Nr. de cat. UDC	Nr. de Cat. Cubierta
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.			
Conectores Simétricos	I	8.12	3.17	7.42	3.17	14.01	10.60	Gris	881781-1	881224-1
	II	8.12	3.17	5.30	3.17	11.18	8.82	Verde	881783-1	881225-1
	III	6.55	2.54	4.65	1.27	9.50	7.40	Rojo	881785-1	881226-1
	IV	6.55	2.54	4.65	1.27	7.67	5.99	Azul	881787-1	881226-1
	V	4.93	2.54	4.65	1.27	6.20	4.58	Amarillo	881789-1	881226-1
	VI	10.61	8.01	9.36	6.54	18.72	16.79	Blanco/Azul	444031-1	602061-0
	VII	10.11	4.66	8.30	4.66	16.78	14.02	Blanco/Rojo	444033-1	602061-0
	VIII	10.11	8.01	10.11	8.01	20.22	18.73	Verde/Blanco	444385-1	602061-0
Conectores Asimétricos	A	9.36	5.60	5.10	1.74	10.95	9.10	Violeta	688652-1	688385-1
	B	9.36	6.20	5.10	1.74	13.11	10.95	Naranja	688653-1	688385-1
	C	12.74	8.20	5.10	1.74	14.75	13.11	Cafe	688654-1	688386-1
	D	12.74	9.50	5.10	1.74	17.00	14.75	Blanco	688655-1	688386-1
	F	8.33	5.60	5.10	1.74	9.10	7.20	Verde/Azul	688656-1	688385-1
	G	8.33	5.60	1.73	1.36	9.10	7.20	Violeta/Azul	688657-1	688385-1
	H	9.36	5.66	1.73	1.36	10.95	9.10	Naranja/Azul	688610-1 (2)	688385-1
	J	11.10	9.34	5.10	1.74	13.11	10.95	Cafe/Azul	688611-1 (2)	688386-1
K	11.10	9.34	1.73	1.36	13.11	10.95	Blanco/Azul	688612-1 (2)	688386-1	
L	14.60	12.20	5.10	2.25	19.45	16.43	Gris/Azul	688685-1 (2)	602061-1	

Notas: (1) Los conectores UDC vienen en embalaje individual identificado por tipo.
(2) Disponible solamente en Versión Estándar. No cumplen con ANSI C119.4 "Pull Out Test"

Ejemplo de selección:
Hacer una derivación de un cable AAC #4 AWG para un conductor 10 AWG de cobre sólido.
Diámetro del cable principal: #4 AWG (AAC)
Diámetro del conductor de derivación #10 AWG Cu. Sol.
Suma de Diámetros

= 5.89 mm
= 2.44 mm
= 8.33 mm



Respuesta:
El conector recomendado es el Tipo II Nr. Cat. 881785-1

Para obtener una copia de la tabla de los UDC (Ampactico) o AMPACT aplicables a los conductores que se usan en su empresa, o si necesita ayuda en configurar una tabla de este tipo, contacte a Tyco Electronics o su distribuidor asociado local.

Universal Distribution Connectors

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 101 de 147

8.1.2.3. Crucetas y brazos



CRUCETAS

Cruceta metálica central MN-110



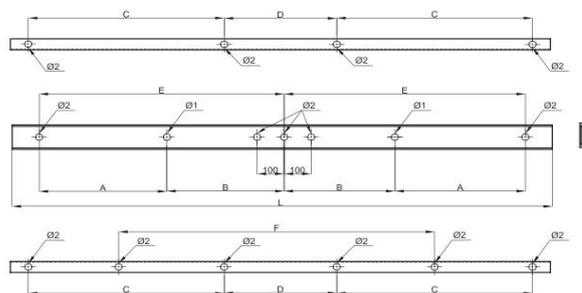
MATERIAL

CUERPO:

Acero F-24 según IRAM-IAS U500-503

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL:

Cincado por inmersión en caliente según norma IRAM 20022



Código	MN	A	B	C	D	E	F	L	Ø1	Ø2	Perfil
031301110080	110	280	480	510	600	760	1066	1820	Ø 14	Ø 18	UPN Nº 8
031301110100	110	280	480	510	600	760	1066	1820	Ø 14	Ø 18	UPN Nº 10
031301110120	110	280	480	510	600	760	1066	1820	Ø 14	Ø 18	UPN Nº 12

Cruceta metálica central MN-111



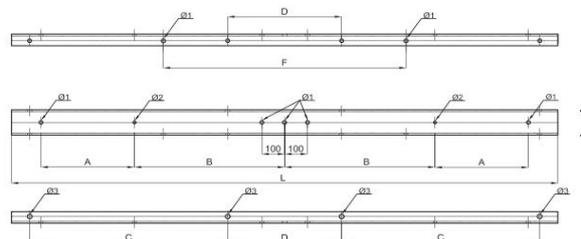
MATERIAL

CUERPO:

Acero F-24 según IRAM-IAS U500-503

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL:

Cincado por inmersión en caliente según norma IRAM 20022



Código	MN	A	B	C	D	F	L	Ø1	Ø2	Ø3	Perfil
031301111080	111	410	660	870	500	1066	2400	Ø 18	Ø 14	Ø 21	UPN Nº 8
031301111100	111	410	660	870	500	1066	2400	Ø 18	Ø 14	Ø 21	UPN Nº 10
031301111120	111	410	660	870	500	1066	2400	Ø 18	Ø 14	Ø 21	UPN Nº 12

Sitio de Montevideo 2960
(B1824KEP) / Lanús Este
Buenos Aires / Argentina
T. (+54-11) 4220-6878
F. (+54-11) 4220-7957
emprel@emprel.com.ar
www.emprel.com.ar

BRAZOS

Brazo recto

MATERIAL CUERPO:

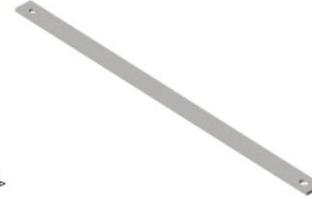
Acero F-24 según IRAM-IAS U 500-503

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL:

Cincado por inmersión en caliente según norma IRAM 20022



Código	MN	A	e	Ø1	Ø2	L
0306010400	40	38,1	8	14	18	1000
0306010401	40L	38,1	6	14	18	1000
0306010410	41	38,1	6	14	18	710
0306010411	41L	38,1	4,8	14	18	710



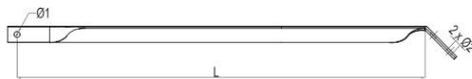
Brazo diagonal MN-42

MATERIAL CUERPO:

Acero F-24 según IRAM-IAS U 500-503

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL:

Cincado por inmersión en caliente según norma IRAM 20022



Código	MN	Ø1	Ø2	L
0306020420	42	Ø 14	Ø 14	1500
0306020421	42a	Ø 18	Ø 18	1500



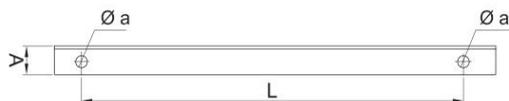
Brazo soporte MN-44

MATERIAL CUERPO:

Acero F-24 según IRAM-IAS U 500-503

RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL:

Cincado por inmersión en caliente según norma IRAM 20022



Código	MN	Øa	L	A
0306040440	44	14	1400	45
0306040441	44a	18	1400	45



Sitio de Montevideo 2960
(B1824KEP) / Lantús Este
Buenos Aires / Argentina
T. (+54-11) 4220-6878
F. (+54-11) 4220-7957
emprel@emprel.com.ar
www.emprel.com.ar

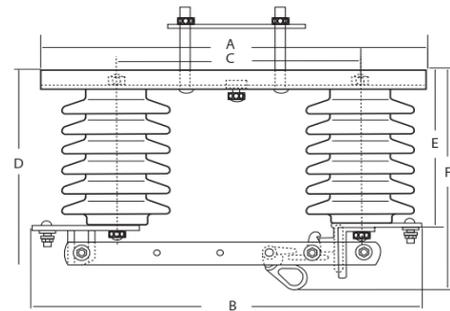
8.1.2.4. Seccionadores

Especificaciones

SECCIONADOR UNIPOLAR A CUCHILLA, PARA MEDIA TENSIÓN

Modelo UAC

	A	B	C	D	E	F	Embalaje
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Unidad
15 kV	435	470	300	245	195	285	1
24 kV	540	580	380	300	250	340	1
35 kV	540	580	380	365	315	405	1



Datos garantizados

Denominación	Unidad	UAC
Tensión nominal	kVef	15 35
Intensidad nominal		600 600
Intensidad máx. admisible durante 1 segundo	kVef	20 20
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 minuto bajo lluvia:		
Seccionador cerrado	kVef	45 75
Seccionador abierto	kVef	60 100
Tensión de ensayo a impulso, onda 1,2/50 useg. sin descarga:		
bajo lluvia:		
Seccionador cerrado	kVc	95 170
Seccionador abierto	kVc	110 190
Peso	kg	8,9 12,7

Al solicitar su compra o cotización:

Coneccionado	Nomenclatura
Morseto	M
Plano para Terminal	P
Fijación	Nomenclatura
Horizontal	H
45 grados	A
Coneccionado	Nomenclatura
Sin tope ni traba	O
Tope de recorrido	R
Traba contra cierre	CC

Ejemplo:

UAC - M - H - O = UAC confeccionado con morseto, fijación horizontal, sin tope ni traba

Características Generales

Este seccionador está diseñado con contactos aptos para soportar altas corrientes de cortocircuito, esfuerzos electrodinámicos sin provocar deformaciones de los mismos y piezas componentes. Los contactos están realizados en cobre electrolítico, totalmente plateados produciendo una mayor conductividad y por lo tanto un menor calentamiento.

Sobre un bastidor de hierro perfil normal "U", están montados dos aisladores soporte exterior rectos de estilo especial compacto y sobre los aisladores se encuentran los contactos principales y cuchillas.

También posee un seguro de apertura por viento o vibraciones, destrabable por el accionar normal de una pértiga.

Provistos con ganchos especiales que permiten la apertura bajo carga. Por los componentes, materiales y procesos de fabricación involucrados, es un seccionador denominado ultra heavy duty, brindando al usuario las mayores satisfacciones y prestaciones.

Las medidas y pesos son de los equipos standard, estos pueden cambiar de acuerdo a las solicitudes de las normas de los diversos entes de energía.

Puede ser provisto de contactos con morsetos o como alternativa con contactos planos para terminal.

- Opcional 1: Tope final de carrera de apertura para evitar la excesiva apertura de cuchilla

- Opcional 2: Tope y traba en posición abierto, para evitar cierres no deseados.

Responde a las normas IRAM 2077 - 2208 - 2209 - 2211 - 60712, NEMA sg4-68 - IEC 60129, UNE-EN 60129, ANSI C 37.30 /32 /34

Int. Manuel Quindimil 741 - Lanús Oeste - Bs. As. Argentina - Tel.: 4249-1009/10
email: info@dosen.com.ar - web: www.dosen.com.ar

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 104 de 147

8.1.2.5. Descargadores

■ CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE PV 5

Modelo	Tensión Nominal Ur kVef.	Tensión Operación Permanente Uc kVef.	Tensiones residuales máximas frente a impulsos de corriente:					Tensiones resistidas envoltura aislante	
			Maniobra 30/60 us 500 Ac. kVc	Atmosféricos			50 Hz Bajo lluvia kVef	Impulso En seco kVc	
				8/20 us 2.5 kAc kVc	5.0 kAc kVc	10 kAc kVc			
PV 5/3	3	2.55	7.70	9.10	9.80	11.0	11.3	35	65
PV 5/6	6	5.10	15.5	18.2	19.6	22.0	22.5	50	95
PV 5/9	9	7.63	23.2	27.3	29.4	32.9	33.8	50	95
PV 5/10	10	8.50	25.8	30.4	32.7	36.8	37.6	70	130
PV 5/12	12	10.2	31.0	36.5	39.2	44.0	45.1	70	130
PV 5/15	15	12.7	38.7	45.6	49.0	54.9	56.4	70	130
PV 5/18	18	15.3	46.5	54.7	58.8	65.9	67.6	95	175
PV 5/21	21	17.8	54.2	63.8	68.6	76.8	78.9	95	175
PV 5/24	24	20.4	62.0	72.9	78.4	87.8	90.1	115	215
PV 5/27	27	22.9	69.7	82.0	88.2	98.8	101	115	215
PV 5/30	30	25.5	77.4	91.1	98.0	110	113	130	240
PV 5/36	36	30.6	93.0	110	118	132	136	130	240

Corrientes de impulso resistidas: 85 kAc onda 4/10 us y 125 Ac onda 2000 us.

■ DESCRIPCIÓN

Los descargadores de sobretensiones DOSEN están constituidos básicamente por una columna de varistores de óxido de zinc, resortes platillo y cilindros metálicos disipadores de calor aprisionados dentro de una envoltura aletada polimérica que hace a este conjunto absolutamente hermético a todo agente natural externo.

Sus bornes con prensacables son de acero inoxidable. Además del soporte aislante se proveen por expreso pedido los siguientes accesorios:

- Desconector (desligador) (D)
- Abrazadera de cruzeta (A)

■ CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE PV 10

Modelo	Tensión Nominal Ur kVef.	Tensión Operación Permanente Uc kVef.	Tensiones residuales máximas frente a impulsos de corriente:					Tensiones resistidas envoltura aislante	
			Maniobra 30/60 us 500 Ac. kVc	Atmosféricos			50 Hz Bajo lluvia kVef	Impulso En seco kVc	
				8/20 us 2.5 kAc kVc	5.0 kAc kVc	10 kAc kVc			
PV 10/3	3	2.95	7.95	9.80	10.6	12.0	12.2	35	65
PV 10/6	6	5.10	15.8	19.4	21.1	23.8	24.3	50	95
PV 10/9	9	7.65	23.8	29.2	31.7	35.8	36.5	50	95
PV 10/10	10	8.50	26.4	32.4	35.2	39.8	40.5	70	130
PV 10/12	12	10.2	31.7	38.9	42.3	47.8	48.6	70	130
PV 10/15	15	12.7	39.7	48.7	52.9	58.8	60.6	70	130
PV 10/18	18	15.3	47.6	58.4	63.5	71.8	73.0	95	175
PV 10/21	21	17.8	55.5	68.1	74.0	83.6	85.1	95	175
PV 10/24	24	20.4	63.5	77.8	84.6	95.6	97.3	115	215
PV 10/27	27	22.9	71.4	87.6	95.2	107	109	115	215
PV 10/30	30	25.5	79.5	97.5	106	120	122	130	240
PV 10/36	36	30.6	95.3	117	127	144	146	130	240

Corrientes de impulso resistidas: 100 kAc onda 4/10 us y 250 Ac onda 2000 us.

■ DIMENSIONES Y PESOS

Las dimensiones y pesos indicados son aproximados y pueden ser ligeramente cambiados sin previo aviso.

Modelo	PV 5 y PV 10		Dist. arco	Dist. fuga	Diámetro D	Peso Neto P		
	Altura H	Alura H'						
3	100	4	280	120	90	100	0.7	0.9
6	150	6	420	170	90	100	0.9	1.2
9	150	6	420	170	90	100	1.0	1.4
10	200	8	500	220	90	100	1.1	1.5
12	200	8	500	220	90	100	1.2	1.6
15	200	8	500	220	90	180	1.3	1.7
18	275	11	770	295	90	100	1.6	2.2
21	275	11	770	295	90	100	1.9	2.5
24	350	14	980	370	90	100	2.1	2.8
27	350	14	980	370	90	100	2.2	3.0
30	400	16	1120	420	90	100	2.4	3.3
36	400	16	1120	420	90	100	2.6	3.6

Int. Manuel Quindimil 741 - Lanús Oeste - Bs. As. Argentina - Tel.: 4249-1009/10
email: info@dosen.com.ar - web: www.dosen.com.ar

8.1.2.6. Terminales de conexión

8.1.2.6.1. Terminales termocontraíbles



Terminaciones Termocontraíbles para Cables Secos Hasta 35 kV

HVT

Las terminaciones termocontraíbles Raychem tipo HVT (High Voltage Termination) se aplican a todo tipo de cables de aislación plástica (XLPE / EPR) monopolares, tripolares con o sin armadura hasta 35 kV. Los materiales y el diseño de las terminaciones HVT han demostrado su alto rendimiento, durabilidad y confiabilidad por más de 30 años en todo tipo de aplicaciones. Su diseño con extra-alta distancia de fuga las hace especialmente recomendables para aplicaciones de uso exterior en ambientes de contaminación muy pesada como zonas costeras y/o industria pesada.

Características

- * Diseño con extra-alta distancia de fuga (>35 mm/kV en modelo Outdoor) para uso en ambientes de contaminación muy pesada, con radiación ultravioleta, humedad y salinidad máxima.
- * Superan ampliamente las especificaciones IEEE/ CENELEC / VDE.
- * La formulación Non-Tracking del tubo rojo aislante exterior soporta esfuerzo eléctrico superficial sostenido. Su característica hidrofóbica y autolimpiante evita la formación de camino carbonoso y la erosión por corrientes de fuga superficiales.
- * El sellante activado por calor en los extremos de la terminación proporciona un sello estanco contra la humedad.
- * Instalación segura y rápida, pueden energizarse inmediatamente.
- * La silueta esbelta, flexible y de bajo peso de las terminaciones HVT permite que sean instaladas invertidas, con curvatura similar a la máxima del cable.

CÓDIGO USO INFERIOR	CÓDIGO USO EXTERIOR	TENSIÓN	SECCIÓN CABLE (mm ²)
HVT-I-80	HVT-E-80	7,2 kV	1 x 16 a 1 x 35
HVT-I-81	HVT-E-81		1 x 50 a 1 x 95
HVT-I-82	HVT-E-82		1 x 120 a 1 x 240
HVT-I-83	HVT-E-83		1 x 300 a 1 x 500
HVT-3-I-80	HVT-3-E-80		3 x 16 a 3 x 35
HVT-3-I-81	HVT-3-E-81		3 x 50 a 3 x 95
HVT-3-I-82	HVT-3-E-82		3 x 120 a 3 x 185
HVT-3-I-83	HVT-3-E-83		3 x 240 a 3 x 300
HVT-I-151	HVT-E-151		17,5 kV
HVT-I-152	HVT-E-152	1 x 95 a 1 x 150	
HVT-I-153	HVT-E-153	1 x 185 a 1 x 400	
HVT-I-154	HVT-E-154	1 x 500 a 1 x 800	
HVT-3-I-151	HVT-3-E-151	3 x 16 a 3 x 70	
HVT-3-I-152	HVT-3-E-152	3 x 95 a 3 x 150	
HVT-3-I-153	HVT-3-E-153	3 x 185 a 3 x 300	
HVT-I-352	HVT-E-352	36 kV	1 x 25 a 1 x 50
HVT-I-353	HVT-E-353		1 x 70 a 1 x 185
HVT-I-354	HVT-E-354		1 x 240 a 1 x 500
HVT-3-I-352	HVT-3-E-352		3 x 25 a 3 x 70
HVT-3-I-353	HVT-3-E-353		3 x 95 a 3 x 240

Los terminales de compresión o mecánicos deben ordenarse por separado.

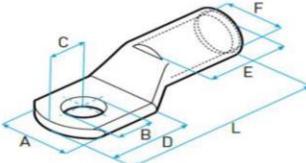


8.1.2.6.2. Terminales de indentar



Marcando la diferencia. Making a difference.

SCC
Terminal de cobre. Un orificio. Tubo standard.
Copper crimp lug. One hole. Standard barrel length.

IEC 60352-2 61238-1 **IRAM**

Certificación IRAM norma IEC 60352-2 terminales y uniones de cobre 1.5 a 10mm². Certificación IRAM norma IEC 61238-1 terminales, uniones y morsetería de 10mm² a 800mm².

Setlo de Conformidad con la Resolución ex SIC y M N° 92/98, SIC y M N° 404/99, SIC y M N° 894/99 y exSCT N° 163/05. Dirección de Lealtad Comercial de la Nación.

CE Setlo de Conformidad de la Unión Europea.

Material / Material:
Cobre electrolítico 99.9%.
Electrolytic copper (99.9%).

Recubrimiento / Plating:
Estantado por electrodeposición.
Electro-tin plating.

Terminal a compresión de un orificio, tubo standard, con ventana de inspección, para conductores de cobre milimétricos.

- * Fabricados en cobre electrolítico 99.9% de alta conductividad.
- * Largo de tubo standard, para facilitar el trabajo en espacios acotados.
- * Tubo fresaado para facilitar la inserción del conductor.
- * Tubo identificado con marcación de color LCT, medida del conductor, matriz a utilizar, ubicación de compresiones, marca de seguridad IRAM, marca de conformidad con resolución 92/98.
- * Con ventana de inspección, para garantizar la completa inserción del conductor.
- * Recubrimiento superficial de estano, para prevenir corrosión.
- * Certificación IRAM según IEC 61238-1.
- * Conformidad con resolución 92/98 de la ex-SiCyM.

One-Hole, Short Barrel with Window Lug for Stranded Copper Conductors (metric).

- * Manufactured in high conductivity, seamless, electrolytic copper tubing.
- * Short barrel for limited space applications.
- * Beveled wire entry for fast and easy cable insertion.
- * Color-coded barrels marked with cable size, part number, die, crimp location and IRAM safety mark.
- * Inspection window to ensure full conductor insertion.
- * Tin-plated to inhibit corrosion.
- * IRAM Certified under IEC 61238-1.

MODELO PART #	SECCIÓN mm ² CONDUCTOR mm ²	B	B [mm]	A	C	D	E	F	L	COLOR
SCC 1.5/2	1.5	5/32"	4	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 1.5/3	1.5	3/16"	5	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 2.5/1	2.5	5/32"	4	8	5	11	7	2.3	21	
SCC 2.5/2	2.5	3/16"	5	8	5	11	7	2.3	22	
SCC 4/1	4	5/32"	4	8	5	11	7	2.8	21	
SCC 4/2	4	3/16"	5	8	5	11	7	2.8	22	
SCC 6/1	6	3/16"	5	9	6	14	7	3.8	27	
SCC 6/2	6	1/4"	6.5	11	7	14	7	3.8	27	
SCC 10/1	10	3/16"	5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/2	10	1/4"	6.5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/3	10	5/16"	8	13	8	16	10	4.5	30	
SCC 16/1	16	1/4"	6.5	13	7	16	14	5.5	34	
SCC 16/2	16	5/16"	8	13	7	17	14	5.5	35	
SCC 16/3	16	3/8"	10	15	8	18	14	5.5	37	
SCC 25/1	25	1/4"	6.5	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/2	25	5/16"	8	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/3	25	3/8"	10	15	8	19	12	6.9	37	
SCC 25/4	25	1/2"	13	22	11	26	17	6.9	49	
SCC 35/0	35	1/4"	6.5	16	9	21	18	8.2	42	
SCC 35/1	35	5/16"	8	16	9	21	18	8.2	42	
SCC 35/2	35	3/8"	10	16	9	21	18	8.2	42	
SCC 35/3	35	1/2"	13	21	12	25	17	8.2	48	
SCC 50/0	50	1/4"	6.5	19	11	22	19	9.8	46	
SCC 50/1	50	5/16"	8	19	11	22	20	9.8	46	
SCC 50/2	50	3/8"	10	19	11	22	18	9.8	46	
SCC 50/3	50	1/2"	13	23	11	25	19	9.8	50	
SCC 50/4	50	5/8"	17	27	13	31	19	9.8	54	
SCC 70/0	70	5/16"	8	22	12	26	22	11.5	54	
SCC 70/1	70	3/8"	10	22	12	27	23	11.5	54	
SCC 70/2	70	1/2"	13	22	12	26	23	11.5	54	
SCC 70/3	70	5/8"	17	27	13	28	23	11.5	57	
SCC 95/0	95	3/8"	10	25	14	28	26	13.5	62	
SCC 95/1	95	1/2"	13	25	14	28	26	13.5	61	
SCC 95/2	95	5/8"	17	25	14	28	26	13.5	62	
SCC 120/0	120	3/8"	10	28	14	29	24	15.2	65	
SCC 120/1	120	1/2"	13	28	15	29	24	15.2	65	
SCC 120/2	120	5/8"	17	28	14	30	26	15.2	67	
SCC 150/0	150	3/8"	10	31	16	35	27	16.5	71	
SCC 150/1	150	1/2"	13	32	17	35	27	16.5	71	
SCC 150/2	150	5/8"	17	32	16	35	27	16.5	71	
SCC 185/0	185	3/8"	10	34	17	35	28	18.6	74	
SCC 185/1	185	1/2"	13	34	18	35	28	18.6	74	
SCC 185/2	185	5/8"	17	34	18	35	28	18.6	74	
SCC 240/1	240	1/2"	13	39	20	41	34	20.8	87	
SCC 240/2	240	5/8"	17	39	20	41	34	20.8	87	
SCC 300/1	300	1/2"	13	44	22	42	38	23.5	94	
SCC 300/2	300	5/8"	17	44	21	42	40	23.5	95	
SCC 400/1	400	5/8"	17	50	24	49	44	27	107	
SCC 500/1	500	3/4"	20	58	24	55	44	31	121	
SCC 630/1	630	3/4"	20	64	29	58	54	34.5	130	
SCC 800/1	800	5/8"	17	69	29	63	73	38	172	

Aplicación: Para conductores de cobre milimétricos (mm²).
Application: For metric copper conductors (mm²).

TERMINALES Y UNIONES DE COBRE
COPPER LUGS AND SPIZZES

COMPRESIÓN

8.1.2.6.3. Mallas flexibles


LCT Marcando la diferencia. *Making a difference.*

MALLA FLEXIBLE DE COBRE
FLEXIBLE COPPER BRAID

Material / Material:
Cobre 99%.
Copper [99.9%].

Recubrimiento / Plating:
Estañado por electrodeposición.
Electro-tin plating.



Malla de cobre 99,9%, trenzada con recubrimiento de estaño de gran flexibilidad. De múltiples aplicaciones. Se provee por metro según requerimiento del cliente.

Electrolytic copper braid, tin plated. Great flexibility, multiple applications. Supplied by meter.

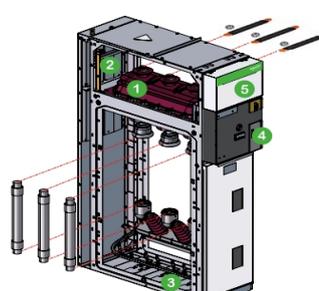
SECCIÓN mm ² CONDUCTOR mm ²	ANCHO mm WIDTH mm	ESPESOR mm THICKNESS mm
6	7	1.5
10	9	1.5
16	17	2
25	20	2
35	25	2.5
50	28	4
70	29	7
95	30	8

8.1.3. Materiales de los centros de transformación

8.1.3.1. Celdas de maniobra y protección

General characteristics

Factory-built cubicles description

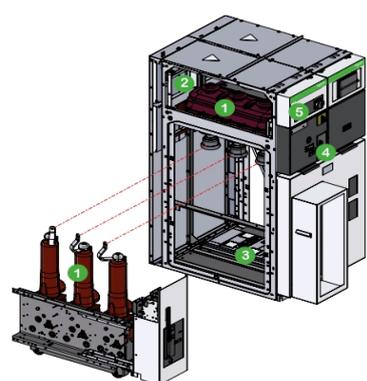


DCE3946D

Switch and fuse protection cubicles

- 1 Switchgear** Switch-disconnector and earthing switch in an enclosure filled with SF6 and satisfying "sealed pressure system" requirements
- 2 Busbars** All in the same horizontal plane, thus enabling later switchboard extensions and connection to existing equipment.
- 3 Connection** Accessible through front, connection to the lower switch-disconnector and earthing switch terminals (IM cubicles) or the lower fuse-holders (PM and QM cubicles). This compartment is also equipped with an earthing switch downstream from the MV fuses for the protection units.
- 4 Operating mechanism** Contains the elements used to operate the switch-disconnector and earthing switch and actuate the corresponding indications (positive break).
- 5 Low voltage** Installation of a terminal block (if motor option installed), LV fuses and compact relay devices. If more space is required, an additional enclosure may be added on top of the cubicle.

Options: Please, refer to the chapter "Characteristics of the functional units".



DCE3947D

SF6 circuit breaker cubicles

- 1 Switchgear** Disconnector(s) and earthing switch(es), in enclosures filled with SF6 and satisfying "sealed pressure system" requirements.
- 2 Busbars** All in the same horizontal plane, thus enabling later switchboard extensions and connection to existing equipment.
- 3 Connection and switchgear** Accessible through front, connection to the downstream terminals of the circuit breaker.
Two circuit breaker offers are possible:
 - SF1: combined with an electronic relay and standard sensors (with or without an auxiliary power supply)
 - SFset: autonomous set equipped with an electronic protection system and special sensors (requiring no auxiliary power supply).
- 4 Operating mechanism** Contains the elements used to operate the disconnector(s), the circuit breaker and the earthing switch and actuate the corresponding indications.
- 5 Low voltage** Installation of compact relay devices (Statimax) and test terminal boxes. If more space is required, an additional enclosure may be added on top of the cubicle.

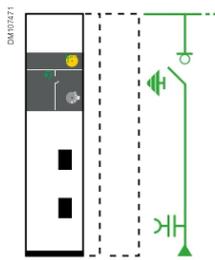
Options: Please, refer to the chapter "Characteristics of the functional units".

schneider-electric.com
SM6 Catalog | 43

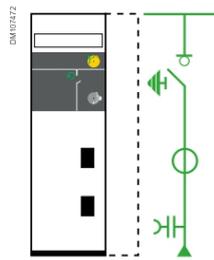
General characteristics

Units for switching function

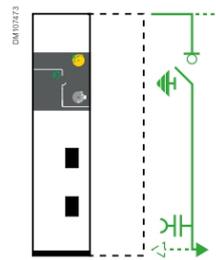
Switching



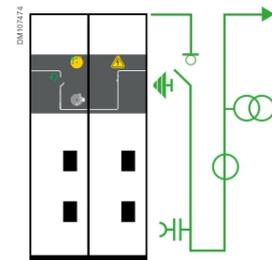
IM
Switch unit
SM6-24: 375 or 500 mm
SM6-36: 750 mm



IMC
Switch unit
SM6-24: 500 mm
SM6-36: 750 mm

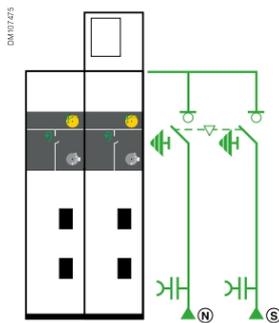


IMB
Switch unit with earthing
disconnecter,
right or left outgoing line
SM6-24: 375 mm
SM6-36: 750 mm

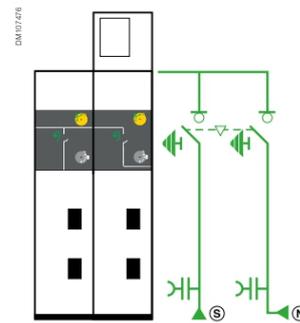


IMM
Switch and measurement unit,
right or left outgoing line
SM6-24: 750 mm

Automatic transfer system



NSM-cables
Cables power supply
for main incoming line
and standby line
SM6-24: 750 mm

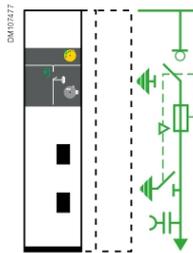


NSM-busbars
Busbars power supply
for main incoming line on right or left
and cables for standby line
SM6-24: 750 mm

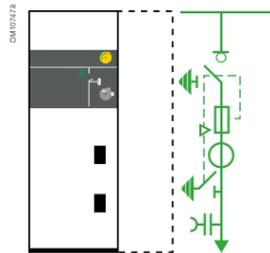
General characteristics

Units for protection function

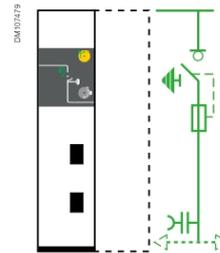
Fuse-switch



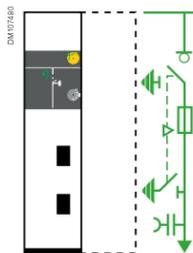
QM
Fuse-switch combination unit
SM6-24: 375 or 500 mm
SM6-36: 750 mm



QMC
Fuse-switch combination unit
SM6-24: 625 mm
SM6-36: 1000 mm

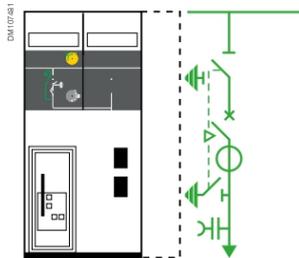


QMB
Fuse-switch combination unit
right or left outgoing line
SM6-24: 375 mm
SM6-36: 750 mm

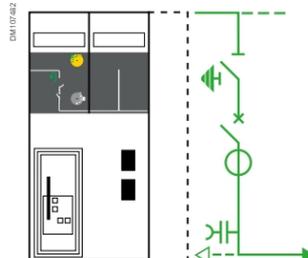


PM
Fuse-switch unit
SM6-24: 375 mm
SM6-36: 750 mm

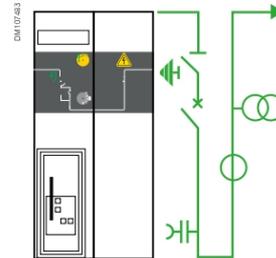
SF6 circuit-breaker



DM1-A
Single-isolation, disconnectable
circuit breaker unit
SM6-24: 750 mm
SM6-36: 1000 mm



DM1-D
Single-isolation, disconnectable circuit breaker
unit
right or left outgoing line
SM6-24: 750 mm
SM6-36: 1000 mm



DM1-M
Single-isolation, disconnectable
circuit breaker and measurement
unit
right outgoing line
SM6-24: 750 mm

General characteristics

Main characteristics



The hereunder values are for working temperatures from -5°C up to +40°C and for a setting up at an altitude below 1000 m.

Electrical characteristics

Rated voltage	Ur	kV	7.2	12	17.5	24	36	
Insulation level								
Insulation	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)	20	28	38	50	70	
Isolation	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)	23	32	45	60	80	
Insulation	Up	1.2/50 μs (kV peak)	60	75	95	125	170	
Isolation	Up	1.2/50 μs (kV peak)	70	85	110	145	195	
Breaking capacity								
Transformer off load	A		16					
Cables off load	A		31.5				50	
Rated current	Ir	A	400 - 630 - 1250				630-1250	
Short-time withstand current	Ik/tk ⁽¹⁾	kA/1 s	25	630 - 1250			1250	
			20 ⁽²⁾	630 - 1250				
			16	630 - 1250				
			12.5	400 - 630 - 1250			630-1250	
Making capacity (50 Hz)	Ima	kA	62.5	630	NA			
			50	630				
			40	630				
			31.25	400 - 630			630	
Maximum breaking capacity (Isc)								
Units IM, IMC, IMB, IMM	A		630 - 800 ⁽³⁾				630	
NSM-cables, NSM-busbars	A		630 - 800 ⁽³⁾				NA	
QM, QMC, QMB	kA		25	20		20		
PM	kA		25				20	
CVM	kA		6.3	NA				
CVM with fuses	kA		25	NA				
SF6 circuit breaker range								
DM1-A, DM1-D, DM1-W	kA		25	630-1250			1250	
			20	630-1250				
DM1-S, DM1-M	kA		25	630			NA	
			25	1250			NA	
DM2	kA		20	630				
			25	630			1250	
Vacuum circuit breaker range								
DMV-A, DMV-D	kA	25	630-1250			NA		
DMVL-A	kA	20	630			NA		
DMVL-D	kA	25	630			NA		

NA: Non Available

(1) 3 phases

(2) In 20 kA / 3 s for SM6-24 only, consult us

(3) In 800 A, consult us.

Characteristics of the functional units

Protection of transformers

Transformer protection by fuse-switches



Fuse ratings for SM6 protection units such as PM, QM, QMB and QMC depend, among other things, on the following criteria:

- Service voltage
- Transformer rating
- Fuse technology (manufacturer)

Different types of fuses with medium loaded striker may be installed:

- Solefuse fuses as per standard UTE NCF 64.210
- Fusarc CF fuses as per IEC 60.282.1 recommendation and dimensions are related to DIN 43.625 standard.

For fuse-switch combination unit type QM, QMB, QMC, refer only to the selection table and reference list of fuses. For all other type of fuses, consult us.

Example: for the protection of a 400 kVA transformer at 10 kV, select either Solefuse fuses rated 43 A or Fusarc CF fuses rated 50 A.

Fuse selection table

The color code is linked to the rated voltage of the fuse

Rating in A - no overload at $-5^{\circ}\text{C} < t < 40^{\circ}\text{C}$, ≤ 1000 m altitude.

Type of fuse Service	Transformer rating (kVA)															Rated voltage (kV)	
	25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600		2000
Solefuse (UTE NFC standards 13.100. 64.210)																	
5.5	6.3	16	31.5	31.5	63	63	63	63	63								
10	6.3	6.3	16	16	31.5	31.5	31.5	63	63	63	63						
15	6.3	6.3	16	16	16	16	16	43	43	43	43	43	63				
20	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	43	43	43	43	43	63			
Solefuse (general case, UTE NFC standard 13.200)																	
3.3	16	16	31.5	31.5	31.5	63	63	100	100								
5.5	6.3	16	16	31.5	31.5	63	63	63	80	80	100	125					
6.6	6.3	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80	100	125	125				
10	6.3	6.3	16	16	16	31.5	31.5	31.5	43	43	63	80	80	100			
13.8	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	16	31.5	31.5	43	63	63	80			
15	6.3	6.3	16	16	16	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80			
20	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80			
22	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80		
Fusarc CF and SIBA (1) (general case for QM, QMB and QMC cubicle according to IEC 62271-105)																	
3.3	16	25	40	50	50	80	80	100	125	125	160(1)	200(1)					
5	10	16	31.5	40	40	50	63	80	80	125	125	160(1)					
5.5	10	16	31.5	31.5	40	50	50	63	80	100	125	125	160(1)	160(1)			
6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	125	125	160(1)	160(1)			
6.6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	100	125	125	160(1)		
10	6.3	10	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	100	125(1)	200(1)	
11	6.3	10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63	80	100	100	125(1)	160(1)	
13.8	6.3	10	16	16	20	25	31.5	31.5	40	50	50	63	80	80	100(1)	125(1)	125(1)
15	6.3	10	10	16	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100(1)	125(1)	125(1)
20	6.3	6.3	10	10	16	16	25	25	31.5	40	40	50	50	63	80	100(1)	125(1)
22	6.3	6.3	10	10	10	16	20	25	25	31.5	40	40	50	50	63	80	100(1)
Fusarc CF for dry type transformers (2)																	
30				10		10	16	20	25	31.5	31.5	50	50	63	63		
31.5				10		10	16	20	25	25	31.5	50	50	63	63		
33				6.3		10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63		
34.5				6.3		10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63		
Fusarc CF oil immersed type transformers (2)																	
30				10		10	16	20	25	31.5	31.5	40	40	50	63		
31.5				10		10	16	20	25	31.5	31.5	40	40	50	63		
33				10		10	16	20	25	25	31.5	31.5	40	40	50		
34.5				10		10	16	20	25	25	31.5	31.5	40	40	50		

(1) SIBA fuses

(2) This selection table has been prepared according to the technical characteristics of France Transfo. The characteristics of transformers and fuses may change according to manufactures and standards.

⚠ Please consult us for overloads and operation over 40°C for France Transfo oil immersed type transformers.

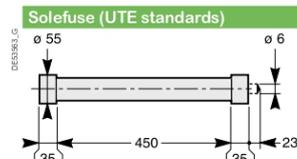
Characteristics of the functional units

Protection of transformers

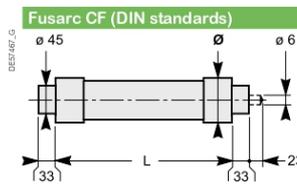
Transformer protection by fuse-switches

Fuses dimensions

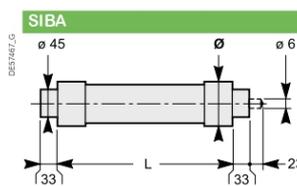
Solefuse (UTE standards)		Dimensions		
Ur (kV)	Ir (A)	L (mm)	Ø (mm)	Weight (kg)
7.2	6.3 to 125	450	55	2
12	100	450	55	2
17.5	80	450	55	2
24	6.3 to 63	450	55	2



Fusarc CF (DIN standards)		Dimensions		
Ur (kV)	Ir (A)	L (mm)	Ø (mm)	Weight (kg)
7.2	125	292	86	3.3
	6.3	292	50.5	1.2
	10	292	50.5	1.2
	16	292	50.5	1.2
	20	292	50.5	1.2
	25	292	57	1.5
12	31.5	292	57	1.5
	40	292	57	1.5
	50	292	78.5	2.8
	63	292	78.5	2.8
	80	292	78.5	2.8
	100	292	78.5	2.8
	6.3	442	50.5	1.6
	10	442	50.5	1.6
	16	442	50.5	1.6
	20	442	50.5	1.6
24	25	442	57	2.2
	31.5	442	57	2.2
	40	442	57	2.2
	50	442	78.5	4.1
	63	442	78.5	4.1
	80	442	86	5.3
	10	537	50.5	1.8
	16	537	50.5	1.8
	25	537	57	2.6
36	31.5	537	78.5	4.7
	40	537	78.5	4.7
	50	537	86	6.4
	63	537	86	6.4



SIBA		Dimensions		
Ur (kV)	Ir (A)	L (mm)	Ø (mm)	Weight (kg)
7.2	160	292	85	3.8
	200	292	85	5.4
	125	292	67	2
12	160	292	85	3.8
	200	292	85	3.8
17.5	125	442	85	5.4
	100	442	85	5.4
24	125	442	85	5.4



Installation

Dimensions and weights for SM6-36

Dimensions and weights

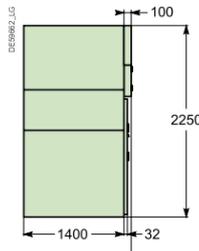
Unit type	Height H (mm)	Width (mm)	Depth D (mm)	Weight (kg)
IM, SM	2250	750	1400 ⁽³⁾	310
IMC, IMB	2250	750	1400 ⁽²⁾	420
QM, PM, QMB	2250	750	1400 ⁽³⁾	330
QMC	2250	1000	1400 ⁽³⁾	420
DM1-A	2250	1000	1400 ⁽²⁾	600
DM1-D	2250	1000	1400 ⁽²⁾	560
GIM	2250	250	1400	90
DM2	2250	1500	1400 ⁽²⁾	900
CM, CM2	2250	750	1400 ⁽²⁾	460
GBC-A, GBC-B	2250	750	1400 ⁽³⁾	420
GBM	2250	750	1400 ⁽³⁾	260
GAM2	2250	750	1400 ⁽³⁾	250
GAM	2250	750	1400 ⁽³⁾	295

(1) The depth measures are given for the floor surface.

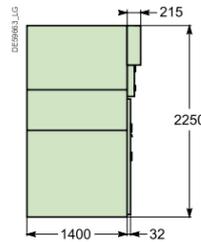
(2) The depth in these units are 1615 mm with the enlarged low voltage compartment.

(3) The depth in these units are 1500 mm with the standard low voltage compartment.

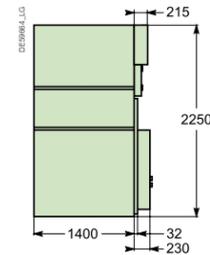
IM, SM, IMC, QM, PM, IMB,
GBM, GAM, GAM2, GBC-A, GBC-B
QMB, QMC units



CM, CM2 units



DM1-A, DM1-D, DM2 units



8.1.3.2. Transformadores



Transformadores de Distribución de Llenado Integral (sin cámara de nitrógeno)

Para satisfacer las necesidades de un mercado cada vez más exigente, Tadeo Czerweny S.A. viene desarrollando y perfeccionando desde hace años el modelo de "Transformadores de Llenado Integral". Ampliamente aceptado y de uso casi exclusivo en Europa, este producto ha sido optimizado hasta tener aplicaciones en tensiones de hasta 36kV. Entre sus principales características se pueden mencionar:

- A) Diseño compacto y económico.
- B) Mínimo mantenimiento.
- D) Practicidad en el diseño.
- E) Ausencia de cámara de Nitrógeno.
- F) Ausencia de tanque de Expansión



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:
Al ser un transformador hermético (sin tanque de expansión) su estructura trabaja a presión variable en función de la temperatura del aceite, sin intercambio de aire con el exterior. Esto permite que el aceite del transformador nunca esté en contacto con el medio ambiente, lo que impide el ingreso de humedad preservando los inhibidores de oxidación y por ende prolongando la vida útil del transformador. La principal diferencia con las máquinas herméticas tradicionales es que no cuenta con una cámara superior de Nitrógeno; en este caso la propia expansión y contracción de sus paredes aletadas absorbe las variaciones del volumen de aceite por un aumento de temperatura.

PROVISIÓN ESTÁNDAR:
A) Aisladores de alta/media tensión de porcelana.
B) Aisladores de baja tensión en porcelana.
C) Un conmutador de cinco posiciones de accionamiento sin tensión.

- D) Una válvula para extracción de muestra de aceite.
- E) Una válvula para desagote del aceite.
- F) Una tapa de llenado.
- G) Una placa característica.
- H) Cáncamos de izaje, transporte y decubado.
- I) Una terminal de puesta a tierra.
- J) Cuatro ruedas bi-direccionales.
- K) Explosores de dos etapas en alta/media tensión.

ACCESORIOS OPCIONALES:
A) Conectores tipo banderas para alta/media y baja tensión.
B) Termómetro de aceite.
C) Descargadores de Óxido de Zinc.
D) Aisladores enchufables.
E) Válvula de sobrepresión.
F) Cubrebornes para Alta/Media y Baja Tensión.
G) Instrumento de Protección Integral*

*Tiene la particularidad de combinar en un solo instrumento mediciones de: Temperatura, Presión, Nivel e Indicación de Acumulación de Gases. de alarma y disparo. Las otras tres mediciones sólo emiten una señal de disparo cada una.

IRAM 2250 / IRAM 2269 (#)

Transformadores llenado Integral - Relación 13,2 ± 2 x 2,5% / 0,4 kV									
Potencia kVA	Pérdidas (W)			Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa kg
	Po	Pcc			Largo	Ancho	Alto	Trocha	
** 16*	100	500	4	1000	750	1100	600	350	
25*	160	600	4	1000	750	1100	600	400	
** 40*	200	900	4	1100	750	1100	600	450	
63*	270	1350	4	1150	750	1100	600	550	
** 80*	315	1500	4	1200	750	1100	600	600	
# 100*	350	1750	4	1200	750	1150	600	650	
** 125*	420	2100	4	1450	750	1150	600	700	
# 160*	500	2500	4	1500	750	1250	600	800	
# 200	600	3000	4	1550	850	1250	600	850	
# 250	700	3500	4	1650	900	1250	700	1050	
315	850	4250	4	1650	900	1300	700	1250	
400	1000	5000	4	1650	950	1500	700	1450	
500	1200	6000	4	1650	1050	1650	700	1750	
630	1450	7250	4	1650	1050	1650	800	2000	
800	1750	8750	5	1800	1050	1675	800	2400	
1000	2000	10500	5	1950	1100	1700	800	3150	
1250	2200	13000	5	1950	1200	1800	1000	3600	

* Se pueden proveer c/soporte para abrazaderas de sujeción a poste y para plataforma.
** Modelos no contemplados en IRAM 2250.
También se proveen como IRAM 2269 con soporte para sujeción a poste y sin ruedas.

IRAM 2250 / IRAM 2269 (#)

Transformadores llenado Integral - Relación 33 ± 2 x 2,5% / 0,4 kV									
Potencia kVA	Pérdidas (W)			Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa kg
	Po	Pcc			Largo	Ancho	Alto	Trocha	
** 16*	130	480	4	1200	800	1500	600	550	
25*	190	650	4	1200	800	1500	600	600	
# 40*	290	900	4	1300	800	1500	600	700	
# 63*	320	1500	4	1300	800	1500	600	800	
** 80*	350	1700	4	1200	850	1550	600	850	
# 100*	420	1900	4	1200	900	1600	600	1000	
** 125*	500	2500	4	1600	800	1600	600	1000	
# 160*	600	2800	4	1600	800	1600	600	1100	
200	700	3250	4	1400	900	1600	600	1200	
250	850	4000	4	1500	1000	1700	700	1500	
315	950	4800	4	1800	1100	1700	700	1600	
400	1200	5600	4	1800	1100	2000	700	2000	
500	1250	6400	4	1800	1100	2000	700	2300	
630	1500	7600	4	1900	1200	2000	800	2700	
800	1800	9800	5	2000	1200	2000	800	3200	
1000	2200	11700	5	2100	1200	2100	800	3700	
1250	2500	14200	5	2200	1300	2100	1000	4300	

* Se pueden proveer c/soporte para abrazaderas de sujeción a poste y para plataforma.
** Modelos no contemplados en IRAM 2250.
También se proveen como IRAM 2269 con soporte para sujeción a poste y sin ruedas.





IRAM 2250

Transformadores c/tanque de expansión - Relación 13,2 ± 2 x 2,5% / 0,4 kV								
Potencia (kVA)	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa (kg)
	Po	Pcc		Largo	Ancho	Alto	Trocha	
16	100	500	4	1250	750	1250	600	400
25	160	600	4	1250	750	1250	600	450
40	200	900	4	1300	750	1300	600	600
63	270	1350	4	1300	750	1300	600	600
80	315	1500	4	1450	750	1300	600	650
100	350	1750	4	1450	750	1350	600	700
125	420	2100	4	1500	750	1350	600	750
160	500	2500	4	1600	750	1450	600	850
200	600	3000	4	1650	850	1450	600	900
250	700	3500	4	1650	900	1450	700	1100
315	850	4250	4	1650	900	1500	700	1400
400	1000	5000	4	1700	950	1700	700	1500
500	1200	6000	4	1700	1050	1700	700	1800
630	1450	7250	4	1700	1050	1900	800	2100
800	1750	8750	5	1950	1050	2025	800	2500
1000	2000	10500	5	2100	1100	2050	800	3200
1250	2300	13800	5	2200	1250	2150	1000	3700
1600	2700	17000	6	2400	1200	2100	1000	4300
2000	3000	21500	6	2500	1200	2200	1000	5300
2500	3300	24800	6	2700	1200	2300	1200	5900
3000	3750	27000	6	2800	1200	2400	1200	7200

* Modelos no contemplados en IRAM 2250

IRAM 2250

Transformadores c/tanque de expansión - Relación 33 ± 2 x 2,5% / 0,4 kV								
Potencia (kVA)	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa (kg)
	Po	Pcc		Largo	Ancho	Alto	Trocha	
16	150	480	4	1550	800	1650	600	600
25	190	650	4	1550	750	1650	600	650
40	290	900	4	1750	800	1650	600	750
63	320	1500	4	1750	800	1650	600	850
80	350	1700	4	1750	800	1850	600	900
100	420	1900	4	1750	850	1850	600	1050
125	500	2500	4	1850	850	1850	600	1050
160	600	2800	4	1850	900	1900	600	1150
200	700	3250	4	1850	900	1900	600	1250
250	850	4000	4	1850	1050	1950	700	1550
315	950	4800	4	1850	1050	1950	700	1650
400	1200	5600	4	1950	1050	2200	700	2050
500	1250	6400	4	1950	1150	2300	700	2350
630	1500	7600	4	2150	1150	2300	800	2750
800	1800	9800	5	2200	1200	2300	800	3250
1000	2200	11700	5	2300	1200	2450	800	3750
1250	2500	14200	5	2350	1300	2500	1000	4350
1600	2900	17800	6	2600	1400	2500	1000	5200
2000	3200	22000	6	2700	1400	2600	1000	5600
2500	3600	26000	6	3000	1400	2750	1200	6500
3000	4000	29400	6	2700	1400	2800	1200	8000

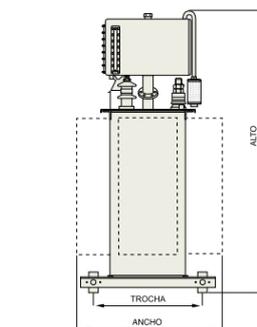
* Modelos no contemplados en IRAM 2250

IRAM 2476

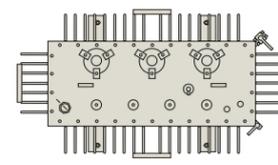
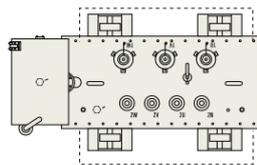
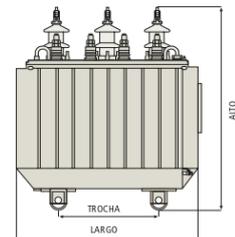
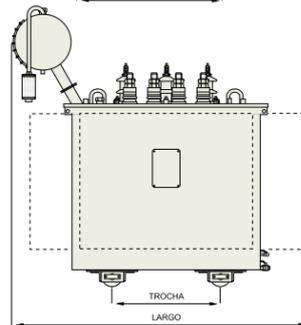
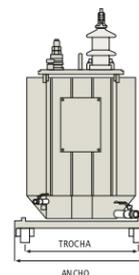
Transformadores Subtransmisión - Relación 33 ± 2,5% 0-3x2,5% / 13,86 kV								
Potencia (kVA)	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa (kg)
	Po	Pcc		Largo	Ancho	Alto	Trocha	
100	440	2500	5	1700	950	1800	600	1000
200	720	3600	5	1850	900	2050	850	1400
250	850	4250	5	1900	950	2050	850	1500
315	1020	5100	5	1950	1000	2100	850	1950
400	1160	5800	5	2150	1050	2170	850	2150
500	1320	6600	5	2150	1050	2250	850	3000
630	1600	8000	5	2200	1100	2250	850	3000
800	1900	9500	5	2250	1150	2300	850	3300
1000	2300	11500	5	2300	1190	2350	1000	3900
1250	2700	13500	5	2300	1250	2450	1000	4550
1600	3200	16000	5	2400	1200	2550	1000	5200
2000	3700	18500	5	2450	1200	2700	1000	5950
2500	4200	21000	6	2850	1450	2750	1676	7300
3000	4500	27000	6	2600	1450	2800	1676	7750

* Modelos no contemplados en IRAM 2476

Planos con Tanque de Expansión



Planos Llenado Integral



Nota: El tanque de expansión de los transformadores IRAM 2476 se coloca en el extremo opuesto al indicado en el esquema. Nuestros diseños están en constante evolución, por lo que los datos incluidos en esta publicación pueden ser modificados sin previo aviso.



CESI

SERVICIO TÉCNICO
Lláme al teléfono o envíe un mail
+54 - 3404 - 487200 - Int. 113
servicio1@tadeoczerweny.com.ar

NUEVA Línea Directa
para Ventas y Servicios
0810 88TADEO (0810 88 82336)

Tadeo Czerweny S.A.

Administración: Av. República 328 (S2252BQQ), Gálvez, Santa Fe, Argentina

Tel: + 54 - 3404 - 487200 / administracion@tadeoczerweny.com.ar

Planta Industrial y Ventas: Bv. Argentino 374 (S2252CMP), Gálvez, Santa Fe, Argentina

Tel: + 54 - 3404 - 487200 / tcza@tadeoczerweny.com.ar / ventas_galvez@tadeoczerweny.com.ar

Oficina Comercial Bs.As.: Bernardo de Irigoyen 330 5° piso of. 121 (C1072AAH) C.A.B.A., Argentina

Tel: + 54 - 11 - 5272 8001 al 5 / tczbas@tadeoczerweny.com.ar

www.tadeoczerweny.com.ar

FT2008 Rev 4

8.1.3.3. Cabinas o envolventes







AVANCES TECNOLÓGICOS EN SUBESTACIONES

> por Alberto Fernández

Hace tres años que Autotrol comenzó a fabricar en Argentina subestaciones de hormigón armado del tipo monobloque, protocolizadas y ensayadas bajo norma IEC 61330. En la actualidad ya se han instalado más de 150 unidades de distintos modelos y prestaciones, como SETs de maniobra y medición para distribuidoras de energía, estaciones de rebaje 33/13,2KV, estaciones de rebaje 13,2/0,4KV, centros de suministro y medición para usuarios en tarifa 3 y también últimamente se están aplicando como centros de control y señalización para sistemas ferroviarios.

Las empresas que han utilizado este tipo de tecnología la han adoptado para sus proyectos presentes y futuros dadas las ventajas y prestaciones que se obtienen con su aplicación:

- Se agiliza el proyecto inicial porque la solución está estandarizada.
- Se agiliza el proceso de aprobación del proyecto, pues las empresas distribuidoras tienen homologadas estas soluciones estándar.
- La fabricación del edificio no depende de personal de obra, ni de condiciones climáticas.
- El montaje de todo el equipamiento definido por el usuario se realiza en fábrica, con mejores condiciones que las usuales de una obra.
- La instalación en obra demanda apenas unos minutos de maniobra de descarga desde un camión con grúa, por lo que se minimiza drásticamente la complejidad de instalaciones en zonas de alta densidad poblacional.

Estas ventajas se obtienen a partir de que este tipo de SETs tienen características realmente innovadoras, dado que:

- No requieren enmallado en el terreno de implante debajo de la superficie de la SET.
- No requieren obra húmeda en la periferia de la SET.
- Se las instala sobre un pozo con tosca apisonada y una cama de arena de 10cm para nivelación.

Desde el punto de vista operativo también han producido cambios de paradigmas, porque se entregan ya montados e interconectados los equipos interiores, de tal forma que las SETs sólo se descargan, se conectan a la red y se ponen en servicio.

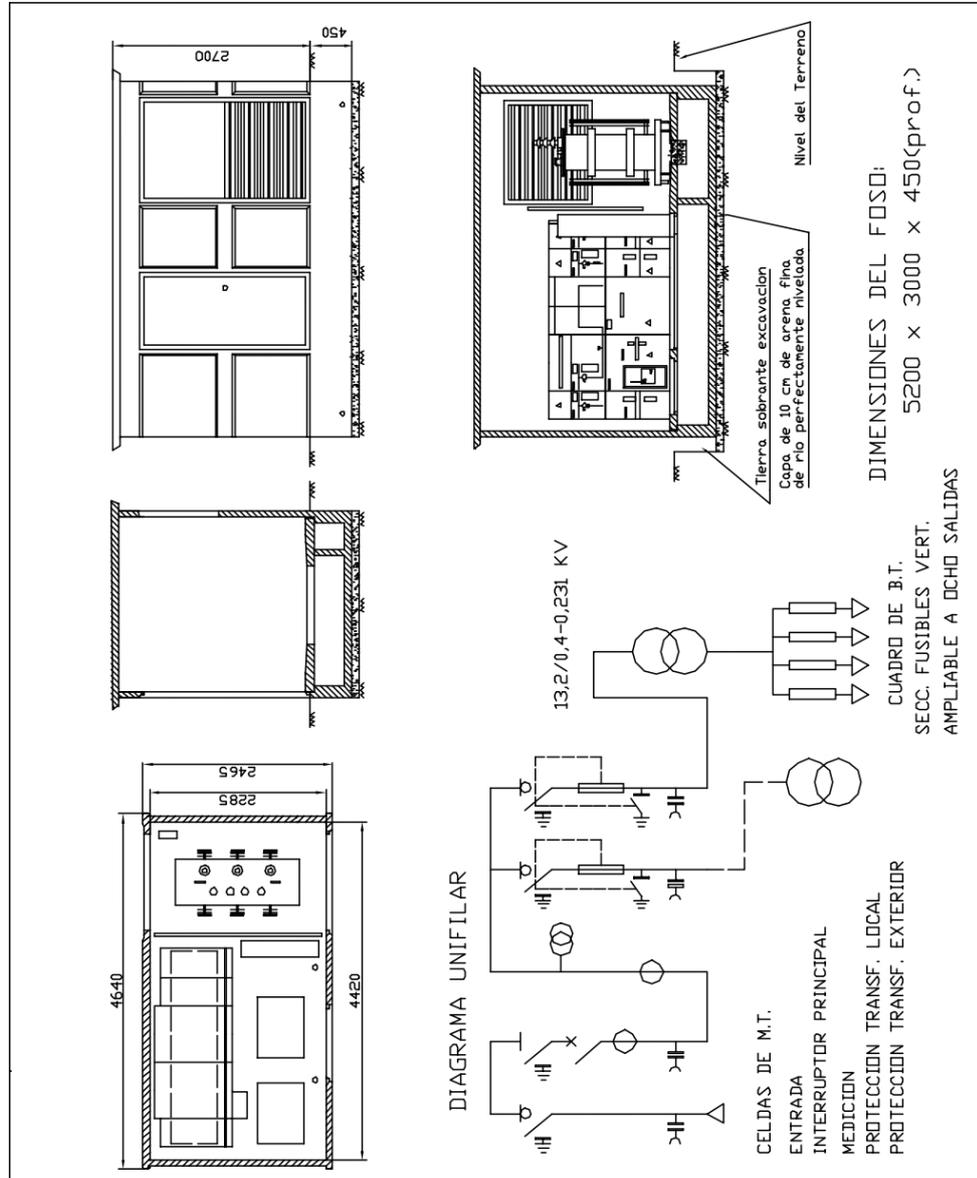
Autotrol ofrece al mercado un valor agregado en lo relacionado con el tele-control, ya que algunas de estas SETs se equipan con RTUs (Ibox de GE, por ejemplo) y se integran a sistemas scada existentes, dejando a cargo del centro de control todas las maniobras de MT y la supervisión en línea, alejando de esta forma los peligros de operación local, y bajando en consecuencia los costos de seguros por siniestralidad.

Lo que se observa en la práctica diaria es que, todos los profesionales involucrados, proyectistas, técnicos de distribución, integradores, contratistas y montadores, una vez que probaron y adoptaron esta solución tecnológica en sus proyectos, no han vuelto hacia atrás a la obra húmeda. Por algo será....



Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02



CENTRO COMPACTO DE TRANSFORMACION EN HORMIGON ARMADO - MODELO PAMPA 2

AUTOTROL

	FECHA	FIRMA	CONFIGURACION:		
DIBUJADO	23/10/03	EAT	ENTRADA/INTERRUPTOR PRINCIPAL/MEDICION		
REVISADO	23/10/03	EAT	PROTECC. TRANSF. LOCAL/PROTECC. TRANSF. EXT.		
CALCULO			ESCALA	PLANO Nro	REV. HOJA
CONTROL					
APROBO	24/10/03	EAT		P1-0001-E-IP-M-P-P	A 1/1

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 120 de 147

8.1.3.4. Puesta a tierra

8.1.3.4.1. Jabalinas

Pág. 3 | Puesta a tierra

Jabalinas para puesta a tierra

Las jabalinas GENROD cumplen perfectamente todos los requisitos exigidos por la norma IRAM 2309-01.

Las jabalinas de puesta a tierra GENROD, también "jabalinas cilíndricas", pueden ser utilizadas perfectamente en la puesta a tierras de usinas generadoras de energía eléctrica, redes de transmisión y distribución, como así también en subestaciones, redes y centrales telefónicas, procesamiento de datos, viviendas y en todos aquellos casos en que sea necesario proteger equipos y seres humanos contra sobretensiones de

origen atmosféricos y/o accidental. Cumplen la totalidad de los requisitos exigidos por la norma IRAM 2309. El núcleo es de acero trefilado al carbono SAE 1010 a 1020 revestido de cobre electrolítico con un 98% de pureza. La capa de cobre tiene un espesor rigurosamente controlado siendo, el espesor nominal del mismo, mayor a 254 micrones.



GENROD instalaciones seguras



Puesta a tierra | Pág. 4

Código	Denominación	Descripción
JJJC1010	Jab 3/8" x 1000 mm*	jabalina 3/8 x 1000 mm
JJJC1015	L1015	Jabalina 3/8" x 1500 mm
JJJC1020	L1020	Jabalina 3/8" x 2000 mm
JJJC1210	Jab 1/2" x 1000 mm*	Jabalina 1/2 x 1000 mm
JJJC1215	L1415	Jabalina 1/2" x 1500 mm
JJJC1220	L1420	Jabalina 1/2" x 2000 mm
JJJC1230	L1430	Jabalina 1/2" x 3000 mm
JJJC1610	Jab 5/8" x 1000 mm*	Jabalina 5/8" x 1000 mm
JJJC1615	L1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm
JJJC1620	L1620	Jabalina 5/8" x 2000 mm
JJJC1630	L1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm
JJJC1910	Jab 3/4" x 1000 mm*	Jabalina 3/4" x 1000 mm
JJJC1915	L1815	Jabalina 3/4" x 1500 mm
JJJC1920	L1820	Jabalina 3/4" x 2000 mm
JJJC1930	L1830	Jabalina 3/4" x 3000 mm



Espesor de cobre min. 254 micrones

* De acuerdo con la norma IRAM 2309 las jabalinas de largo menor a 1500 mm no se normalizan.

Jabalinas de puesta a tierra acoplables acero-cobre

Cuentan con roscas en las extremidades lo que permiten la unión sucesiva con otras jabalinas. Con este tipo de jabalina se pueden alcanzar profundidades de hasta 30 metros.

Código	Descripción
JJCA1215	Jabalina 1/2" x 1500 mm (A1415)
JJCA1230	Jabalina 1/2" x 3000 mm (A1430)
JJCA1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm (A1615)
JJCA1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm (A1630)
JJCA1915	Jabalina 3/4" x 1500 mm (A1815)
JJCA1930	Jabalina 3/4" x 3000 mm (A1830)



Industria Argentina

8.1.3.4.2. Cajas de inspección

Cajas de Inspección

Se utilizan para indicar el sitio donde esta instalada la jabalina y, a su vez, proteger el punto de medición para verificar el calor de resistencia de la puesta a tierra de la instalación.



Código	Descripción
CI 1	25 x 25 cm Fundición hierro
CI 2	15 x 15 cm Fundición hierro
CI 7	15 x 15 cm Fundición Aluminio
CI 3	25 x 25 cm. Sin borne de neutro.
CI 6	15 x 15 cm. Sin borne de neutro.

8.1.3.4.3. Barras equipotenciales

Pág. 42 | S97 | Gabinetes modulares

GENROD gabinetes

La Serie 97 se complementa con una amplia gama de accesorios diseñados para aprovechar al máximo la modularidad de la misma.

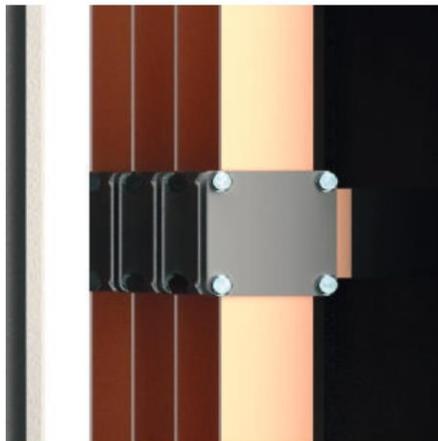
Prensa barras para unión en cruz

Permiten realizar uniones confiables entre barras de distintos anchos. Pueden utilizarse para vincular barras rígidas con barras flexibles o dos flexibles entre sí.

Códigos	Para unir barras de (mm.)	Dimensiones	
		A	B
11 9942	40x10 / 20x5	30	50
11 9943	40x10 / 30x5	40	50
11 9944	40x10 / 40x10	50	50
11 9954	50x10 / 40x10	50	60
11 9964	60x10 / 60x10	50	70
11 9974	70x10 / 40x10	50	80

Barras de cobre planas

Las barras de cobre electrolítico de máxima pureza, se proveen en sección rectangular, en tramos de 4m de largo.



Características

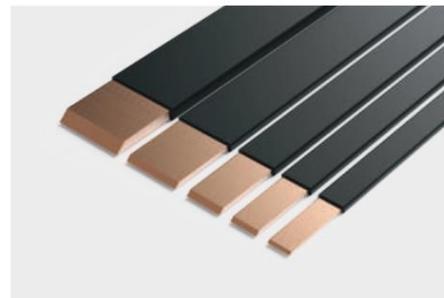
 Fabricado en chapa de acero zincada de 2 mm



Incluye bulonería necesaria para su anclaje

Barras de cobre flexibles

Las barras flexibles aisladas son aptas para todo tipo de conexión en distribución de baja tensión industrial. Se proveen en tramos de 3 mts.



GENROD gabinetes

Barras planas de cobre x 4 mtrs

Código	Espesor x ancho. (mm)	Sección (mm ²)	Peso Kg./m	Corriente permanente C.A. 50 Hz N° de barras desnudas		
				1 I	2 II	3 III
40 0419	4 x 19	76	0,7	-	-	-
40 0320	3 x 20	60	0,53	200	350	-
40 0525	5 x 25	125	1,11	320	580	-
40 0530	5 x 30	150	1,33	380	670	-
40 1030	10 x 30	300	2,7	-	-	-
40 0540	5 x 40	200	1,77	480	830	-
40 1040	10 x 40	400	3,55	710	1290	1770
40 0550	5 x 50	250	2,23	580	990	1260
40 1050	10 x 50	500	4,46	850	1510	2040
40 0560	5 x 60	300	2,7	680	1150	1440
40 1060	10 x 60	600	5,3	980	1720	2300
40 0580	5 x 80	400	3,6	880	1450	1750
40 1080	10 x 80	800	7,1	1240	2100	2790
40 0599	5 x 100	500	4,5	1080	1700	2050
40 1099	10 x 100	1000	8,9	1490	2480	3200
40 1210	10 x 120	1200	10,8	-	-	-

Barra de cobre Flexible 3mtrs de longitud

Código	Dimensiones			(*C) = K // Corriente (Amp.)						
	Laminas A	Ancho B	Espesor C	80	70	60	50	40	30	20
11 9807	3	20	1	405	381	355	325	292	252	203
11 9808	4	20	1	453	427	397	636	325	280	226
11 9812	3	24	1	464	437	407	373	335	289	234
11 9813	4	24	1	524	493	459	421	376	325	261
11 9819	3	32	1	541	509	474	434	389	335	270
11 9821	5	32	1	723	680	632	579	518	446	359
11 9826	3	40	1	590	555	516	472	422	364	293
11 9828	5	40	1	858	808	751	688	615	530	426
11 9836	5	50	1	1049	987	919	842	753	650	523
11 9838	8	50	1	1330	1251	1163	1063	950	818	657
11 9842	5	63	1	1164	1095	1018	932	833	718	577
11 9845	10	63	1	1813	1704	1584	1448	1293	1113	893

8.2. Anexo B: Catálogos de LSBT

8.2.1. Materiales de las zanjas

8.2.1.1. Conductores subterráneos

RETENAX® VALIO

Distribución en BT

Baja Tensión

0,6 / 1 kV

RV-K / RV-R

Normas de referencia: IRAM 2178 -1

Descripción: Conductor según las exigencias de las Norma IRAM NM-280:

Metal: Cobre electrolítico recocido o aluminio grado eléctrico.

Forma: Redonda (flexible "Clase 5" o compacta "Clase 2") y sectorial ("Clase 2") de acuerdo a la formación del cable.

Flexibilidad:
Conductores de cobre:
 - Unipolares: Flexibles Clase 5 hasta 6 mm² inclusive y compactos Clase 2 para secciones superiores. A pedido los conductores Clase 2 pueden reemplazarse por conductores Clase 5 (compactos o no según corresponda).
 - Multipolares: Flexibles Clase 5 hasta 35 mm² y Clase 2 para secciones superiores, siendo circulares compactos hasta 50 mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Conductores de aluminio:
 - Unipolares: Circulares Clase 2 normales o compactos según corresponda.
 - Multipolares: Circulares Clase 2 normales o compactos según corresponda hasta 50mm² y sectoriales para secciones nominales superiores.

Temperatura máxima en el conductor: 90° C en servicio continuo, 250° C en cortocircuito (máximo 5 s).

Aislante: Polietileno reticulado silanizado.

Colores de aislación:
 Unipolares: Marrón
 Bipolares: Marrón - celeste
 Tripolares: Marrón - negro - Rojo
 Tetrapolares: Marrón - negro - rojo - celeste
 Otros colores de identificación bajo pedido.

Relleno: De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.



Los cables RETENAX® VALIO son diseñados para alimentación de potencia o distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas; con las limitaciones impuestas por los Reglamentos de Instalaciones Eléctricas del lugar donde se halle la instalación. Especialmente aptos para instalaciones donde se requiera amplia maniobrabilidad y máxima capacidad de potencia.




Características

								
Norma de fabricación	Tensión nominal	Temperatura de servicio	Cuerdas Flexibles o rígidas	Resistente a la absorción de agua	Resistente a los rayos UV	No propagación de la llama	Resistencia a agentes químicos	Mezclas ecológicas

Condiciones de empleo

			
En bandejas	Directamente enterrado	Enterrado en canaletas	Enterrado en cañerías



A Brand of Prysmian Group

02

Edición 2020

RETENAX® VALIO

Distribución en BT

Baja Tensión
0,6 / 1 kV
RV-K / RV-R

Protecciones y blindajes (eventuales):

Protección mecánica: En cables multipolares se emplea una armadura metálica de flejes o alambres de acero zincado (para secciones pequeñas o cuando la armadura debe soportar esfuerzos longitudinales); para los cables unipolares se emplean flejes de aluminio.

Protección electromagnética: El material empleado es cobre recocido. Se utiliza en estos casos dos cintas helicoidales, una cinta longitudinal corrugada o alambres y una cinta antidesenrollante. En caso de requerirse, se puede considerar un blindaje especialmente diseñado para cables que alimenten variadores de frecuencia.

Envoltura: PVC ecológico tipo ST2, IRAM 2178-1.

Marcación: PRYSMIAN - RETENAX (Logo Valio) - Industria Argentina - 0,6/1 kV. Cat. II - Nro. de conductores x Sección (mm²) - IRAM 2178-1 -F1 - Marcación Secuencial de Longitud C/1 metro.

Normativas:

IRAM 2178-1, IEC 60502-1, NBR, ICEA u otras bajo pedido.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2

- No propagación del incendio: En caso de requerirse cables No Propagadores del Incendio referirse a nuestra línea de cables Retenax Valio Antillama.

Certificaciones:

Todos los cables de Prysmian están elaborados bajo el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015 y Medio Ambiente ISO 14001:2015, certificados por SGS.

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de cobre

Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	ohm/km	ohm/km
UNIPOLARES (alma de color marrón)							
4	2,5	0,7	1,4	7	80	6,3	0,187
6	3,0	0,7	1,4	7,6	100	4,2	0,176
10	3,8	0,7	1,4	8,5	145	2,44	0,166
16	4,7	0,7	1,4	9,5	205	1,54	0,159
25	5,9	0,9	1,4	12	315	0,995	0,151
35	7	0,9	1,4	13,5	410	0,707	0,147
50	8,1	1,0	1,4	15	560	0,493	0,144
70	9,6	1,1	1,4	17	755	0,347	0,141
95	11,3	1,1	1,5	19	955	0,264	0,139
120	12,8	1,2	1,5	22,5	1245	0,207	0,136
150	14,3	1,4	1,6	24	1535	0,166	0,137
185	16	1,6	1,6	26,5	1855	0,137	0,137
240	18,4	1,7	1,7	31	2440	0,105	0,134
300	20,7	1,8	1,8	28,5	3015	0,0802	0,137
400	22,9	2,0	1,9	31,5	3805	0,0643	0,137
500	26,6	2,2	2,0	36	4975	0,0522	0,136
630	30,0	2,4	2,2	40	6360	0,0428	0,135
BIPOLARES (almas de color marrón y negro)							
1,5	1,5	0,7	1,8	10	120	17,2	0,103
2,5	2	0,7	1,8	10,5	150	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	11,5	195	6,30	0,0894
6	3	0,7	1,8	13	250	2,44	0,085
10	3,9	0,7	1,8	14,5	360	4,20	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	17,5	565	1,54	0,075
25	7,1	0,9	1,8	23	925	0,995	0,074
35	8,3	0,9	1,8	25,5	1190	0,707	0,072

Edición 2020

03

RETENAX® VALIO

Distribución en BT

Baja Tensión
0,6 / 1 kV
RV-K / RV-R

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de cobre

Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
TRIPOLARES (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,7	1,8	10	135	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	11	175	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	12,5	235	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	13,5	305	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	15,5	450	2,44	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	18,5	705	1,54	0,075
25	7,1	0,9	1,8	24,5	1140	0,995	0,074
35	8,3	0,9	1,8	27	1480	0,707	0,072
50	8,1	1,0	1,8	28	1905	0,493	0,0726
70	-	1,1	1,9	28,5	2210	0,341	0,0707
95	-	1,1	2,0	32	2985	0,246	0,0685
120	-	1,2	2,1	35	3680	0,195	0,0689
150	-	1,4	2,3	38,5	4550	0,158	0,0693
185	-	1,6	2,4	42,5	5630	0,126	0,0696
240	-	1,7	2,6	47,5	7310	0,0961	0,0689
300	-	1,8	2,8	52	9115	0,0766	0,0685
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo y azul)							
1,5	1,5	0,7	1,8	11	160	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	12	210	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	13,5	280	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	14,5	370	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	17	550	2,44	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	20	1080	1,54	0,075
25/16	7,1/4,9	0,9/0,7	1,8	25,5	1280	0,995	0,074
35/16	8,3/4,9	0,9/0,7	1,8	27,5	1610	0,707	0,072
50/25	8,1/5,9	1,0/0,9	1,8	29,5	2150	0,493	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	1,9	29	2560	0,341	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	33	3465	0,246	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	4365	0,195	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	40,5	5225	0,158	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	45	6575	0,126	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	8480	0,0961	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	56,5	10565	0,0766	0,0685

Notas:

- Valor de diámetro no aplicable para conductores sectoriales
- Reactancia calculada para tres cables unipolares en plano con separación libre de un diámetro.

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Edición 2020

04

RETENAX® VALIO

Distribución en BT

Baja Tensión
0,6 / 1 kV
RV-K / RV-R

Características eléctricas (IRAM)

Intensidad admisible 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
	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
mm ²	A	A	A	A	A
1,5	28	24	32	32	28
2,5	37	31	43	44	37
4	48	40	53	57	48
6	60	49	67	72	61
10	79	66	94	97	83
16	101	85	121	128	107
25	130	108	157	166	141
35	157	131	189	200	168
50	196	163	231	251	209
70	241	202	280	307	256
95	285	239	327	369	308
120	325	272	379	420	351
150	367	307	424	472	393
185	411	344	473	535	447
240	475	398	555	623	519
300	537	449	624	704	586
400	-	-	710	-	-
500	-	-	825	-	-
630	-	-	941	-	-

Notas:

- (12) Un cable multipolar con dos conductores cargados.
- (13) Un cable multipolar con tres conductores cargados.
- (14) Tres cables unipolares cargados en contacto mutuo.
- (15) Un cable multipolar con dos conductores cargados.
- (16) Un cable multipolar con tres conductores cargados.

Las intensidades de corriente corresponden a nuestras clases de conductores vigentes y según las siguientes condiciones de instalación, establecidas en el REIEI de la AEA 90364-7-771 (Marzo 2006):

- Cables en aire: se considera una temperatura ambiente de 40 °C.
- Cables enterrados: dispuestos a 0,70 m de profundidad en un terreno a 25 °C de temperatura y 100 °C*cm/W de resistividad térmica.
- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Edición 2020

07

RETENAX® VALIO

Distribución en BT

Baja Tensión
0,6 / 1 kV
RV-K / RV-R

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de aluminio

Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
TRIPOLARES (almas de color marrón, negro y rojo)							
16	4,8	0,7	1,8	20	500	2,44	0,076
25	6,0	0,9	1,8	23	700	1,53	0,075
35	7,0	0,9	1,8	26	850	1,112	0,0732
50	8,2	1	1,8	29	1080	0,821	0,0726
70	-	1,1	1,9	28	960	0,567	0,0707
95	-	1,1	2	31	1250	0,410	0,0685
120	-	1,2	2,2	35	1550	0,324	0,0689
150	-	1,4	2,3	38	1900	0,264	0,0693
185	-	1,6	2,5	43	2350	0,210	0,0696
240	-	1,7	2,6	48	2950	0,160	0,0689
300	-	1,8	2,8	53	3600	0,128	0,0685
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo y azul)							
16	4,8	0,7	1,8	22	580	2,44	0,076
25/16	6,0/4,8	0,9/0,7	1,8	24	750	1,53	0,075
35/16	7,0/4,8	0,9/0,7	1,8	26	890	1,112	0,0732
50/25	8,2/6,0	1,0/0,9	1,8	30	1150	0,821	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	2	30	1120	0,567	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	34	1450	0,410	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	1800	0,324	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	41	2150	0,264	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	46	2700	0,210	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	3400	0,160	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	57	4200	0,128	0,0685

Notas:

- Valor de diámetro no aplicable para conductores sectoriales
- Reactancia calculada para tres cables unipolares en plano con separación libre de un diámetro.

RETENAX® VALIO

Distribución en BT

Baja Tensión
0,6 / 1 kV
RV-K / RV-R

Características eléctricas (IRAM)

Intensidad admisible para cables con conductores de aluminio					
Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
mm ²	A	A	A	A	A
16	83	69	98	104	88
25	105	88	128	136	115
35	127	106	153	163	137
50	-	127	180	-	162
70	-	156	221	-	198
95	-	186	265	-	239
120	-	211	302	-	272
150	-	238	338	-	305
185	-	267	384	-	347
240	-	308	448	-	403
300	-	349	507	-	456
400	-	-	583	-	-

Notas:

- (12) Un cable multipolar con dos conductores cargados.
 (13) Un cable multipolar con tres conductores cargados.
 (14) Tres cables unipolares cargados en contacto mutuo.
 (15) Un cable multipolar con dos conductores cargados.
 (16) Un cable multipolar con tres conductores cargados.

Las intensidades de corriente corresponden a nuestras clases de conductores vigentes y según las siguientes condiciones de instalación, establecidas en el REIEI de la AEA 90364-7-771 (Marzo 2006):

- Cables en aire: se considera una temperatura ambiente de 40 °C.
- Cables enterrados: dispuestos a 0,70 m de profundidad en un terreno a 25 °C de temperatura y 100 °C*cm/W de resistividad térmica.
- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

Acondicionamiento bobinas

→ bobina de madera

Prysmian se reserva el derecho de modificar sin aviso previo, las características técnicas, pesos y dimensiones presentadas en este catálogo, siempre respetando los valores en las normas citadas. Prysmian no se responsabiliza por daños personales o materiales resultantes del uso inadecuado y/o negligente de las informaciones contenidas en este catálogo. Recomendamos que consulte un profesional habilitado para el correcto dimensionado de su proyecto. Imágenes meramente ilustrativas.

Prysmian

A Brand of Prysmian Group

Edición 2020

12

8.2.1.2. Empalmes termocontraíbles

Empalmes Rectos Termocontraíbles para Cables de Potencia Multipolares de uso Subterráneo - Hasta 1 kV

ERT

La calidad superior de aislación y sello de los materiales termocontraíbles Raychem ha sido probada por más de 30 años, en esta experiencia se basan las uniones ERT que están diseñadas especialmente para cables multipolares de baja tensión.

Utilizando tubos termocontraíbles, el empalme se instala rápida y fácilmente, eliminando la tediosa tarea de encintar.

Por otra parte, la técnica no es sensible al instalador, por lo que todos los empalmes ERT quedarán perfectamente instalados.

El ERT cumple con los requisitos de las normas ANSI C1191-1986 y VDE 0278, asegurando un excelente desempeño eléctrico y mecánico.

Los kits consideran uniones monopolares termocontraíbles, para cada fase, más un tubo de chaqueta común exterior, reconstituyendo la chaqueta del cable. De esta forma, pueden operar en tendidos a la intemperie, directamente enterrados y sumergidos.

Los conectores mecánicos o de compresión se deben ordenar por separado.



CABLES DE AISLACIÓN SECA

CONFIGURACIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE (mm ²)
	ERT 0021	1 x 1 a 1 x 6
	ERT 0022	1 x 10 a 1 x 35
	ERT 0023	1 x 35 a 1 x 70
	ERT 0024	1 x 70 a 1 x 150
	ERT 0025	1 x 185 a 1 x 400
	ERT 0026	1 x 400 a 1 x 630
	ERT 1/6	2 x 1 a 2 x 6
	ERT 10/35	2 x 10 a 2 x 35
	ERT 35/70	2 x 35 a 2 x 70
	---	---

CABLES DE AISLACIÓN SECA

CONFIGURACIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE (mm ²)
	ERT 1/6	3 x 1 a 3 x 6
	ERT 10/35	3 x 10 a 3 x 35
	ERT 35/70	3 x 35 a 3 x 70
	ERT 70/150	3 x 70 a 3 x 150
	ERT 185/400	3 x 185 a 3 x 400
	ERT 1/6	4 x 1 a 4 x 6
	ERT 10/35	4 x 10 a 3 x 35/16
	ERT 35/70	3 x 35/16 a 3 x 70/35
	ERT 70/150	3 x 70/35 a 3 x 150/70
	ERT 185/400	3 x 185/95 a 3 x 300/150

CABLES DE AISL. CON PAPEL IMPREG. Y DE AISL. SECA

CONFIGURACIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE (mm ²)
	ERT 0528	3 x 10 a 3 x 35
	ERT 0535	3 x 35 a 3 x 70
	ERT 0542	3 x 70 a 3 x 150
	ERT 0549	3 x 185 a 3 x 300
	ERT 0528	4 x 10 a 3 x 35/16
	ERT 0535	3 x 35/16 a 3 x 70/35
	ERT 0542	3 x 70/35 a 3 x 150/70
	ERT 0549	1 x 185/95 a 3 x 300/150



8.2.1.3. Terminales termocontraibles

Terminales Termocontraibles hasta 1 kV

ETA

Los terminales proveen un sello y aislamiento, hermético y confiable tanto en área de terminal metálico como en la bifurcación de cables multipolares.



	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²
	ETA 0081	1X4 a 1X16		
	ETA 0082	1X25 a 1X50		
	ETA 0083	1X70 a 1X150		
	ETA 0084	1X185 a 1X300		
	ETA 0085	1X400 a 1X830		
	ETA 0013	2X4 a 2X16		
	ETA 0029	2X25 a 2X50		
	ETA 0014	3X4 a 3X16		
	ETA 0030	3X25 a 3X50		
	ETA 0046	3X70 a 3X150		
	ETA 0062	3X185 a 3X300		
	ETA 0015	4X4 a 4X16	ETA 0628	4X4 a 4X16
	ETA 0031	3X25/16 a 3X50/25	ETA 0634	3X25/16 a 3X35/16
	ETA 0047	3X70/35 a 3X150/70	ETA 0640	3X35/16 a 3X70/35
	ETA 0063	3X185/95 a 3X300/150	ETA 0646	3X70/35 a 3X150/70
			ETA 0652	3X150/70 a 3X300/150

Kits Termocontraibles para Motores de 1 kV

MCK

Los kits termocontraibles Raychem serie MCK para conexión de motores, están diseñados para hacer una instalación rápida y segura a la caja terminal del motor.

Características

- No se necesita encantar al interior de la caja de conexiones.
- Incorpora sello ambiental contra la humedad y el polvo.
- Altamente resistente a la abrasión y vibración.
- Excelente comportamiento a exposiciones prolongadas a altas temperaturas.
- Kit para 3 fases, cubre un amplio rango de calibres.



CLASE 1 kV - Tipo V

CÓDIGO	SECCIÓN DEL CONDUCTOR ALIMENTACIÓN mm ²
MCK-1V	4 a 10
MCK-2V	16 a 35
MCK-3V	50 a 95
MCK-4V	120 a 500

CLASE 1 kV - Tipo L

CÓDIGO	SECCIÓN DEL CONDUCTOR ALIMENTACIÓN mm ²
MCK-1L	4 a 95
MCK-2L	120 a 500

8.2.2. Materiales de los tableros, pilares y luminarias

8.2.2.1. Tableros principales y secundarios



Definición / Definition

Armarios de intemperie para redes de distribución de baja tensión en lugares públicos. Incluyen entrada y salida de red, además de salida de abonado dependiendo del modelo. Los armarios se pueden instalar empotrados en el suelo sobre un zócalo. La gama comprende tres tipos de armarios teniendo en cuenta los diferentes tipos de envoltente: PNT, DIN y hormigón.

Gama general / Range

Tipo de armario de distribución BT Type of LV distribution board	Intensidad nominal Rated current (A)	Nº de salidas No. of outgoing	Dimensiones Dimensions (mm)
Envoltente PNT PNT enclosure	630 A	2 / 3 / 4 / 5 / 6	1020 x 500 x 300 1020 x 750 x 300 1020 x 1000 x 300
Armario de interconexión (envoltente PNT) Interconnecting cabinet (PNT enclosure)		4 / 6	1020 x 750 x 300 1020 x 1000 x 300
Envoltente DIN Tipo C (estrecha) DIN enclosure C Type (narrow)		3 / 5	1760 x 395 x 224 1760 x 495 x 224
Envoltente DIN DIN enclosure		3 / 4 / 6 / 9	1760 x 460 x 320 1760 x 595 x 320 1760 x 790 x 320 1760 x 1120 x 320
Envoltente de hormigón Concrete enclosure		8	1540 x 1300 x 395

Características técnicas generales / General technical specifications

Tensión nominal / Rated voltage	440 V	
Intensidad nominal / Rated current	630 A	
Tipo de salidas / Outgoing-types	BTVC TRIVER+*	
Nº de salidas / No. Of outgoing	Entre 2 y 9 (según modelo) Between 2 and 9 (depending on the model)	
Norma / Standard	UNE-EN 61439-1 / UNE-EN 61439-5	
Tensión soportada a frecuencia industrial Rated insulation voltage	Fase-Masa* Phase-Ground*	10 kV
	Fase-Fase Phase-Phase	2,5 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo Rated Impulse withstand voltage	Fase-Masa* Phase-Ground*	20 kV
Resistencia a cortocircuitos Rated short-time current (1s)	Valor eficaz Rated short-time withstand current	12 kA
	Valor de cresta Rated peak withstand current	30 kA
Materiales autoextinguibles Self-extinguishing materials	UNE EN 60695-11-10	
Grado de protección Protection degree	IP43 UNE-EN 20324 hasta IP55 según tipo envoltente IP43 UNE-EN 20324 up to IP55 acc. to enclosure type IK09 UNE-EN 50102 IK10 hormigón / IK10 concrete	

* Se considera masa una lámina metálica en contacto y cubriendo toda la parte exterior frontal del CBT unida a las partes metálicas del CBT.
* It is considered ground, a metallic sheet covering the front of the switch board connected to the switchboard metallic parts.

2.1


93

ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN URBANA - ENVOLVENTE DIN LV DISTRIBUTION BOARD - DIN ENCLOSURE

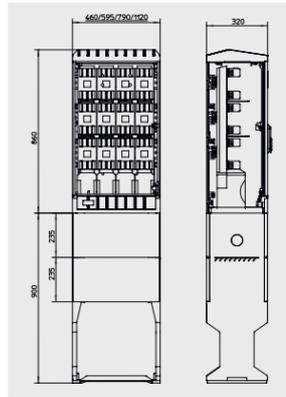
DIN

A 630

2.1

Descripción / Description

- Armario de distribución.
- Acometida y salida inferior.
- Envolverte DIN.
- Salidas protegidas.
- LV distribution board.
- Incoming and outgoing through the bottom part.
- DIN enclosure.
- Feeders.



Características / Specifications

Acometida / Incoming	A través de una base tripolar o directamente al embarrado By means of a three pole fuse switch or directly to the busbar
Intensidad nominal / Rated current	630 A en estándar (Consultar otras opciones) Standard 630 A (Contact us for further options)
Instalación / Installation	Intemperie-suelo a través de zócalo DIN Outdoor-floor mounted in DIN base
Envolverte / Enclosure	Envolverte DIN / DIN enclosure
Tipo de salidas / Outgoing types	BTVA / BTVC TRIVER+*
Nº de salidas / No. of outgoing	3, 4, 6, 9**
Nº de cables para la acometida No. of incoming cables	Ver catálogo de bases Look at fuse switches catalogue

* BTVA/BTVC - Base TRIVER+ tripolar vertical desconectable en carga. El nº de salidas varía según se combine la gama del catálogo de bases TRIVER+ NH 00/1/2/3.
** Número estándar de salidas. Para otras opciones, por favor, consúltenos.
* BTVA/BTVC - Three pole vertical fuse switch TRIVER+. No. of outgoing, changes, when combining the range of fuse / rail switches TRIVER+ NH 00/1/2/3.
** Standard No. of outgoing. Please, contact us for other options.

Modelos normalizados / Standard references

Descripción / Designation	Referencia / Reference
ASP DIN00 B4 SC 3BC400I SH VI	420.62.20.23.56
ASP DIN0 B4 SC 3BC400I SH VI	420.63.20.23.56
ASP DIN1 B4 SC 3BC400I SH VI	420.65.20.23.56
ASP DIN2 B4 SC 3BC400I SH VI	420.67.20.23.56

98

pronutec
GRIFFIN TEAM

8.2.2.2. Tableros de iluminación



3

Definición / Definition

Cuadros de Baja Tensión con envoltorio de poliéster, destinados a alimentar y proteger instalaciones de alumbrado exterior dirigidas a iluminar zonas de dominio público y privado tales como: autopistas, carreteras, calles, plazas, parques, jardines, pasos elevados o subterráneos para vehículos o personas, monumentos, etc.

Cumplen con las exigencias del Reglamento Eléctrico para Baja Tensión: ITC-BT-09.

En la gama de armarios de alumbrado público se distinguen dos tipos de envoltorios según las características mecánicas que se precisen: de poliéster y de hormigón.

These low voltage panels manufactured in polyester cabinets, are destined to feed and protect street lighting installations which are projected to light up private and public areas such as motorways, roads, squares, streets, gardens, monuments etc.

They all meet the standards set by the low voltage electrical regulations ITC-BT-09.

In the range of public lighting cabinets we can distinguish two types of enclosures depending on the mechanical requirements: Polyester or Concrete.

Gama general / Range

Tipo de envoltorio Type of enclosure	Tipo Type	Compañía Utility	Dimensiones Dimensions (mm)
Envoltorio de poliéster Polyester enclosure	PNT 1010 - 2 puertas (105) / 2 doors (105)		1000 x 1000 x 300
	PNT 1010 - 2 puertas (105) / 2 doors (105)		1000 x 1000 x 300
	PNT 107 - 2 puertas (57/57) / 2 doors (57/57) PNT 155 - 2 puertas (75/75) / 2 doors (75/75)		1000 x 750 x 300 1500 x 500 x 300
	PNT 105 - 2 puertas (55/55) / 2 doors (55 / 55) PNT 127 - 2 puertas (57/77) / 2 doors (57/77) PNT 125 - 2 puertas (55/75) / doors (55 / 75)		1000 x 500 x 300 1250 x 750 x 300 1250 x 500 x 300
Envoltorio de hormigón Concrete enclosure	PNT ALP 13 - 1 puerta frontal / 1 front door		1300 x 1540 x 395
	PNT ALP 13 - 2 puertas frontales / 2 front doors		1300 x 1540 x 395
	PNT ALP 17 - 3 puertas frontales / 3 front doors		1700 x 1780 x 480
	PNT ALP 17 - 2 puertas frontales y 1 lateral / 2 front doors & 1 side door		1700 x 1780 x 480
	PNT ALP 17 - 2 puertas frontales y 1 trasera / 2 front doors & 1 back door		1700 x 1780 x 480
	PNT ALP 17 - 2 puertas frontales / 2 front doors		1700 x 1780 x 480

Características técnicas generales / General technical specifications

Tensión nominal / Rated voltage		440 V
Norma / Standard		UNE-EN 50298 (hormigón / concrete)
Tensión soportada a frecuencia industrial Rated insulation voltage		2,5 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo Rated impulse withstand voltage	Fase-Masa* Phase-Ground*	20 kV
Materiales autoextinguibles Self-extinguishing materials		UNE EN 60695-11-10
Grado de protección / Protection degree		IP43/IP55 UNE-EN 20324 / IK08 UNE-EN 50102 (poliéster / polyester) IP55 UNE-EN 20324 / IK10 UNE-EN 50102 (hormigón / concrete)

* Se considera masa una lámina metálica en contacto y cubriendo toda la parte exterior frontal del CBT unida a las partes metálicas del CBT.
* We consider ground, a metallic sheet covering the front of the switchboard connected to the switchboard metallic parts.

132


ENVOLVENTE DE HORMIGÓN
CONCRETE ENCLOSURE

1 puerta frontal
1 front door

PNT ALP 13 - 1P

IK10 | IP55

3

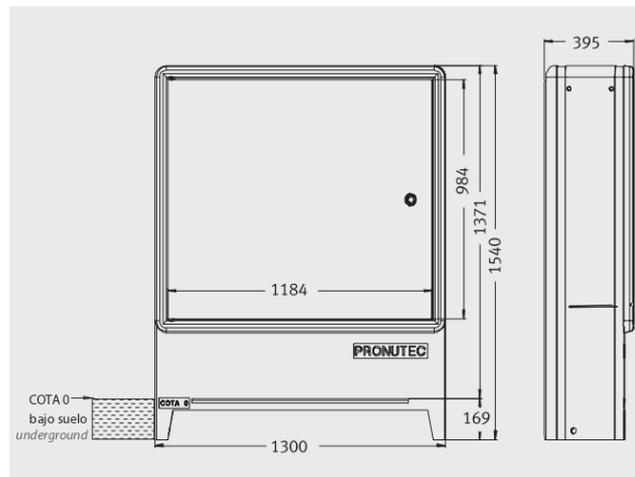
Descripción / Description

Armario destinado a contener los circuitos de alumbrado de unas instalaciones de alumbrado exterior.

Cabinet application: lighting circuits of an outdoor lighting installation.

Armarios de alumbrado público REBT 2002 ITC-BT-09.

Street lighting cabinets REBT 2002 ITC-BT-09.



	Dimensiones Dimensions (mm)
Dimensiones exteriores External dimensions	1300 x 1540 x 395
Placa bandeja alumbrado Lighting mounting plate	1070 x 866

1 puerta frontal
1 front door

ENVOLVENTE DE HORMIGÓN
CONCRETE ENCLOSURE

IK10 | IP55

PNT ALP 13 - 1P

Características / Specifications

Material armario Cabinets material	Hormigón armado Reinforced concrete
Material puerta Door material	Chapa galvanizada pintada o inoxidable pintada (bajo pedido). Galvanised & painted steel sheet or stainless & painted (on request).
Grado de protección Protection degree	IK10, IP55
Sistema de manipulados Handling system	Dos cáncamos para su manipulación con grúa. La puerta va unida a la armadura del hormigón para su puesta a tierra. Two eye bolts for crane handling. Door and frame are connected together for earthing.
Características eléctricas Electrical characteristics	El acceso de cables al armario se realiza por la base del armario, quedando la parte enterrada del armario como arqueta de acometida y salida. Cable access to the cabinet is made through the cabinet base, which provides earth connection.
Características constructivas (resistencia mecánica) Constructive characteristics (mechanical resistance)	El PNT ALP 13 está calculado para resistir las siguientes características mecánicas: - Las paredes verticales son capaces de soportar los esfuerzos de su propio peso, el techo y las sobrecargas de este, además de una presión horizontal de 100 kg/m ² . - El techo soporta sobrecargas de 250 kg/m ² . - La envolvente de hormigón es capaz de soportar los esfuerzos debidos a su manipulación y transporte sin sufrir desperfectos. - Los elementos de manipulación de la envolvente de hormigón son capaces de soportar el peso propio de la envolvente vacía mas una sobrecarga de 300 kg. The PNT ALP 13 features the following mechanical characteristics: - The vertical walls are capable of supporting their own weight, the roof, and its overload, as well as a horizontal pressure weight of 100 kg/m ² . - The roof supports loads of 250 kg/m ² . - The Concrete enclosure is very durable and withstands the forces applied to it during transport and handling without suffering from any defects. - The junctions and other elements of handling are made to support the net weight of the enclosure plus an overload of 300 kg.
Peso vacío Net weight	625 kg

3

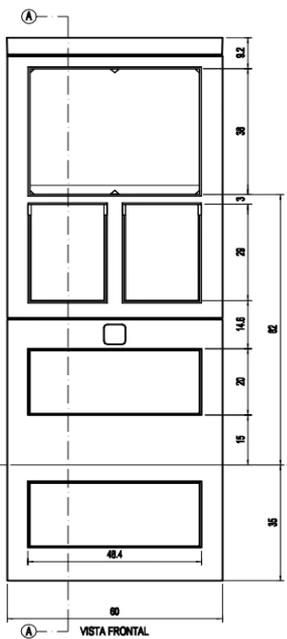
8.2.2.3. Pilares de medición

Ficha Técnica 

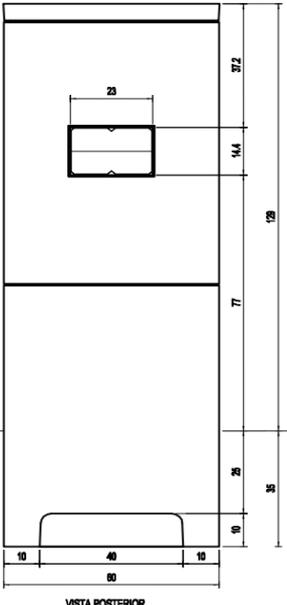
> PILAR TRIFÁSICO DOBLE ACOM. SUBTERRÁNEA

Pilar Trifásico de Hormigón Subterráneo
PTHS-600 / PTHS-602
60 x 80 x 30 cm.

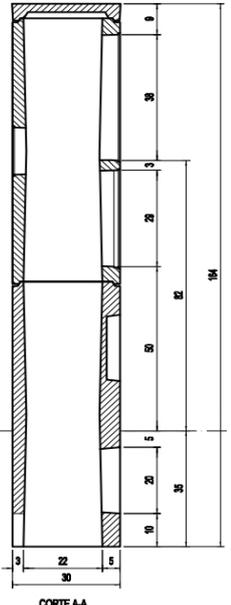
Tapa Plana de Hormigón para Gabinete
TPHG-216
60 x 30 x 5 cm.



VISTA FRONTAL



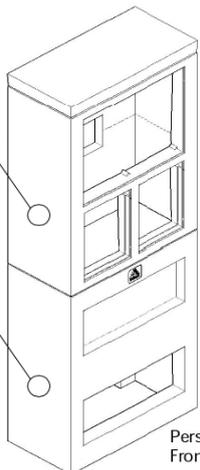
VISTA POSTERIOR



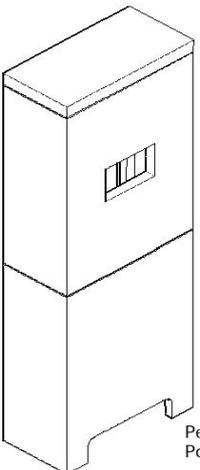
CORTE A-A

PTHS-602 (79.5 kg)
-Espacio para cajas de medición.
-Espacio para cajas portafusibles NH.
-Espacio para cajas de llaves térmicas

PTHS-600 (94.8 kg)
-Mojón de espera
-Espacio para identificación de lote y manzana.



Perspectiva Frontal



Perspectiva Posterior

Notas

> www.grupogallara.com.ar
ventas@grupogallara.com.ar
Tel: 482-6000

P.2.17.1

8.2.2.4. Fusibles

2 Fusibles Baja Tensión Low Voltage Fuses



Los fusibles SIBA de BT con indicador de fusión, superior y/o combinado, están disponibles en una amplia gama de tensiones, tamaños y clases de operación:

Tamaños: 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4 y 4a

Tensiones Nominales:

AC 400 / 500 / 690 / 1000 / 1500 V
DC 220/400/440 V

Clase de Operación:

gG: Fusible de rango completo para uso general
gB: Fusible de rango completo para uso en minería
aM: Fusible de acompañamiento para protección de motores
gTr: Fusible de rango completo para protección de transformadores
gTF: Fusible de rango completo para uso general

Aplicación especial para protección de baterías. Ver página 77

Normativa:

IEC 60269-1-2 / EN 60269-1-2
DIN VDE 0636 part 201
DIN VDE 0636 part 2011
DIN 43620

Homologaciones: Alemania, Austria, Suiza.

Low Voltage Fuses European NH Knife-Blade Fuse System. SIBA LV Fuse-links with top and combination indicator are available in a large variety of voltage ratings, body sizes and operating classes:

Sizes: 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4 and 4a

Voltage ratings:

AC 400 / 500 / 690 / 1000 / 1500 V
DC 220/400/440 V

Operation class:

gG: Full range breaking capacity for general application
gB: Full range breaking capacity for mining application
aM: Partial range breaking capacity for motor circuit protection
gTr: Full range breaking capacity for transformer protection
gTF: Full range breaking capacity for general application

Special application for battery installations. See page 77

Standards:

IEC 60269-1-2 / EN 60269-1-2
DIN VDE 0636 part 201
DIN VDE 0636 part 2011
DIN 43620

Approvals: Germany, Austria, Switzerland

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02

Guía gama NH / NH range guide



FUSIBLES DE BAJA TENSIÓN

Sistema europeo de Fusibles de Baja Tensión de Cuchillas

LOW VOLTAGE FUSES

European NH Knife-Blade Fuse System

gG: Uso General / General application

Tamaño Size	Tensión Nominal Rated Voltage AC (V)	Patillas del cuerpo fusible Removal tags	Tipo de indicador Indicator type	Referencia Reference
000	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 000 13
00	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 001 13
0	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 002 13
1	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 003 13
2	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 004 13
3	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 005 13
4	500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 006 13
4	500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 228 13
4a	500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 120 13
000	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 438 13
00	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 439 13
1	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 441 13
2	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 442 13
3	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 443 13
000	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 477 13
00	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 209 13
0	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 210 13
1	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 211 13
2	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 212 13
3	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 213 13
4	690	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 225 13
4a	690	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 227 13
000	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 452 13
00	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 453 13
1	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 455 13
2	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 456 13

gB: Uso Minería / Mining Application

Tamaño Size	Tensión Nominal Rated Voltage AC (V)	Patillas del cuerpo fusible Removal tags	Tipo de indicador Indicator type	Referencia Reference
000	1000	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 386 03
00	1000	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 389 03

aM: Protección de Motores / Motor Circuit Protection

Tamaño Size	Tensión Nominal Rated Voltage AC (V)	Patillas del cuerpo fusible Removal tags	Tipo de indicador Indicator type	Referencia Reference
000	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 477 08
00	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 209 08
0	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 210 08
1	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 211 08
2	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 212 08
3	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 213 08
4	690	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 225 08
4a	690	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 227 08
000	1000	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 386 08
00	1000	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 389 08

gTr: Protección de Transformadores / Transformer Protection

Tamaño Size	Tensión Nominal Rated Voltage AC (V)	Patillas del cuerpo fusible Removal tags	Tipo de indicador Indicator type	Referencia Reference
2	400	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 004 15
3	400	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 005 15
4a	400	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 120 15

gTF: Uso General / General Application

Tamaño Size	Tensión Nominal Rated Voltage AC (V)	Patillas del cuerpo fusible Removal tags	Tipo de indicador Indicator type	Referencia Reference
3	1500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 246 02



53

2

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02

NH

Usos general 500 V
General application 500 V

gG
500 V

gG



Tamaño Size 1	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 440 V	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA		Normativa Standard IEC 60269-2-1
Intensidad Nominal Rated Current (A)	Referencia Reference	Peso Weight (kg/1)	Lote Pack	Pérdidas Power loss (W)	Valor Prearco Pre-arcing value I _{pt} - [A ² s]	Valor total Total value I _{pt} @ 254 V [A ² s]	Valor total Total value I _{pt} @ 440 V [A ² s]
16	20 003 13.16	0.28	3	1.9	420	490	810
20	20 003 13.20	0.28	3	2.2	760	910	1,480
25	20 003 13.25	0.28	3	2.6	1,440	1,780	2,890
32	20 003 13.32	0.28	3	3.5	2,600	3,360	5,630
35	20 003 13.35	0.28	3	3.9	3,100	4,770	7,610
40	20 003 13.40	0.28	3	4.3	4,700	6,750	11,300
50	20 003 13.50	0.28	3	5.1	5,900	8,340	13,600
63	20 003 13.63	0.28	3	5.8	10,300	16,200	26,400
80	20 003 13.80	0.28	3	6.5	17,300	27,200	45,500
100	20 003 13.100	0.28	3	7.8	28,900	45,500	88,600
125	20 003 13.125	0.28	3	10.0	44,400	78,600	127,500
160	20 003 13.160	0.28	3	12.8	78,500	139,600	226,600
200	20 003 13.200	0.44	3	15.0	157,600	248,200	390,900
224	20 003 13.224	0.44	3	16.2	194,800	297,600	483,400
250	20 003 13.250	0.44	3	17.9	240,800	368,000	616,000

2

Tamaño Size 2	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 440 V	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA		Normativa Standard IEC 60269-2-1
Intensidad Nominal Rated Current (A)	Referencia Reference	Peso Weight (kg/1)	Lote Pack	Pérdidas Power loss (W)	Valor Prearco Pre-arcing value I _{pt} - [A ² s]	Valor total Total value I _{pt} @ 254 V [A ² s]	Valor total Total value I _{pt} @ 440 V [A ² s]
35	20 004 13.35	0.28	3	3.9	3,100	4,770	7,610
40	20 004 13.40	0.28	3	4.3	4,700	6,750	11,300
50	20 004 13.50	0.28	3	5.1	5,900	8,340	13,600
63	20 004 13.63	0.28	3	5.8	10,300	16,200	26,400
80	20 004 13.80	0.28	3	6.5	17,300	27,200	45,500
100	20 004 13.100	0.28	3	7.8	28,900	45,500	88,600
125	20 004 13.125	0.28	3	10.0	44,400	78,600	127,500
160	20 004 13.160	0.28	3	12.8	78,500	139,600	226,600
200	20 004 13.200	0.48	3	15.5	157,600	248,200	390,900
224	20 004 13.224	0.48	3	16.4	194,800	297,600	483,400
250	20 004 13.250	0.48	3	18.0	240,800	368,000	616,000
300	20 004 13.300	0.65	3				
315	20 004 13.315	0.65	3	21.5	513,000	716,000	1,164,000
355	20 004 13.355	0.65	3	23.7	616,000	859,000	1,483,000
400	20 004 13.400	0.65	3	29.5	859,000	1,236,000	2,008,000

56

SIBA
Sicherungen | Fuses

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 142 de 147

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
Rev.02

gG
500 V

NH

Uso general 500 V
General application 500 V



gG

Tamaño Size 3	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 400 V (≤ 500 A)	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA	Normativa Standard IEC 60269-2-1	
Intensidad Nominal Rated Current (A)	Referencia Reference	Peso Weight (kg/l)	Lote Pack	Pérdidas Power loss (W)	Valor Preacto Pre-arcing value I ² t - [A ² s]	Valor total Total value I ² t @ 254 V [A ² s]	Valor total Total value I ² t @ 440 V [A ² s]
315	20 005 13.315	0.65	3	21.5	513,000	716,000	1,164,000
355	20 005 13.355	0.65	3	23.7	616,000	859,000	1,483,000
400	20 005 13.400	0.65	3	29,5	859,000	1,236,000	2,008,000
425	20 005 13.425	0.88	3				
500	20 005 13.500	0.88	3	38.0	1,130,000	1,670,000	2,800,000
630	20 005 13.630	0.88	3	46.0	1,950,000	2,980,000	4,840,000

Tamaño Size 4 muescas 4 notches	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 220 V (≤ 1250 A)	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA	Normativa Standard IEC 60269-2-1	
Intensidad Nominal Rated Current (A)	Referencia Reference	Peso Weight (kg/l)	Lote Pack	Pérdidas Power loss (W)	Valor Preacto Pre-arcing value I ² t - [A ² s]	Valor total Total value I ² t @ 254 V [A ² s]	Valor total Total value I ² t @ 440 V [A ² s]
400	20 006 13.400	2.46	1	26	859,000	1,236,000	2,008,000
500	20 006 13.500	2.46	1	38	1,130,000	1,670,000	2,800,000
630	20 006 13.630	2.46	1	49	1,950,000	2,980,000	4,840,000
800	20 006 13.800	2.46	1	66	3,700,000	5,450,000	8,900,000
1000	20 006 13.1000	2.46	1	78	5,800,000	8,900,000	14,400,000
1250	20 006 13.1250	2.46	1	95	11,000,000	16,200,000	27,200,000
1600	20 228 13.1600	3.20	1	138	14,000,000	20,700,000	33,600,000

Tamaño Size 4a	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 440 V (≤ 1250 A)	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA	Normativa Standard IEC 60269-2-1	
Intensidad Nominal Rated Current (A)	Referencia Reference	Peso Weight (kg/l)	Lote Pack	Pérdidas Power loss (W)	Valor Preacto Pre-arcing value I ² t - [A ² s]	Valor total Total value I ² t @ 254 V [A ² s]	Valor total Total value I ² t @ 440 V [A ² s]
400	20 120 13.400	3.2	1	34	859,000	1,236,000	2,008,000
500	20 120 13.500	3.2	1	41	1,130,000	1,670,000	2,800,000
630	20 120 13.630	3.2	1	49	1,950,000	2,980,000	4,840,000
800	20 120 13.800	3.2	1	70	3,700,000	5,450,000	8,900,000
1000	20 120 13.1000	3.2	1	83	5,800,000	8,900,000	14,400,000
1250	20 120 13.1250	3.2	1	104	11,000,000	16,200,000	27,200,000
1600	20 120 13.1600	3.2	1	138	14,000,000	20,700,000	33,600,000



57

2

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 143 de 147

8.2.2.5. Luminarias

FAROLA LED PARA ALUMBRADO EXTERIOR

GARDEN PRO

LED

BAEL
ILUMINACIÓN PROFESIONAL

**IP 66
IK 08**

Luminaria fabricada con un nuevo concepto en diseño, moderno y delgado de gran versatilidad para ser usada en múltiples aplicaciones.

La luz emitida es modulada por lentes de alta calidad y transparencia, sellada al conjunto con un anillo de silicona resistente al calor y al envejecimiento, que le confiere una alta hermeticidad. Cuenta con tornillería de acero inoxidable

Equipado con un driver hermético, LEDs duales de alta eficiencia (120 lm/W) y alta durabilidad (+30.000 hs), ofrece una excelente relación costo prestación.

2 AÑOS DE GARANTÍA

PROTECCIÓN PICO DE TENSION 5 kV



GARDEN PRO 150

DISEÑO ULTRA DELGADO



	GARDEN PRO 50	GARDEN PRO 100	GARDEN PRO 150
Potencia eléctrica	50 W	100 W	150 W
Flujo luminoso / CRI	~6.000 lúmenes />80	~12.000 lúmenes />80	~18.000 lúmenes />80
Tipo de LED	SMD 2835 Epistar		
Fuente (aliment.)	85-265 Vca		
Factor de potencia	>0,95		
Ángulo de apertura	Asimétrico		
Temperatura color	5000°K		
Hermeticidad	IP 66		
Temperatura amb.	-30°C a + 40°C		
Dimensiones	430x160x40	610x210x40	720x250x40
Peso	~1,14 Kg	~1,92 Kg	~3,2 Kg
Anclaje Columna	Ø50 mm	Ø60 mm	Ø60 mm

www.bael.com.ar

8.2.3. Materiales de puesta a tierra

Los catálogos utilizados en la selección de los materiales de PAT son los mismos que se emplearon para la LSMT.

8.3. Anexo C: Planos de LSMT y LSBT

8.3.1. Estructura de codificación de los planos

La misma es común tanto para la LSMT como para la LSBT.



Figura A-1: Estructura del código de planos.

Donde:

- PFC-2203D: Denominación del Proyecto Final de Carrera.
- XX: “MT” para media tensión (33 kV) o “BT” para baja tensión (0,40 kV o 0,22 kV).
- 000: Número de plano.

Planos de LSMT		
Código	Título	N° de hojas
PFC-2203D-MT-01	Diagramas unifilares de LSMT	2
PFC-2203D-MT-02	Zanja y cámara de inspección	3
PFC-2203D-MT-03	Centro de transformación	3
PFC-2203D-MT-04	Acometida aérea-subterránea	4
PFC-2203D-MT-05	Traza de LSMT	4

Planos de LSBT		
Código	Título	N° de hojas
PFC-2203D-BT-01	Disposición de elementos en una combinación de tramos	17
PFC-2203D-BT-02	Zanja	2
PFC-2203D-BT-03	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria	6
PFC-2203D-BT-04	Diagramas unifilares de LSBT	10

Tabla A-1: Listado de planos de LSMT y LSBT.

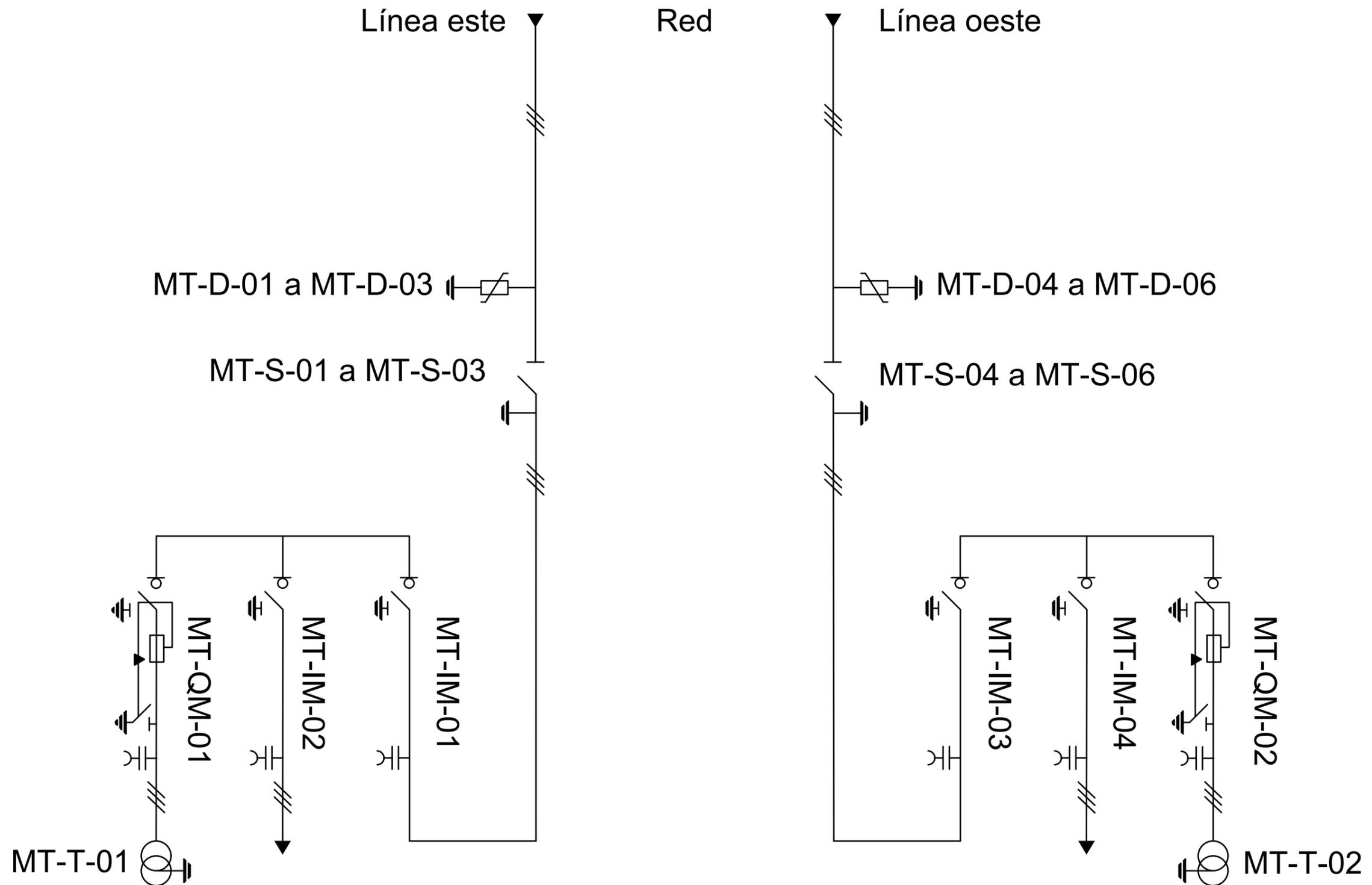
8.3.2. Listado de tablas

- Tabla A-1: Listado de planos de LSMT y LSBT.

8.3.3. Listado de figuras

- Figura A-1: Estructura del código de planos.

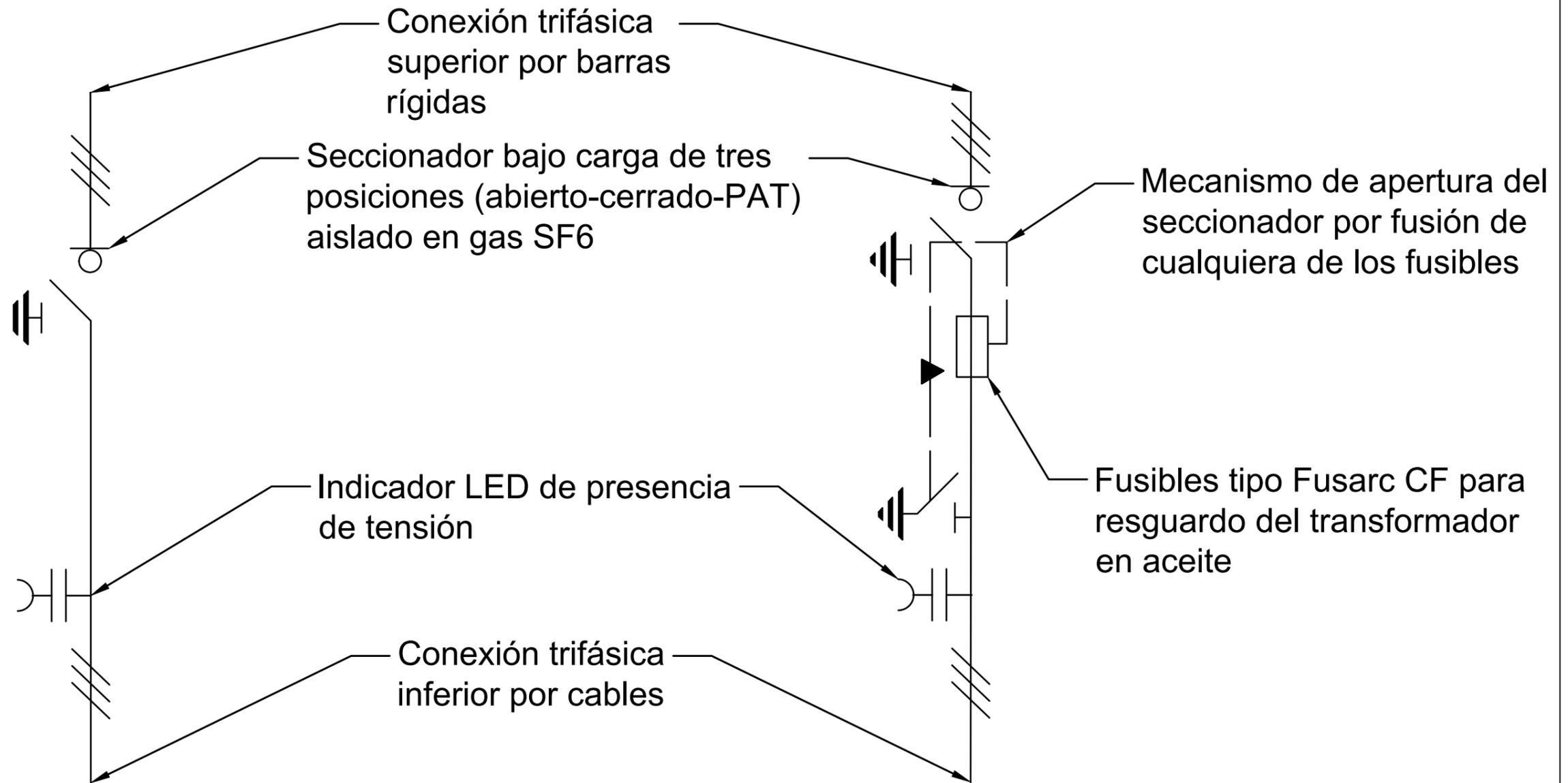
Diagrama unifilar general de LSMT



Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSMT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-MT-01
	Unidades: -				Hoja 1 de 2

Diagrama unifilar particular de celda tipo IM (maniobra)

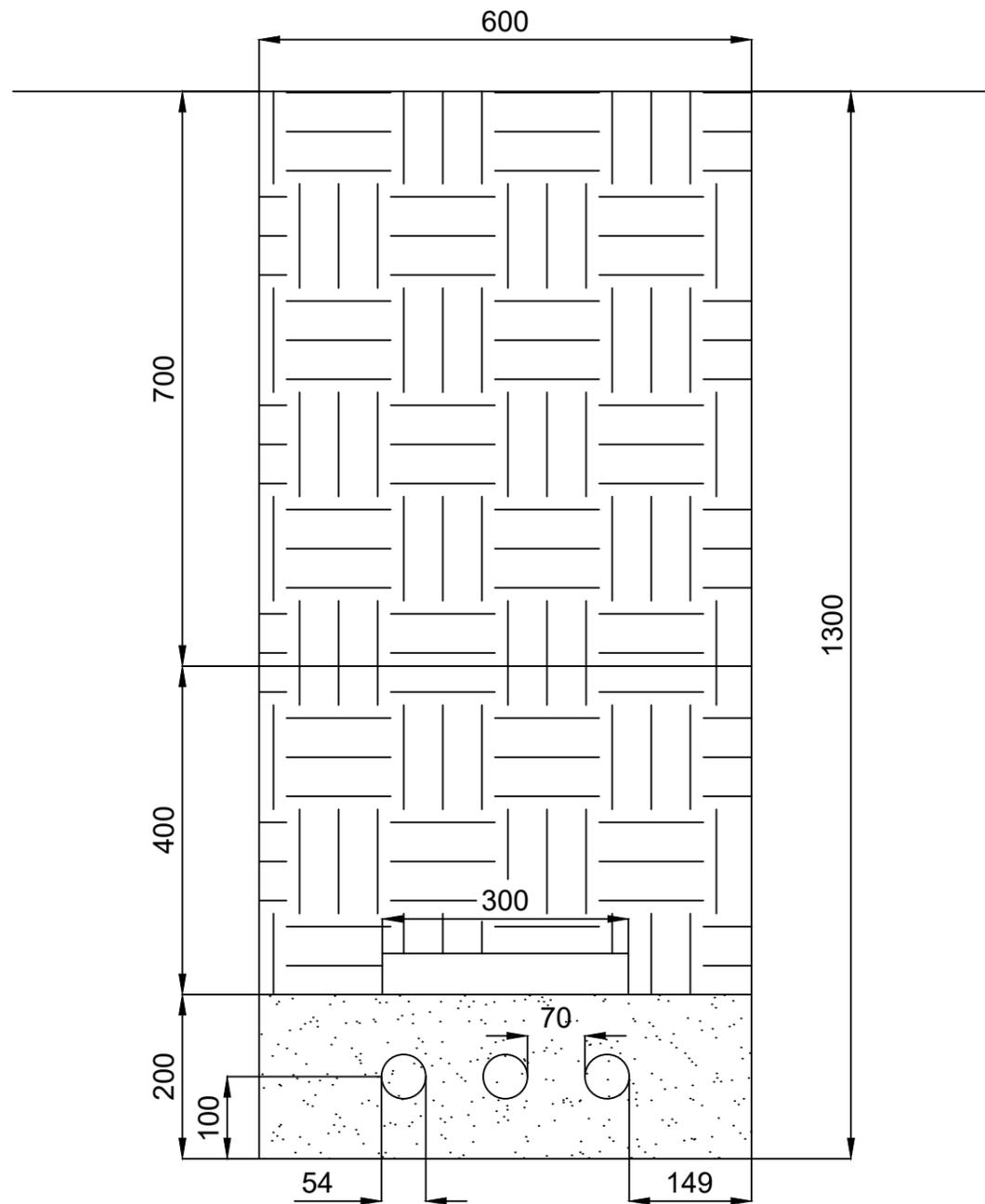
Diagrama unifilar particular de celda tipo QM (protección)



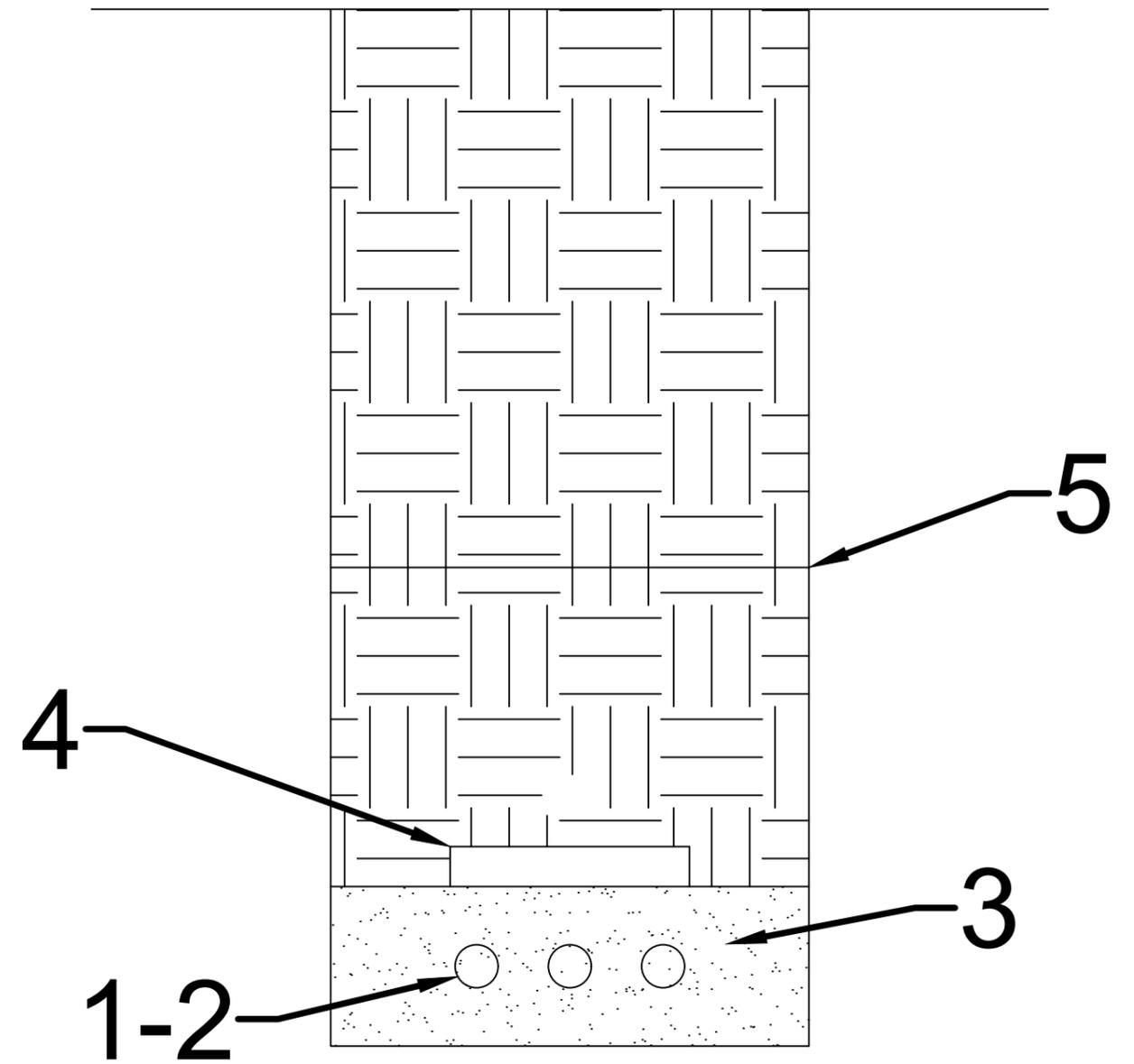
Nota: En las primeras celdas IM de cada centro de transformación (MT-IM-01 y MT-IM-03), la energía ingresa por los cables inferiores y sale por las barras superiores. En las segundas celdas IM (MT-IM-02 y MT-IM-04) y en las QM, ocurre lo contrario. Tanto los cables como las barras se ubican en compartimientos separados para mejorar la continuidad del servicio.

Observaciones:	Dibujó	15/08/22	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Diagramas unifilares de LSMT			Código de plano: PFC-2203D-MT-01	
					
Unidades: -					Hoja 2 de 2

Dimensiones de la zanja
Escala: 1:8
Vista frontal en corte



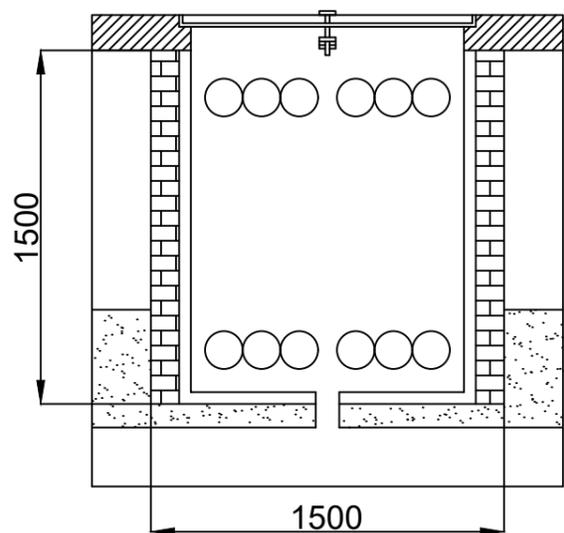
Elementos de la zanja
Escala: 1:8
Vista frontal en corte



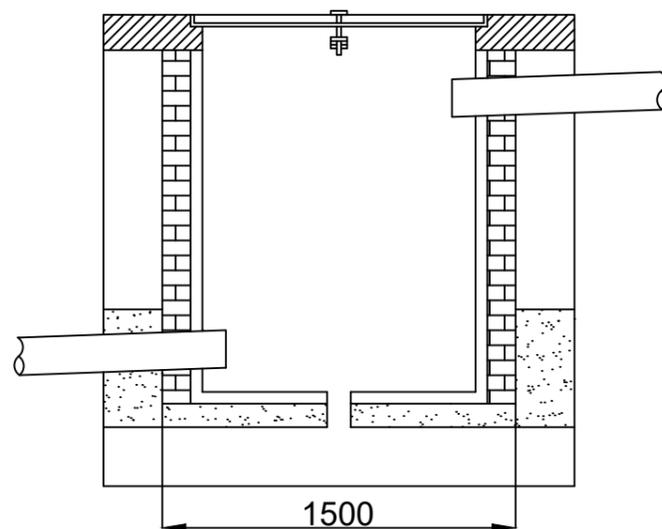
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Zanja y cámara de inspección			Código de plano: PFC-2203D-MT-02
					
	Unidades: mm				
					Hoja 1 de 3

Dimensiones de la cámara de inspección
Escala: 1:30

Vista frontal en corte

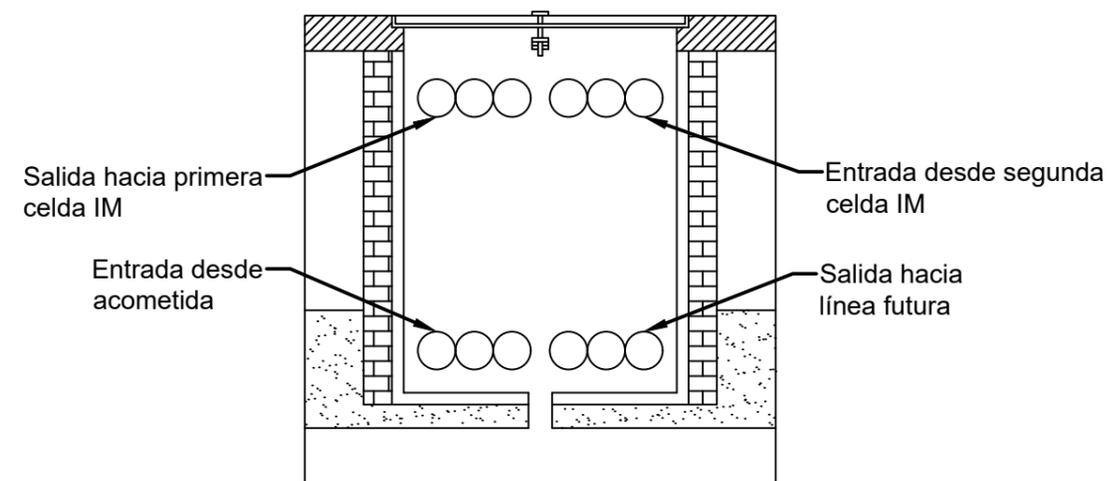


Vista lateral en corte

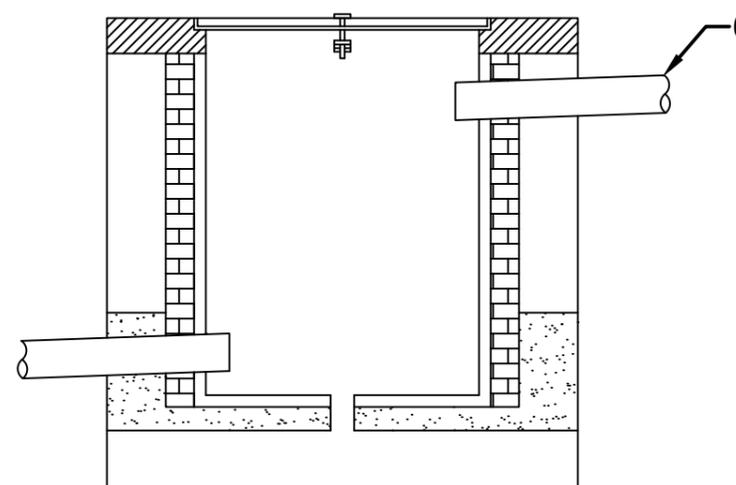


Elementos de la cámara de inspección
Escala: 1:30

Vista frontal en corte



Vista lateral en corte

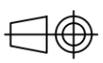


Observaciones:	Dibujó	Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	15/08/22	F. Zorzenon		
		19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<p>Zanja y cámara de inspección</p>			Código de plano: PFC-2203D-MT-02
					
	Unidades: mm				
					Hoja 2 de 3

**Listado y codificación de elementos
de la zanja y la cámara de inspección**

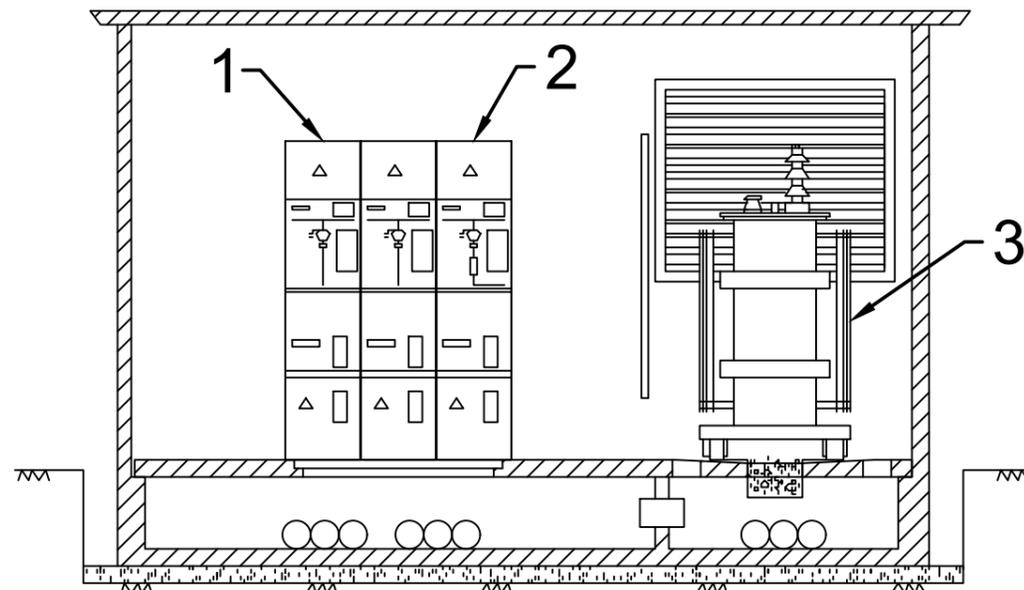
Ítem	Descripción	Cantidad	Código	
			Línea este	Línea oeste
1	Conductor subterráneo	3075 m	MT-CS-01	
2	Empalme termocontraible	6 u.	MT-ET-01 y MT-ET-03	MT-ET-04 y MT-ET-06
3	Arena	122 m ³		
4	Ladrillo	10390 u.		
5	Malla de advertencia	1015 m	MT-MA-01	
6	Caño	17 m		

Nota: Las cantidades especificadas para cada ítem corresponden a las necesarias para la concreción de las dos líneas subterráneas de media tensión.

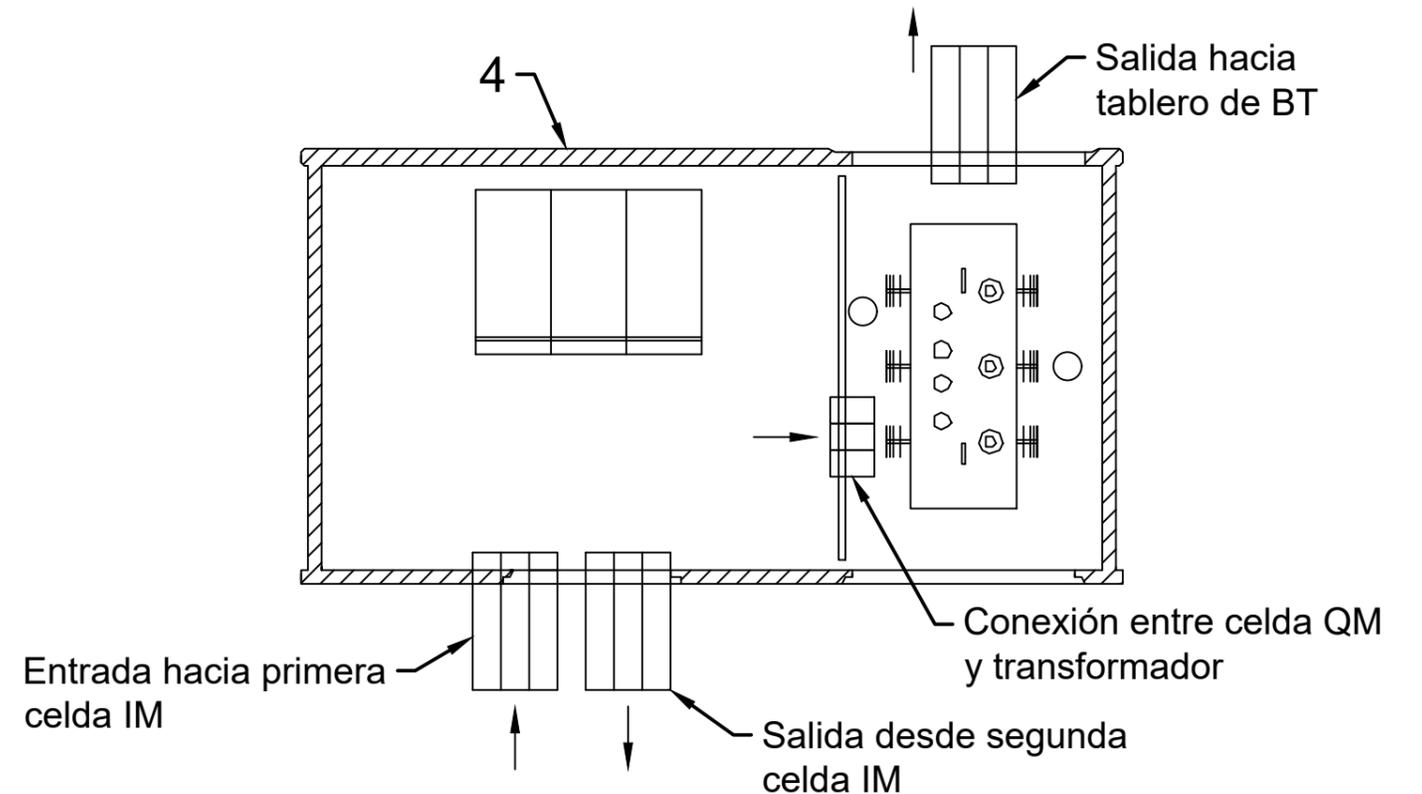
Observaciones:	Dibujó	15/08/22	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -			Zanja y cámara de inspección	
Unidades: mm	Código de plano: PFC-2203D-MT-02				
	Hoja 3 de 3				

Elementos del centro de transformación Escala: 1:40

Vista frontal en corte



Vista superior en corte

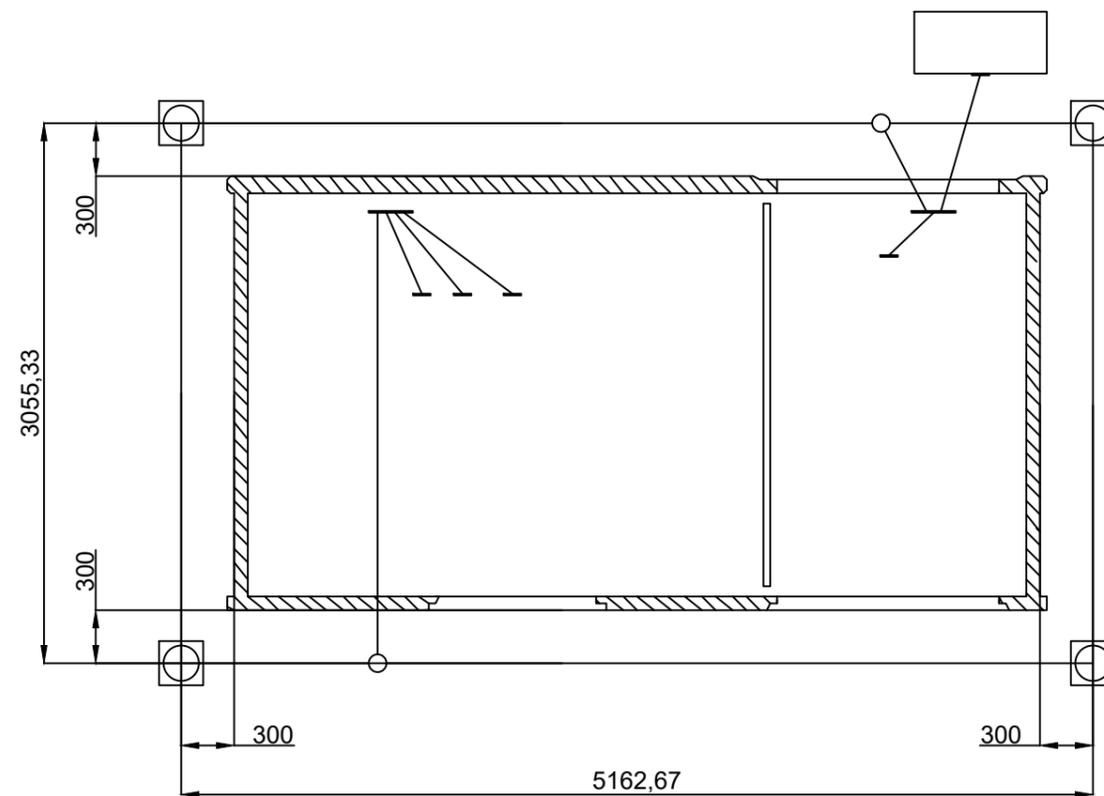


Nota: Las dimensiones del foso para la cabina serán de 5200 mm x 3000 mm x 450 mm, nivelándose el fondo con arena fina. Alrededor del mismo se construirá una vereda de 60 cm de ancho.

Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Centro de transformación			Código de plano: PFC-2203D-MT-03
	Unidades: mm				Hoja 1 de 3

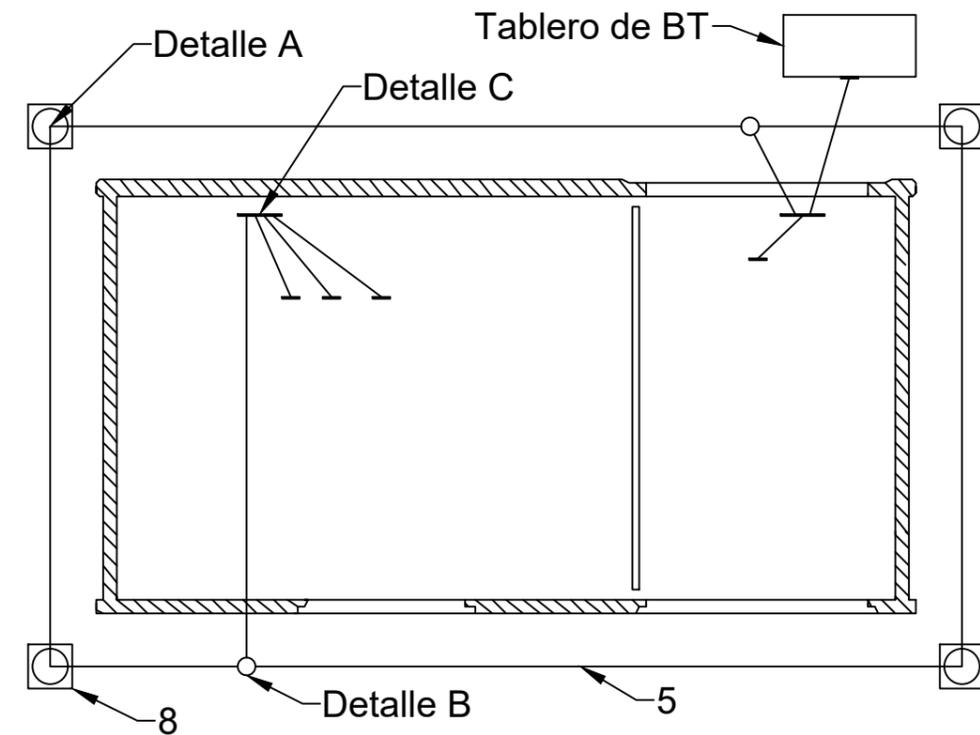
**Dimensiones del sistema de PAT
del centro de transformación
Escala: 1:40**

Vista superior en corte



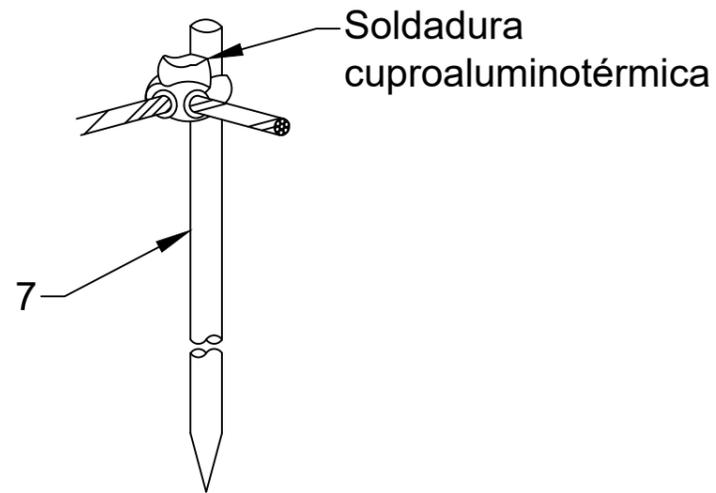
**Elementos del sistema de PAT
del centro de transformación
Escala: 1:40**

Vista superior en corte

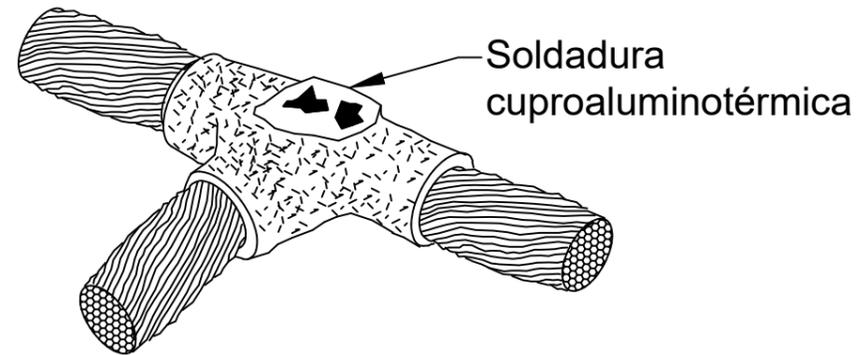


Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		Código de plano: PFC-2203D-MT-03
	Escala: -	Centro de transformación			Hoja 2 de 3
					
	Unidades: mm				

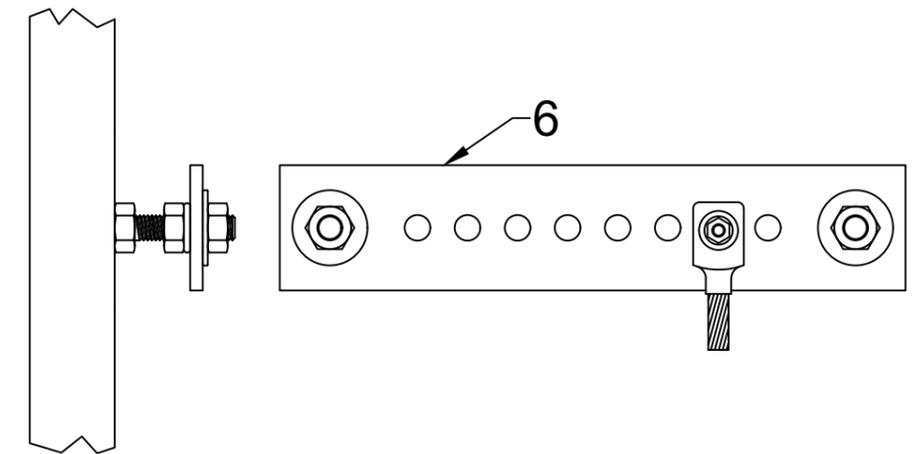
Detalle A
Conexión de las jabalinas a la malla



Detalle B
Empalme entre conductores de la malla



Detalle C
Barra equipotencial o bornera



Listado y codificación de elementos del centro de transformación

Ítem	Descripción	Cantidad	Código	
			Línea este	Línea oeste
1	Celda tipo IM	4 u.	MT-IM-01 y MT-IM-02	MT-IM-03 y MT-IM-04
2	Celda tipo QM	2 u.	MT-QM-01	MT-QM-02
3	Transformador	2 u.	MT-T-01	MT-T-02
4	Cabina prefabricada	2 u.	MT-CP-01	MT-CP-02
5	Conductor de PAT	50 m	MT-CPAT-01	
6	Barra equipotencial de PAT	4 u.	MT-BPAT-01 y MT-BPAT-02	MT-BPAT-03 y MT-BPAT-04
7	Jabalina de PAT	8 u.	MT-JPAT-01 a MT-JPAT-04	MT-JPAT-05 a MT-JPAT-08
8	Caja de inspección de PAT	8 u.	MT-CIPAT-01 a MT-CIPAT-04	MT-CIPAT-05 a MT-CIPAT-08

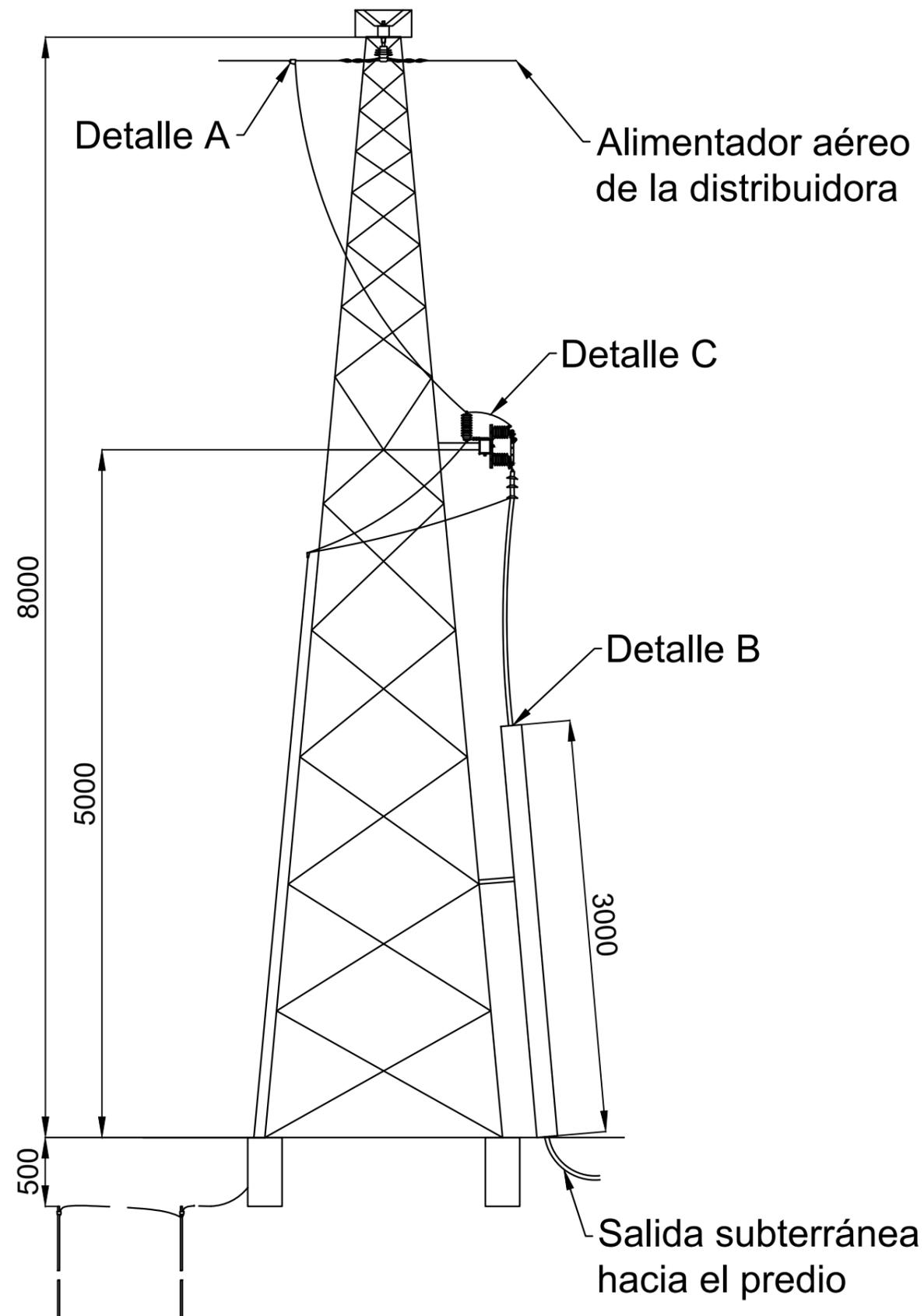
Nota: Las cantidades especificadas para cada ítem corresponden a las necesarias para la concreción de las dos líneas subterráneas de media tensión.

Observaciones:	Dibujó	Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	15/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	15/08/22	F. Zorzenon		
		19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Centro de transformación			Código de plano: PFC-2203D-MT-03
					
	Unidades: -				Hoja 3 de 3

Elementos de la acometida aérea- subterránea

Escala: 1:40

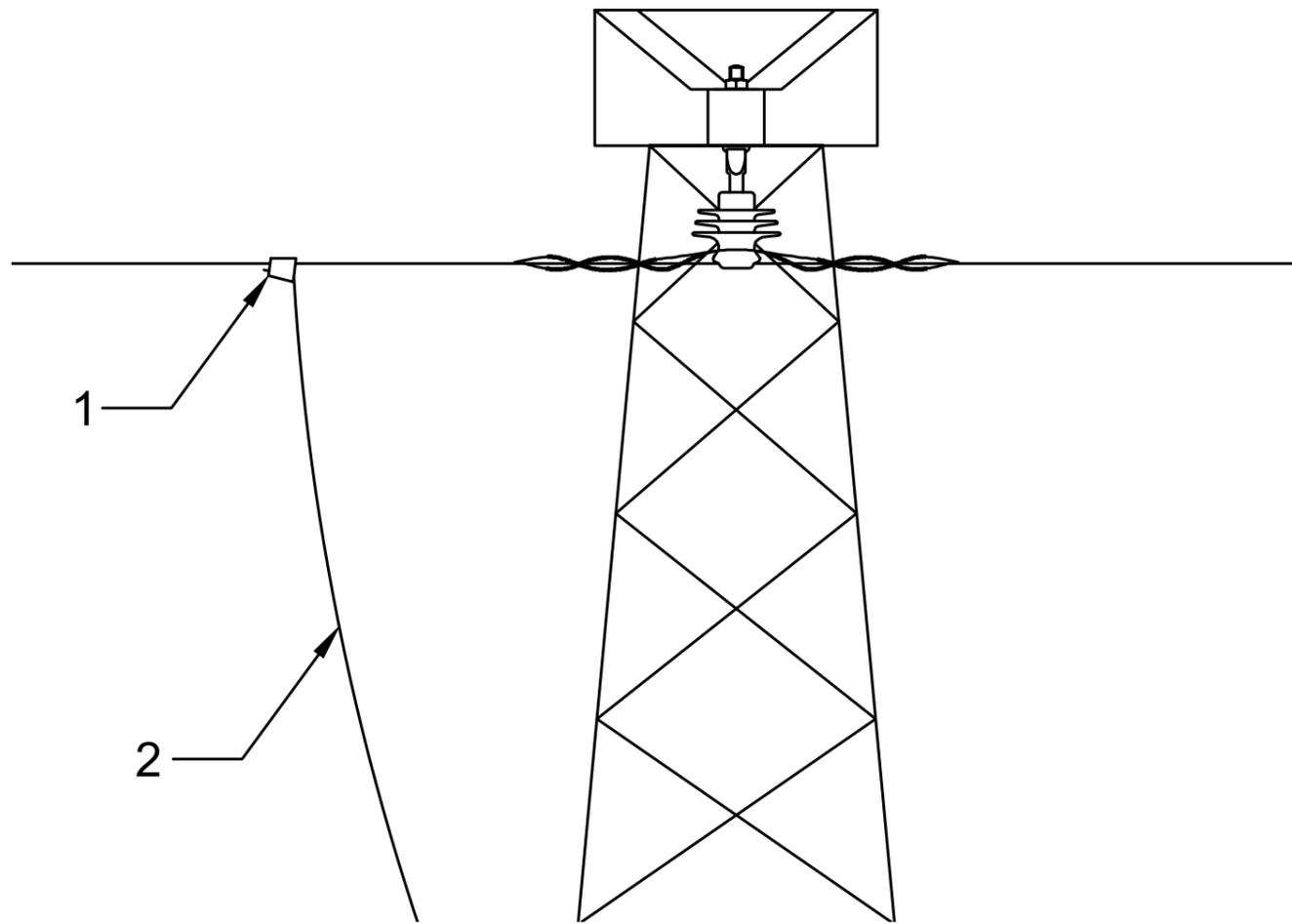
Vista lateral



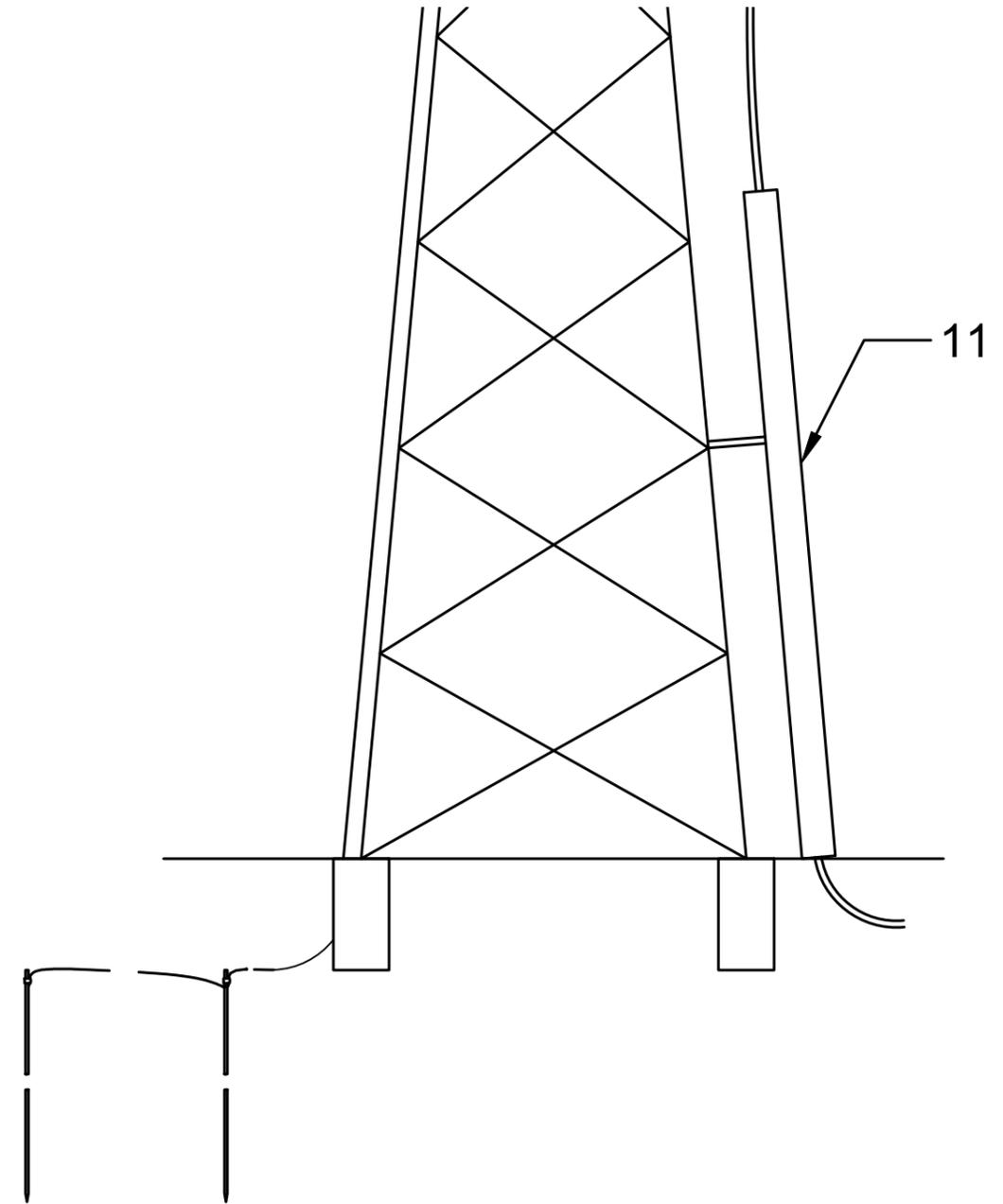
Nota: Se aprovechan los elementos enterrados de PAT (jabalinas, conectores irreversibles, etc.) con que ya cuentan los soportes del alimentador.

Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Acometida aérea-subterránea			Código de plano: PFC-2203D-MT-04
					
	Unidades: mm				
					Hoja 1 de 4

Detalle A
Zona alta de la acometida
Escala: 1:10



Detalle B
Zona baja de la acometida
Escala: 1:30

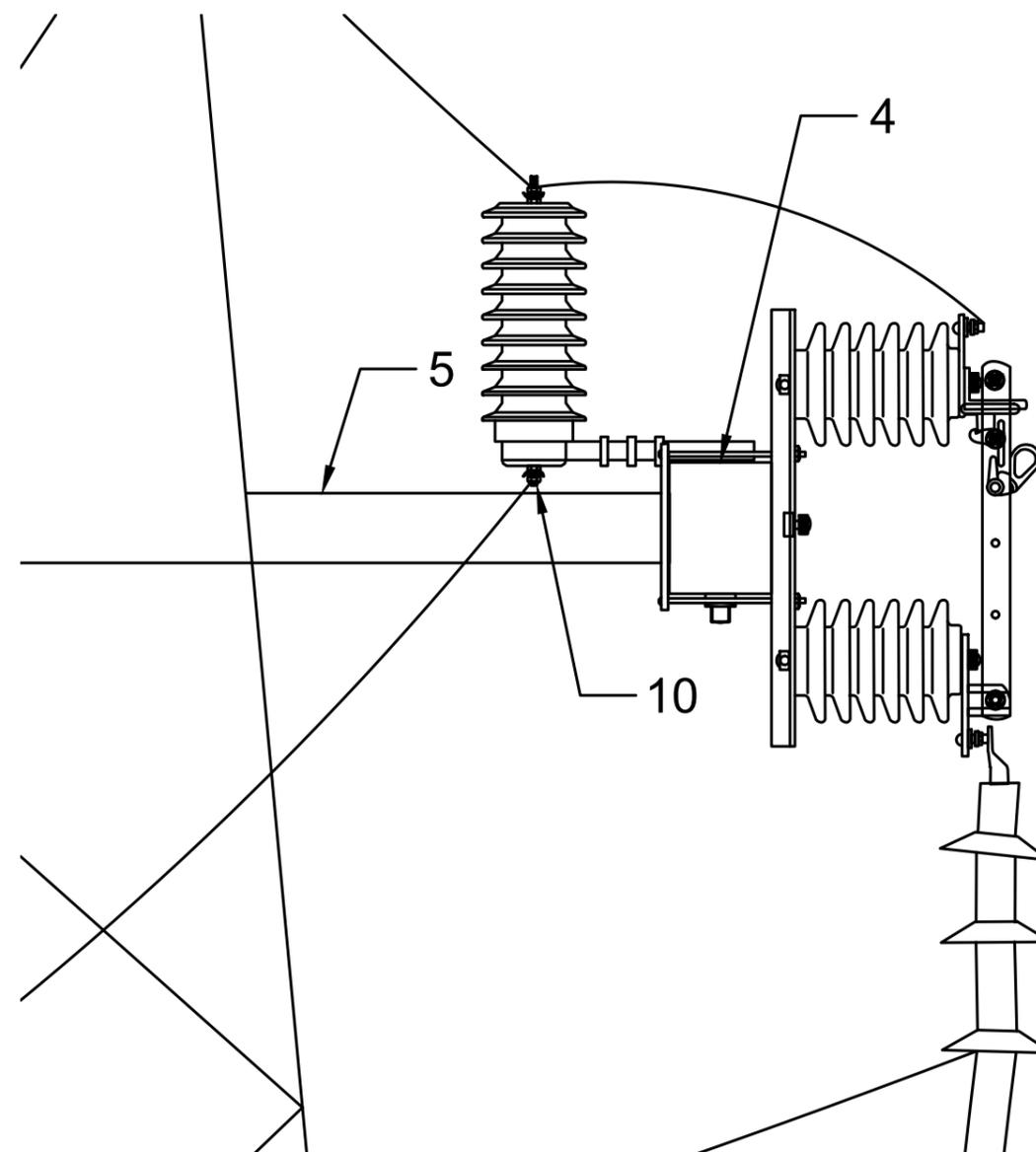
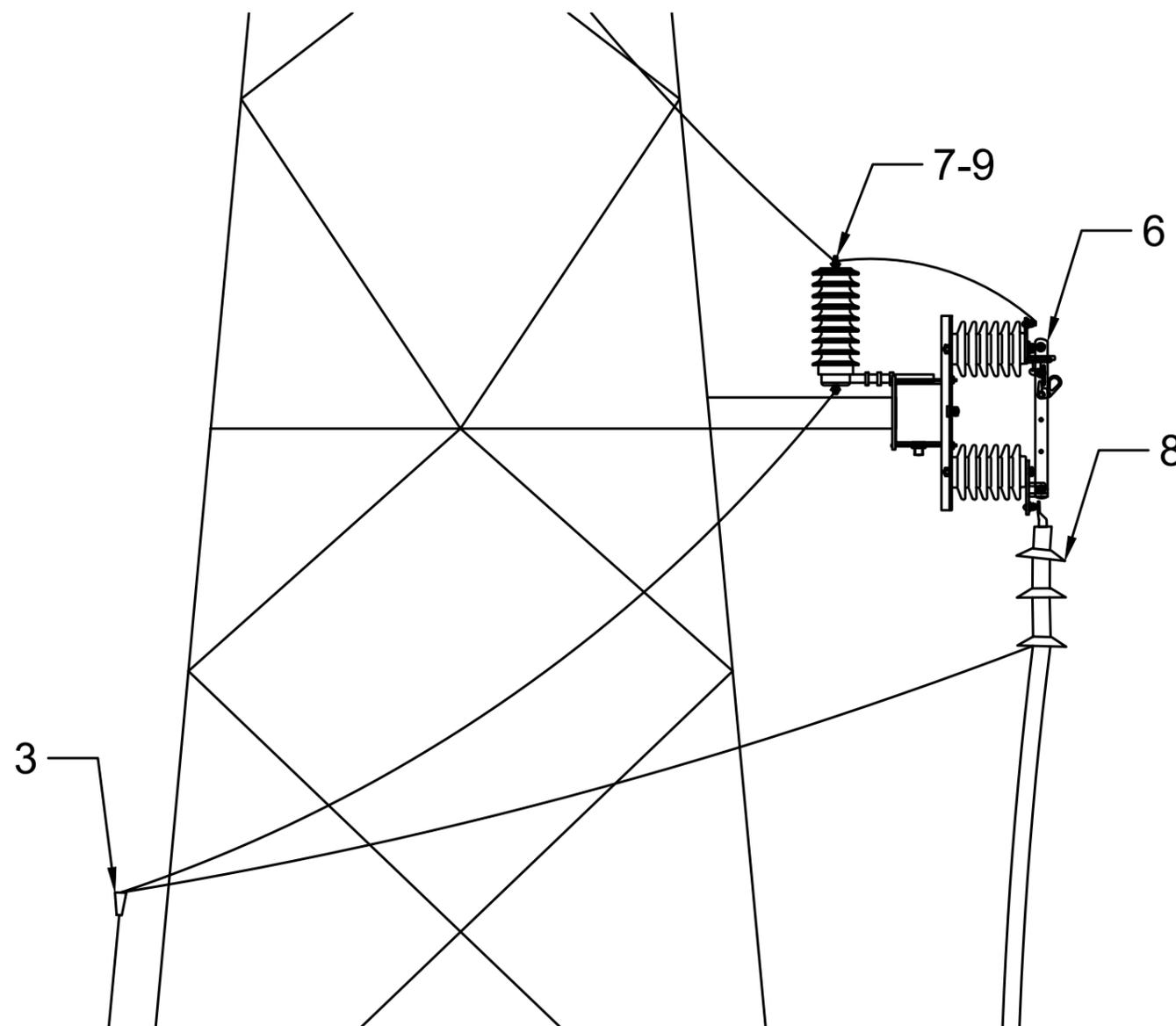


Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Acometida aérea-subterránea			Código de plano: PFC-2203D-MT-04
					
	Unidades: mm				
					Hoja 2 de 4

Detalle C Zona media de la acometida

Escala:1:10

Escala:1:5



Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	 UTN FRCU
	Dibujó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<h3 style="margin: 0;">Acometida aérea-subterránea</h3>			Código de plano: PFC-2203D-MT-04
					Hoja 3 de 4
	Unidades: mm				

Listado y codificación de elementos de la acometida aérea-subterránea

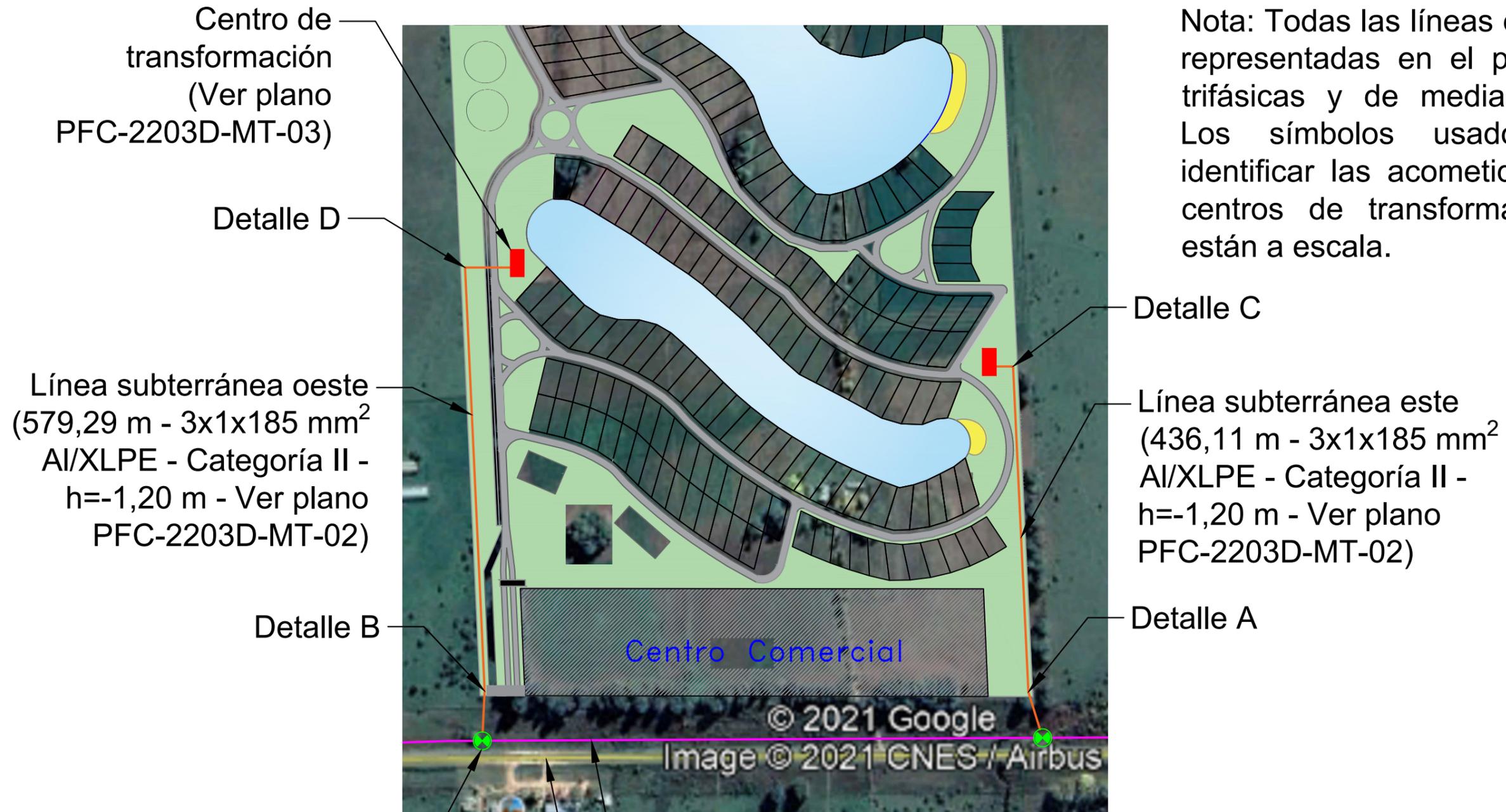
Ítem	Descripción	Cantidad	Código	
			Línea este	Línea oeste
1	Conductor aéreo	40 m	MT-CA-01	
2	Conector por presión de cuña tipo Ampact	6 u.	MT-CPA-01 a MT-CPA-03	MT-CPA-04 a MT-CPA-06
3	Conector por presión de cuña tipo UDC	8 u.	MT-CPU-01 a MT-CPU-04	MT-CPU-05 a MT-CPU-08
4	Cruceta central	2 u.	MT-C-01	MT-C-02
5	Brazo recto	4 u.	MT-B-01 y MT-B-02	MT-B-03 y MT-B-04
6	Seccionador	6 u.	MT-S-01 a MT-S-03	MT-S-04 a MT-S-06
7	Descargador	6 u.	MT-D-01 a MT-D-03	MT-D-04 a MT-D-06
8	Terminal termocontraible	30 u.	MT-TT-01 a MT-TT-15	MT-TT-16 a MT-TT-30
9	Terminal de indentar	26 u.	MT-TI-01 a MT-TI-13	MT-TI-14 a MT-TI-26
10	Malla flexible	0,60 m	MT-MF-01	
11	Chapa de protección	6 m		

Nota: Las cantidades especificadas para cada ítem corresponden a las necesarias para la concreción de las dos líneas subterráneas de media tensión.

Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Revisó	18/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Acometida aérea-subterránea			Código de plano: PFC-2203D-MT-04
					Hoja 4 de 4
	Unidades: -				

**Vista aérea del predio con traza de LSMT
Escala: 1:5000**

Nota: Todas las líneas eléctricas representadas en el plano son trifásicas y de media tensión. Los símbolos usados para identificar las acometidas y los centros de transformación no están a escala.



Centro de transformación
(Ver plano PFC-2203D-MT-03)

Detalle D

Línea subterránea oeste
(579,29 m - 3x1x185 mm²
Al/XLPE - Categoría II -
h=-1,20 m - Ver plano
PFC-2203D-MT-02)

Detalle B

Acometida aérea-subterránea
(Ver plano PFC-2203D-MT-04)

Centro Comercial

Alimentador aéreo de la distribuidora

Ruta Provincial 39
(km 142)

Detalle C

Línea subterránea este
(436,11 m - 3x1x185 mm²
Al/XLPE - Categoría II -
h=-1,20 m - Ver plano
PFC-2203D-MT-02)

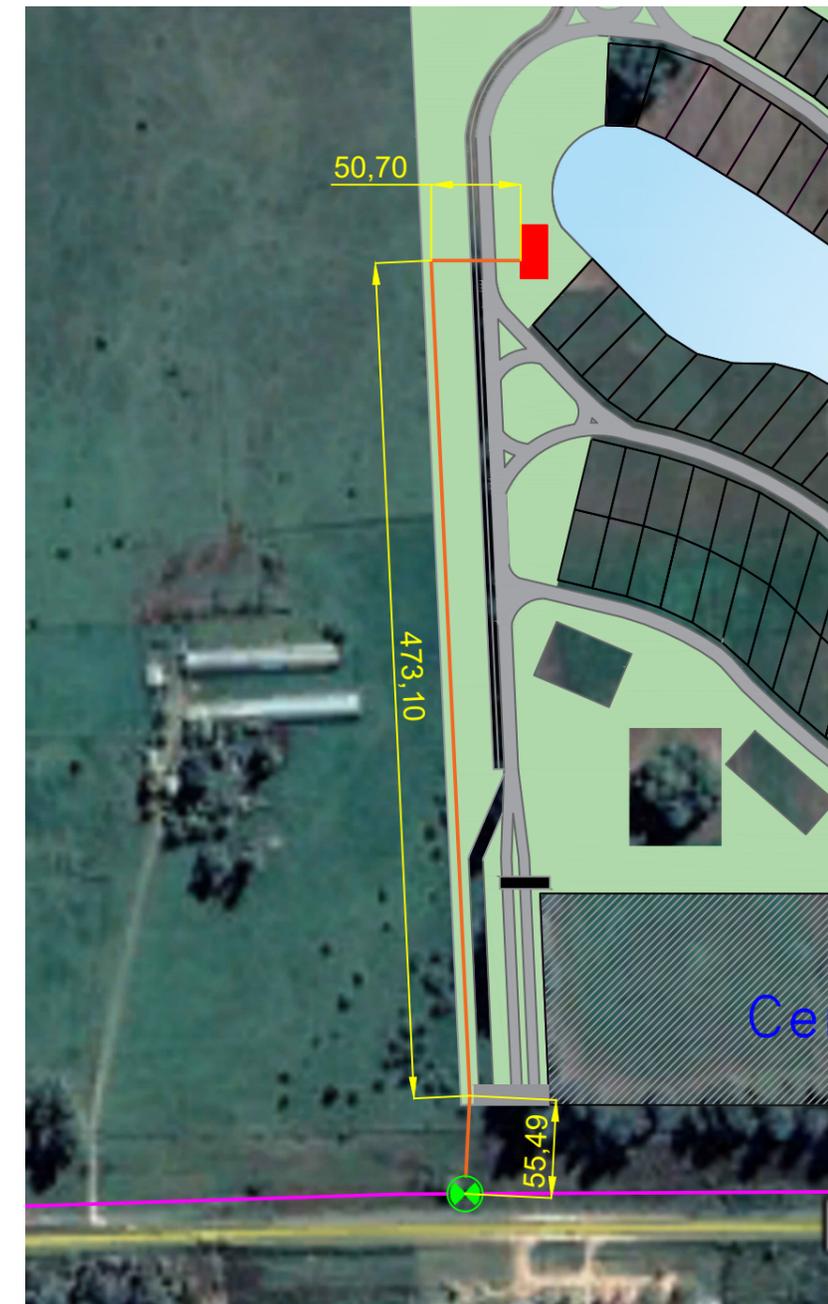
Detalle A

Observaciones:	Dibujó	22/08/22	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon		
	Revisó	22/08/22	F. Zorzenon			
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten			
	Escala: -	<p align="center">Traza de LSMT</p>				
	Código de plano: PFC-2203D-MT-05					
Unidades: m	Hoja 1 de 4					

Dimensiones de la línea subterránea este
Escala: 1:3000



Dimensiones de la línea subterránea oeste
Escala: 1:4000



Nota: Cada línea esta dividida en tres segmentos de diferente orientación. El primero va desde la acometida hasta el primer punto de quiebre, el segundo desde el primer punto de quiebre hasta el segundo y el tercero desde el segundo punto de quiebre hasta el centro de transformación.

Observaciones:	Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	F. Zorzenon		
	Revisó	F. Zorzenon		
Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<p style="text-align: center;">Traza de LSMT</p>		Código de plano: PFC-2203D-MT-05
				
	Unidades: m			

Detalle A
Ubicación del primer punto de quiebre de la línea subterránea este
Escala: 1:800

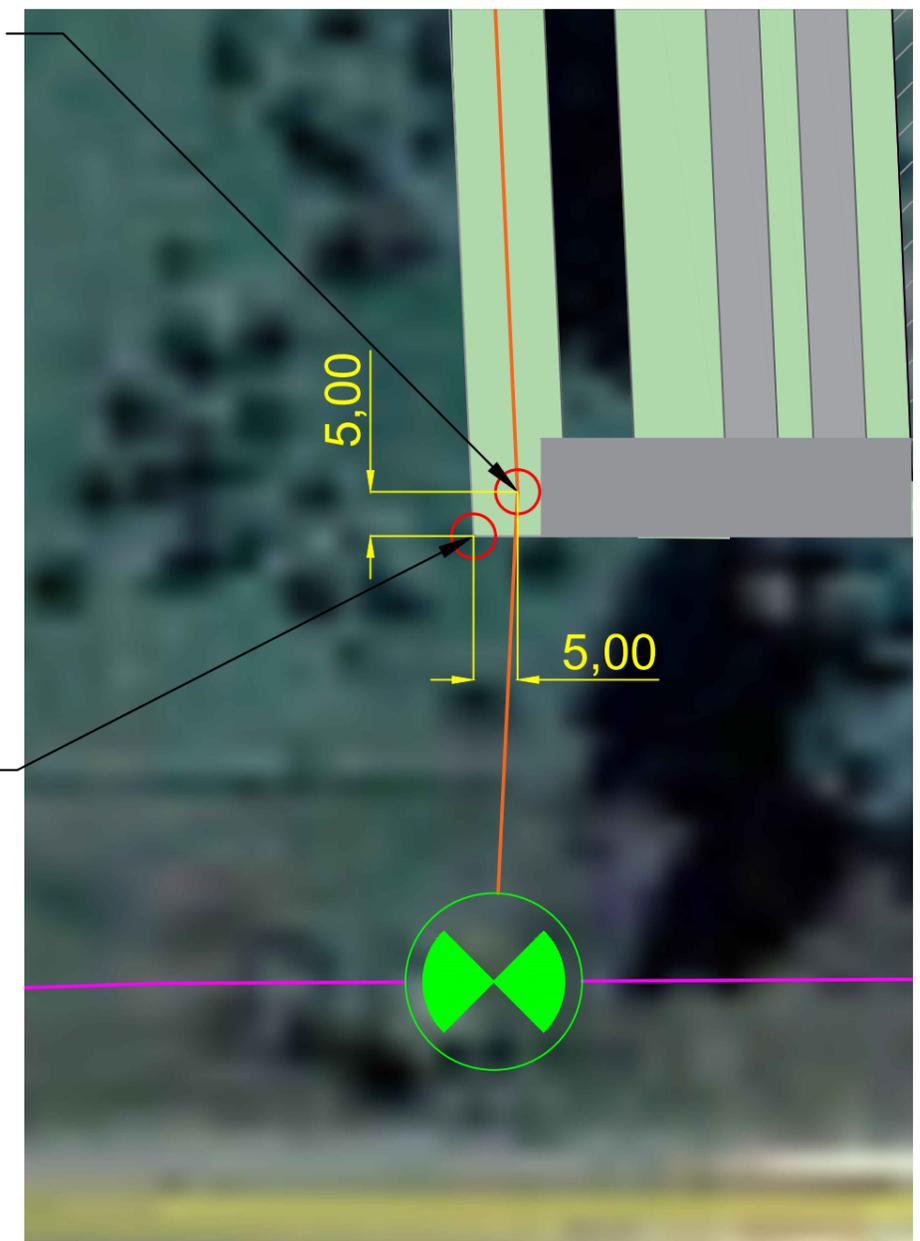


Primer punto de quiebre (cambio de dirección) de la LSMT respectiva

Esquina sur-oeste del terreno

Esquina sur-este del terreno

Detalle B
Ubicación del primer punto de quiebre de la línea subterránea oeste
Escala: 1:800



Primer punto de quiebre (cambio de dirección) de la LSMT respectiva

Esquina sur-oeste del terreno

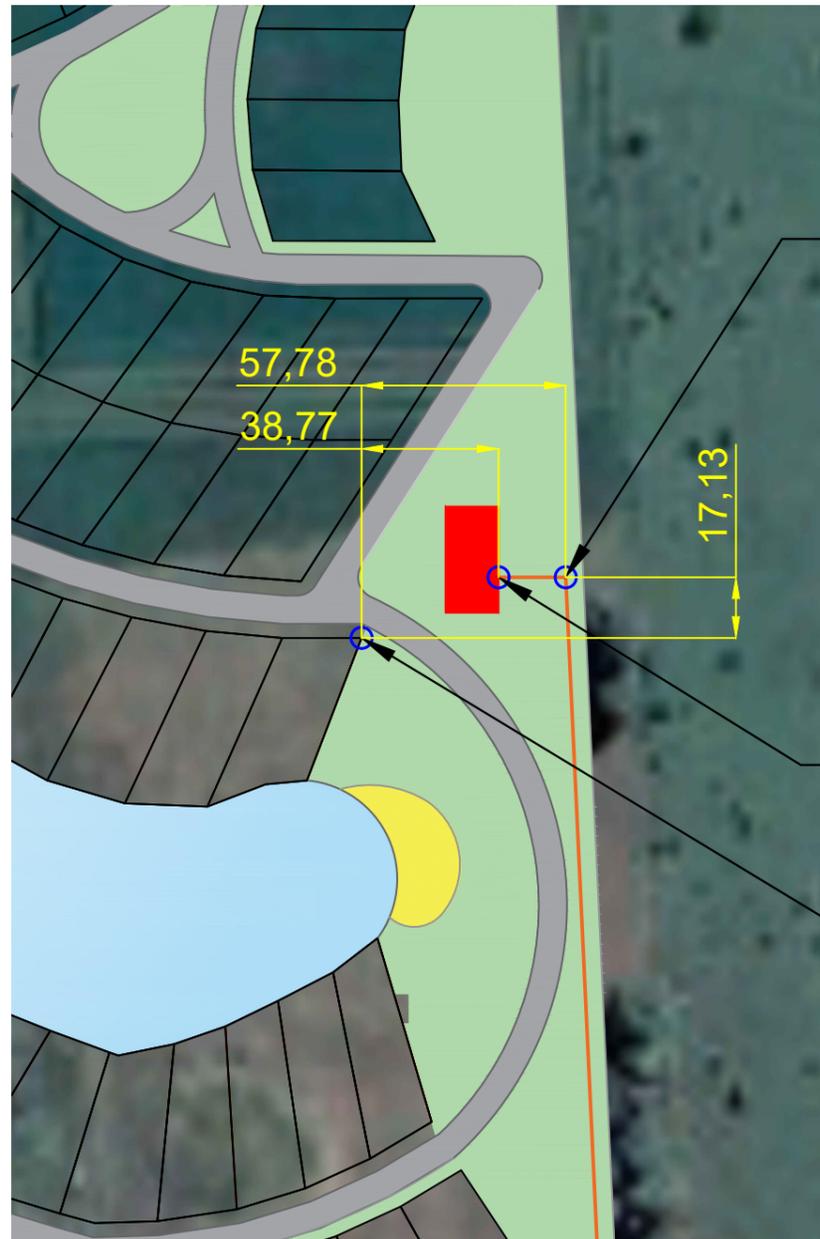
Esquina sur-este del terreno

Nota: Las posiciones de los cambios de dirección mostrados en el plano son referidas a las esquinas del terreno por ser los puntos fijos que más cerca se encuentran.

Observaciones:	Dibujó	22/08/22	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	22/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Traza de LSMT			Código de plano: PFC-2203D-MT-05
					
	Unidades: m				Hoja 3 de 4

Detalle C

Ubicación del segundo punto de quiebre y del punto de llegada al centro de la línea subterránea este
Escala: 1:2000



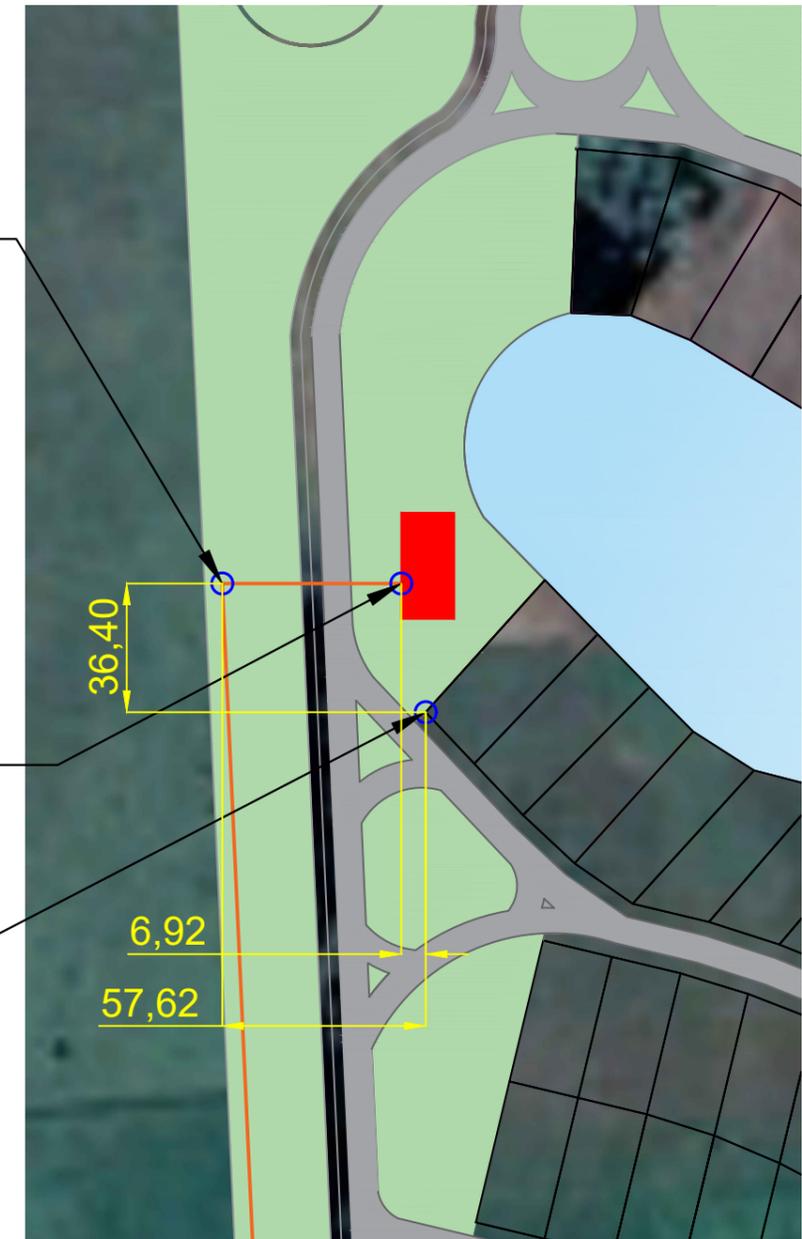
Segundo punto de quiebre (cambio de dirección) de la LSMT respectiva

Punto de llegada al centro de transformación

Esquina de parcela más próxima

Detalle D

Ubicación del segundo punto de quiebre y del punto de llegada al centro de la línea subterránea oeste
Escala: 1:2000



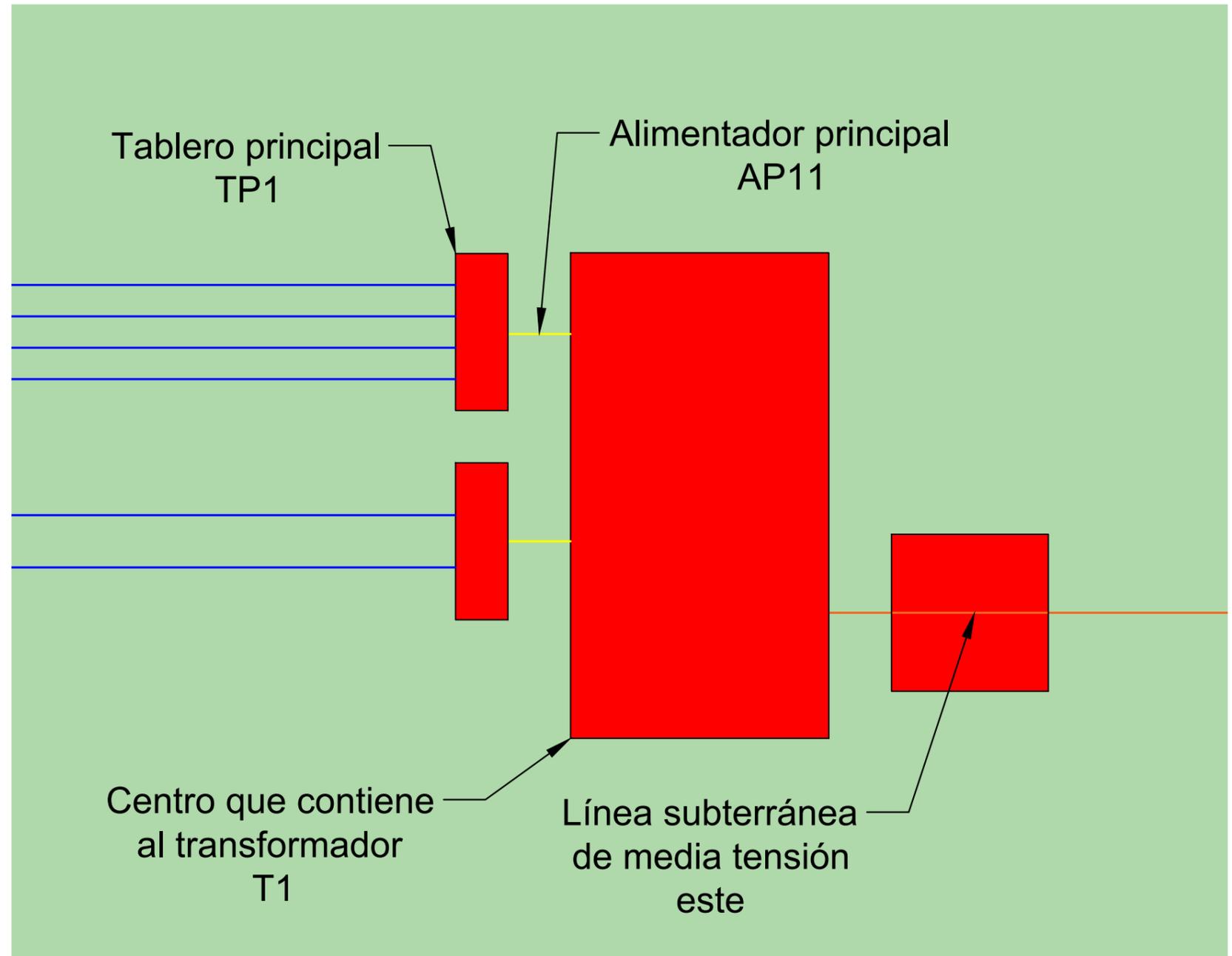
Nota: Las posiciones de los cambios de dirección y puntos de llegada mostrados en el plano son referidas a esquinas de parcelas por ser los puntos fijos que más cerca se encuentran.

Observaciones:	Dibujó	22/08/22	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	22/08/22	F. Zorzenon		
	Aprobó	19/09/22	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<h2>Traza de LSMT</h2>			Código de plano: PFC-2203D-MT-05
					
	Unidades: m				Hoja 4 de 4

**Recorrido del alimentador principal AP11
(T1-TP1 / l = 4,50 m)
Escala: 1:50**

Listado de tramos componentes

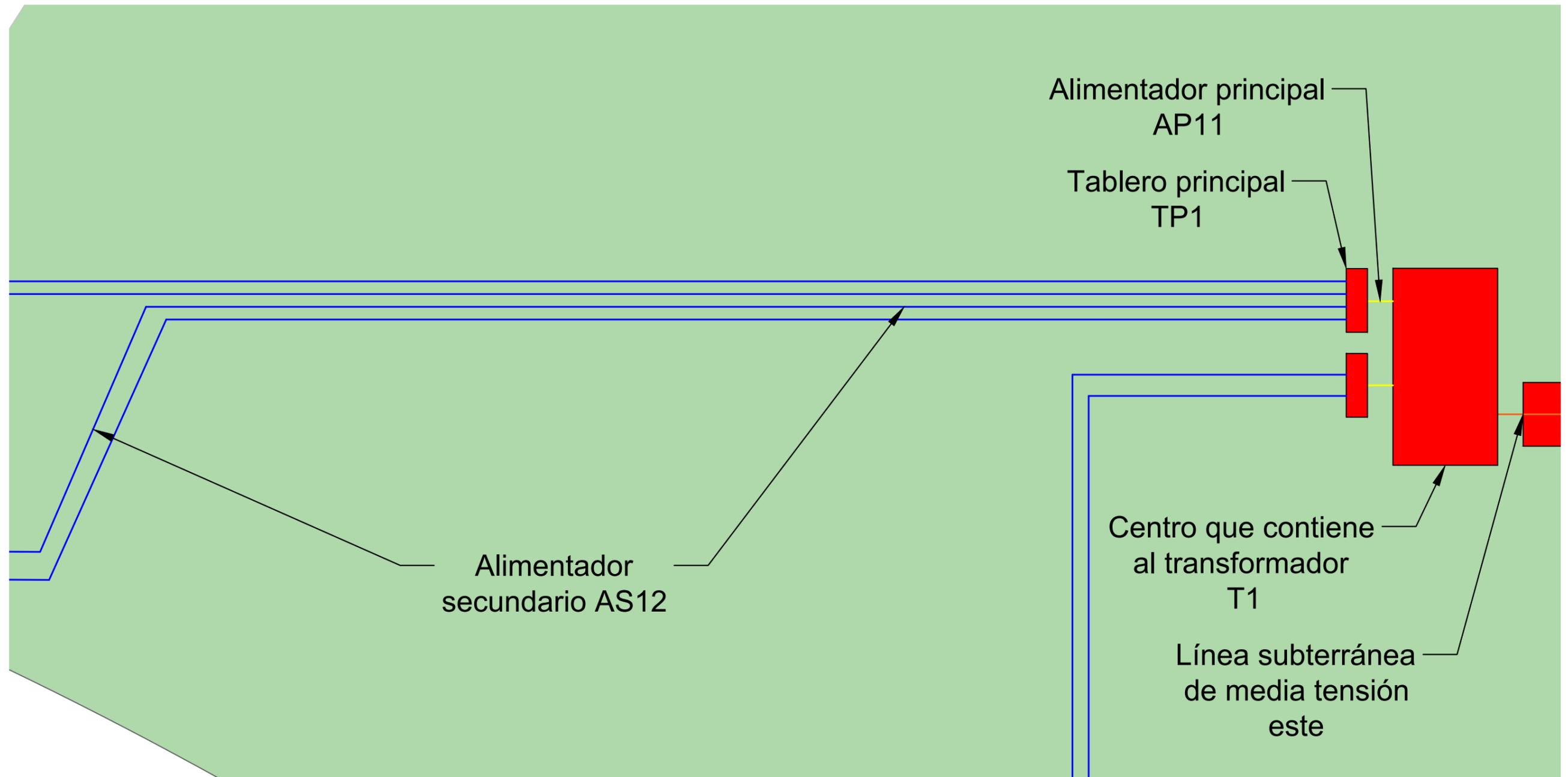
- Alimentador principal AP11
- Alimentador secundario AS12
- Distribuidor D21
- Distribuidor D22
- Alimentador de iluminación AI22
- Distribuidor de iluminación DI21
- Distribuidor de iluminación DI22
- Cierre entre alimentadores secundarios C AS11-AS12
- Cierre entre distribuidores C D11-D21
- Cierre entre distribuidores C D22-D71



Nota: La combinación mostrada en los esquemas, perteneciente a la línea este, abastece a 11 parcelas (14 a 24) y a 4 luminarias. Por más información sobre la nomenclatura utilizada, ver el punto 3.2 de la IB LSBT.

Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
Unidades: m				Hoja 1 de 17	

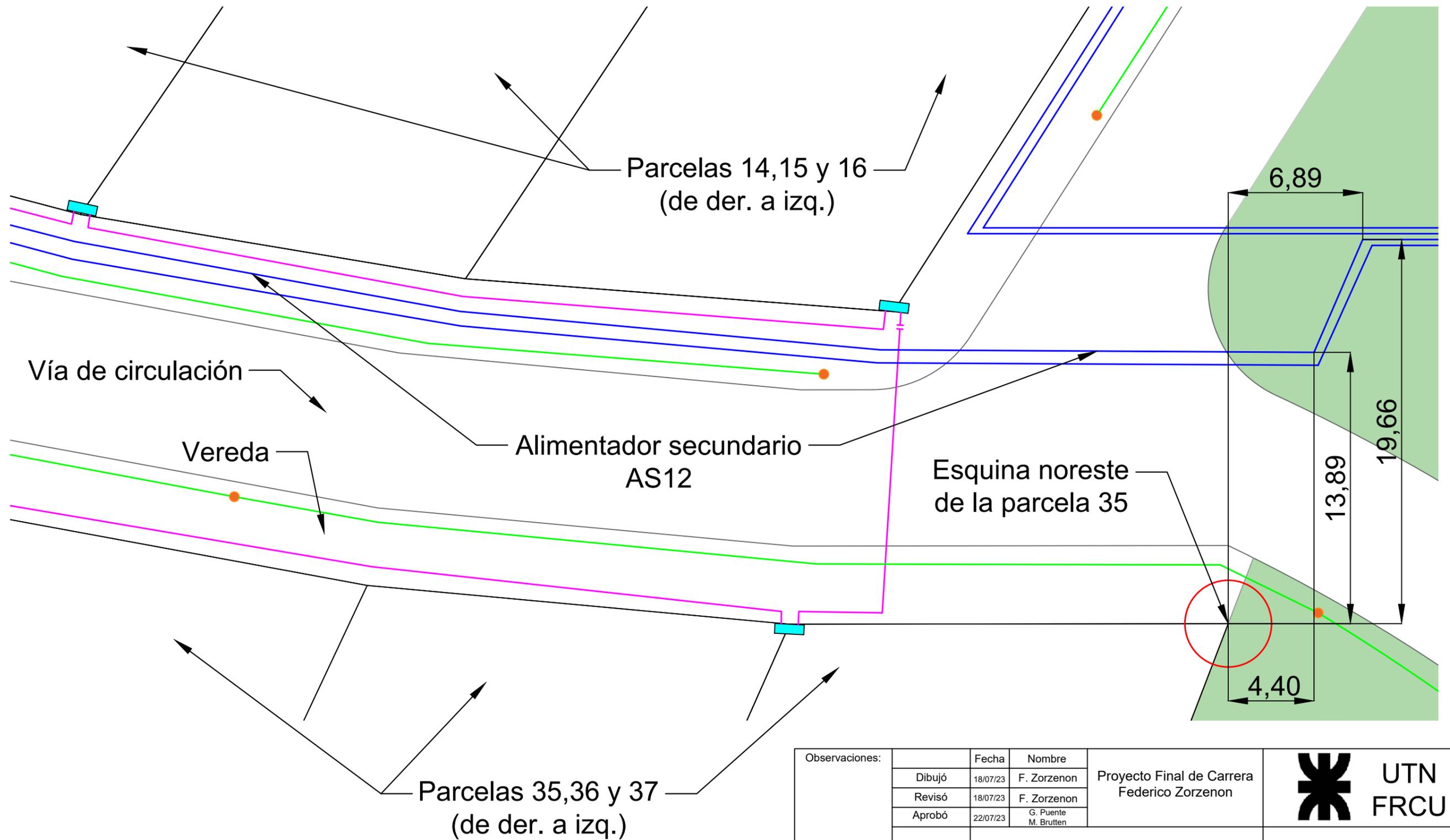
**Recorrido del alimentador secundario AS12
(TP1-TS2 / l = 159,62 m / Esquema 1 de 3)
Escala: 1:100**



Nota: Por más información sobre las dimensiones y los elementos que componen a las zanjas y a los tableros principales, ver los planos PFC-2203D-BT-02 y PFC-2203D-BT-03.

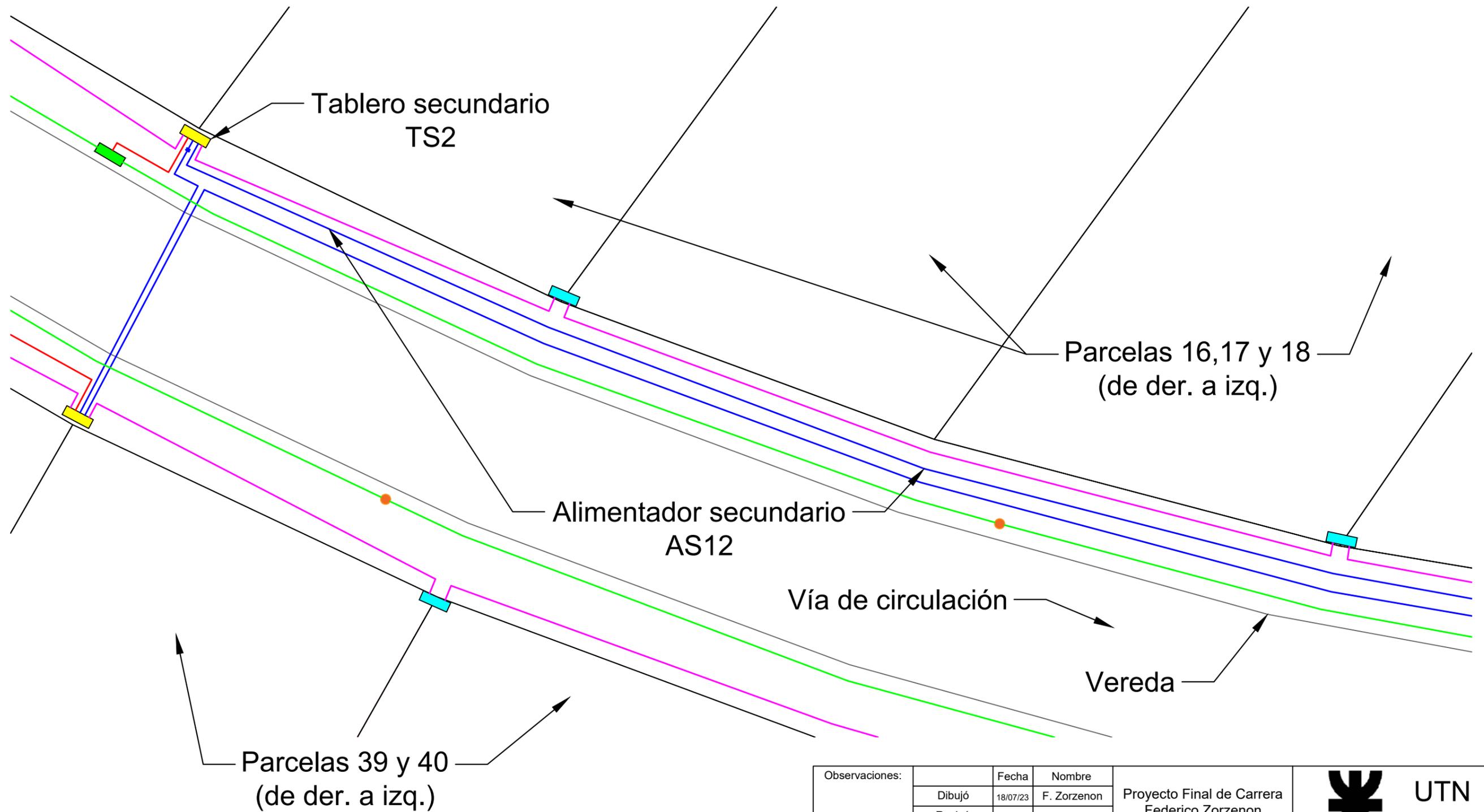
Observaciones:	Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon		
	Dibujó	18/07/23			F. Zorzenon
	Revisó	18/07/23			F. Zorzenon
	Aprobó	22/07/23			G. Puente M. Brütten
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos		Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
				Hoja 2 de 17	
	Unidades: m				

Recorrido del alimentador secundario AS12
 (TP1-TS2 / l = 159,62 m / Esquema 2 de 3)
 Escala: 1:200

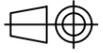


Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
Unidades: m				Hoja 3 de 17	

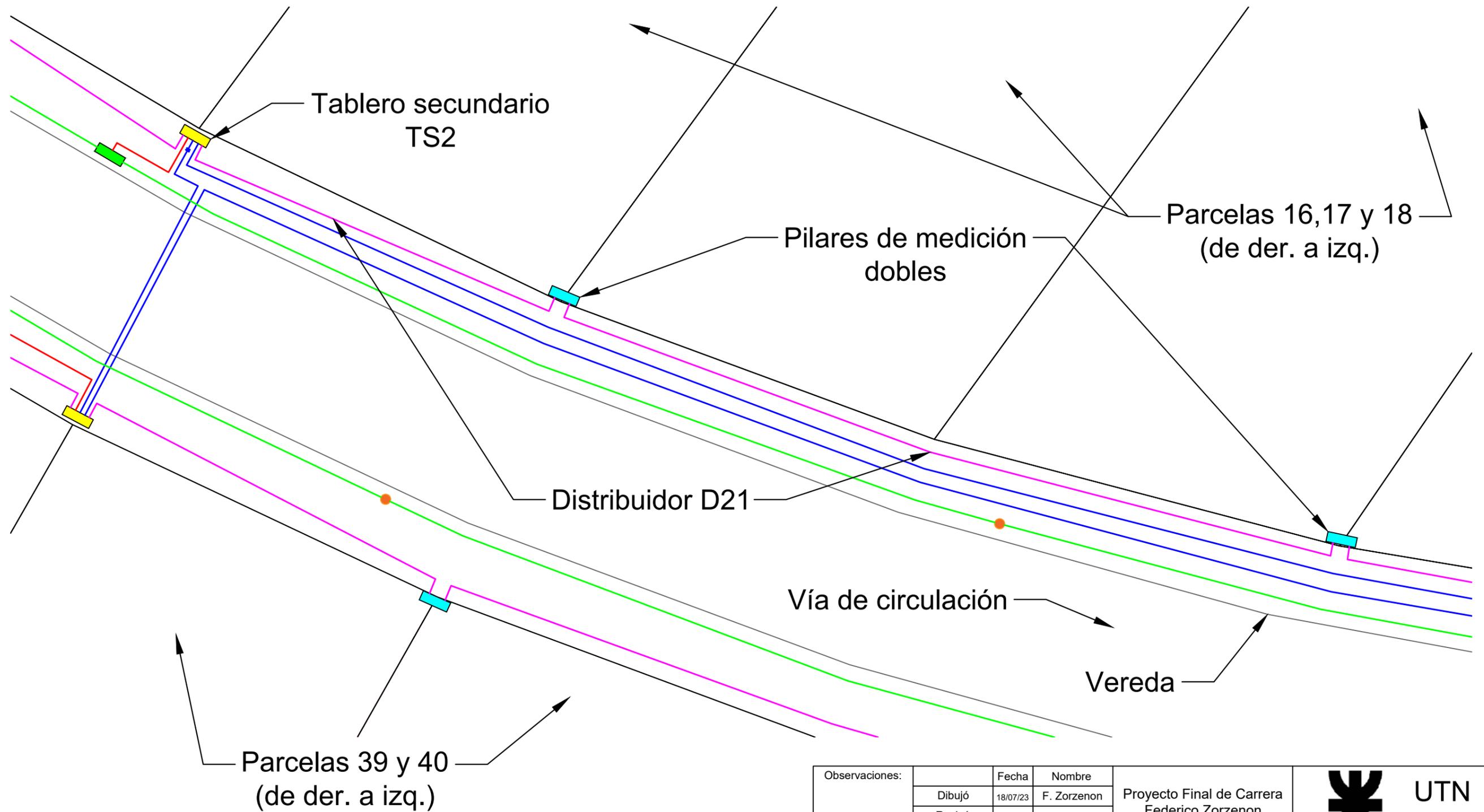
**Recorrido del alimentador secundario AS12
(TP1-TS2 / l = 159,62 m / Esquema 3 de 3)
Escala: 1:200**



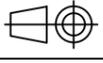
Nota: Por más información sobre las dimensiones y los elementos que componen a los tableros secundarios, ver el plano PFC-2203D-BT-03.

Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -			Disposición de elementos en una combinación de tramos	Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					Hoja 4 de 17
	Unidades: m				

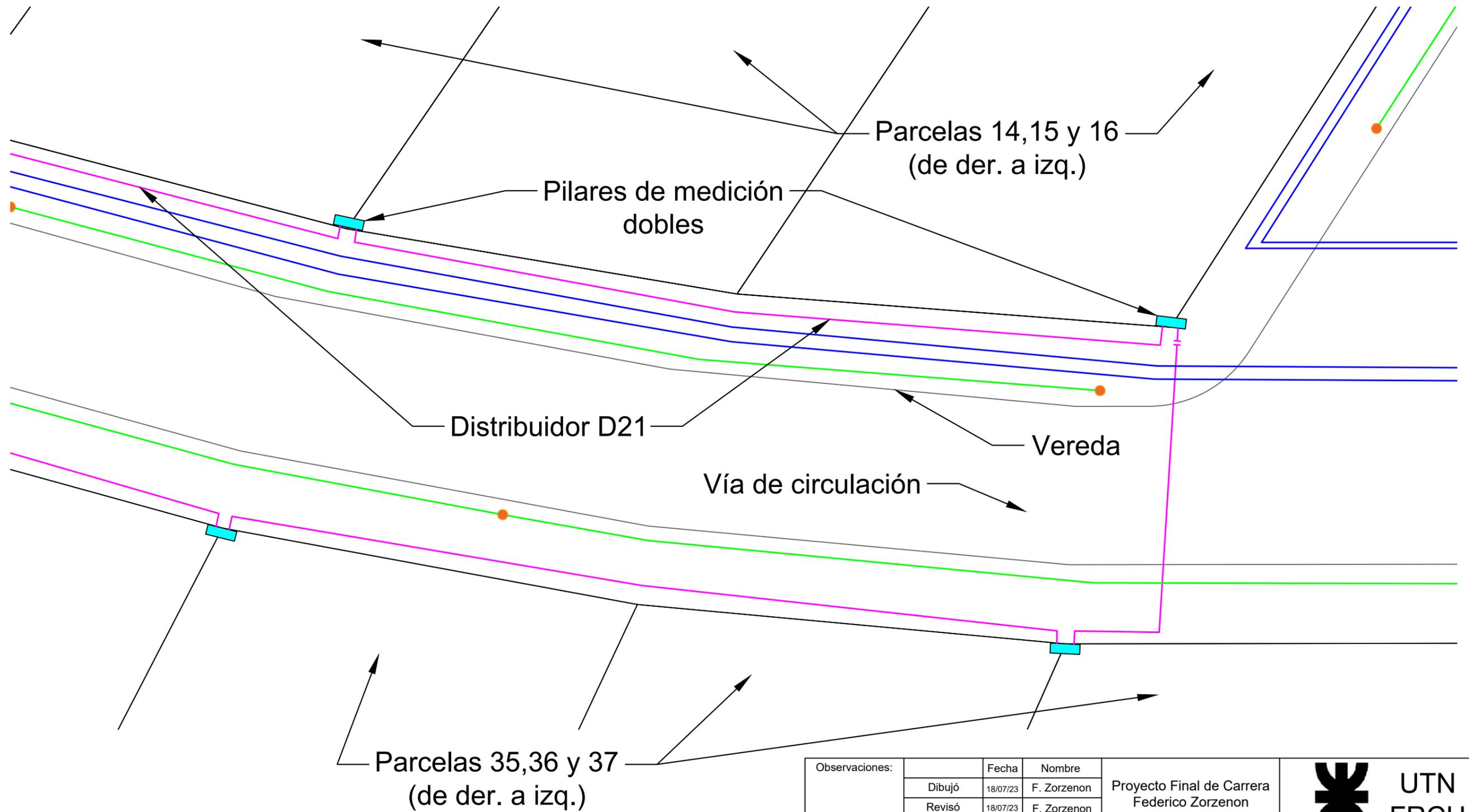
**Recorrido del distribuidor D21
(TS2-Salida n°1 / l = 100,76 m / Esquema 1 de 2)
Escala: 1:200**

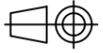


Nota: Por más información sobre las dimensiones y los elementos que componen a los pilares de medición, ver el plano PFC-2203D-BT-03.

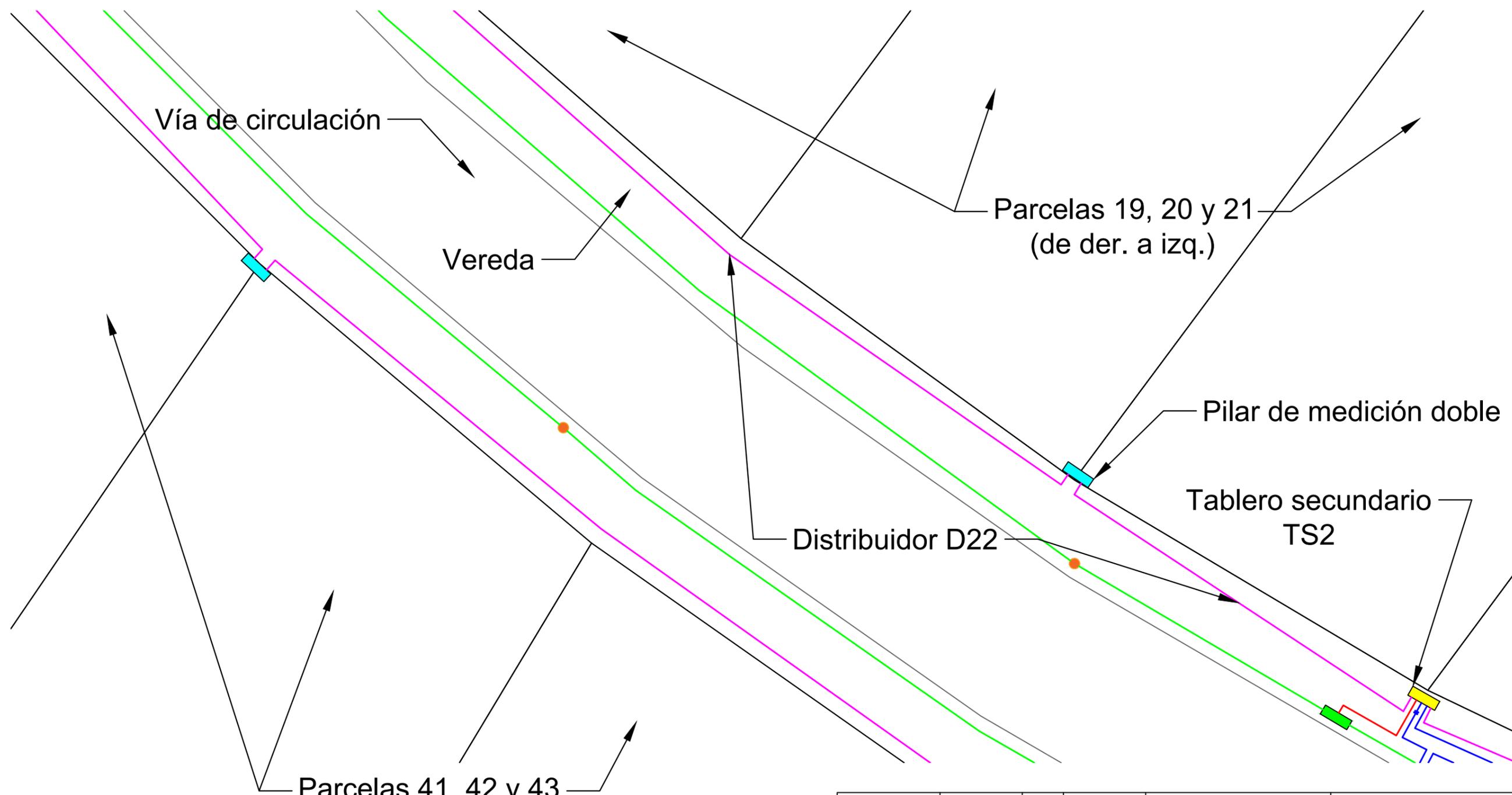
Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					
	Unidades: m				Hoja 5 de 17

**Recorrido del distribuidor D21
(TS2-Salida n°1 / l = 100,76 m / Esquema 2 de 2)
Escala: 1:200**



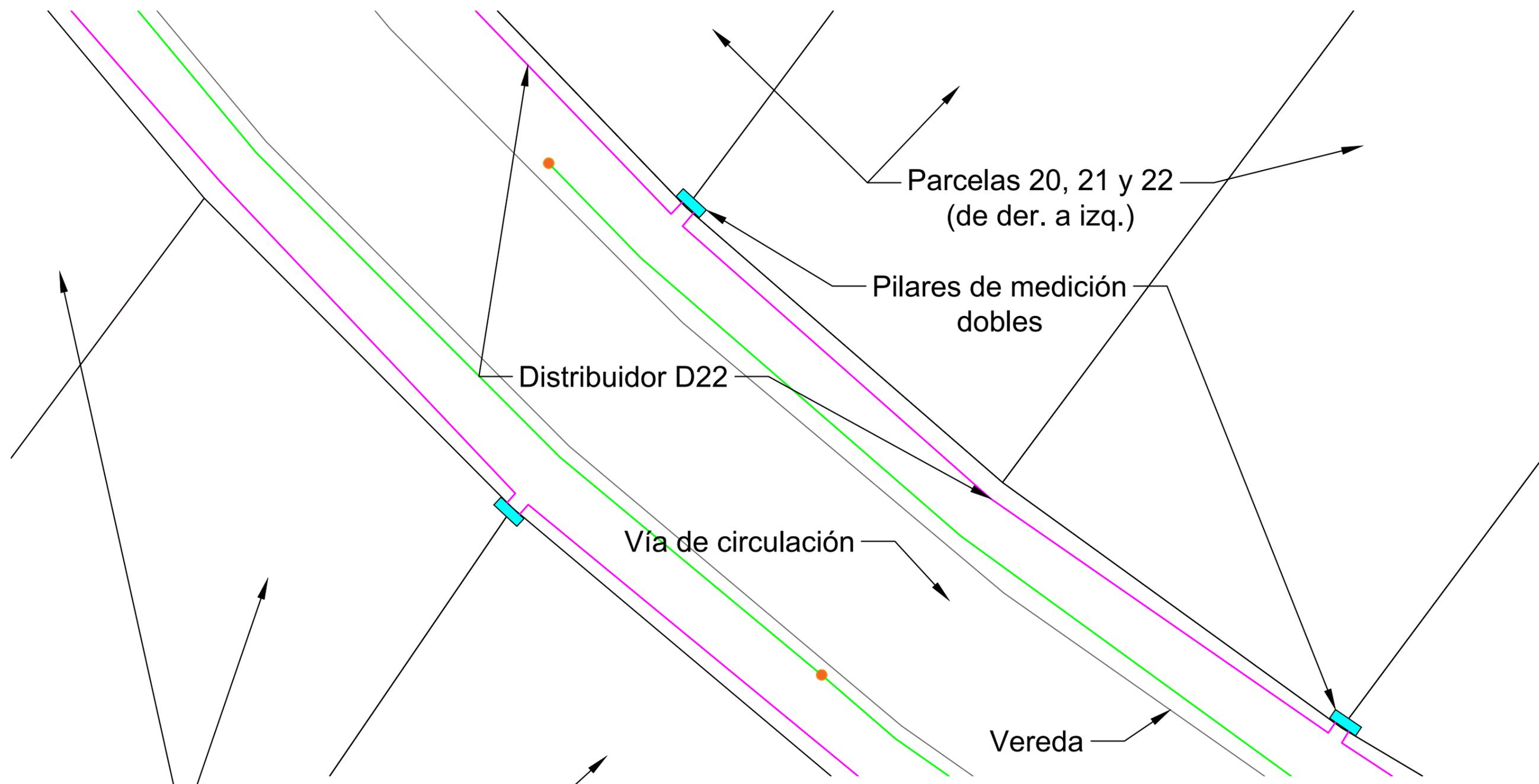
Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
				Hoja 6 de 17	
Unidades: m					

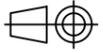
Recorrido del distribuidor D22
(TS2-Salida n°2 / l = 97,77 m / Esquema 1 de 3)
Escala: 1:200



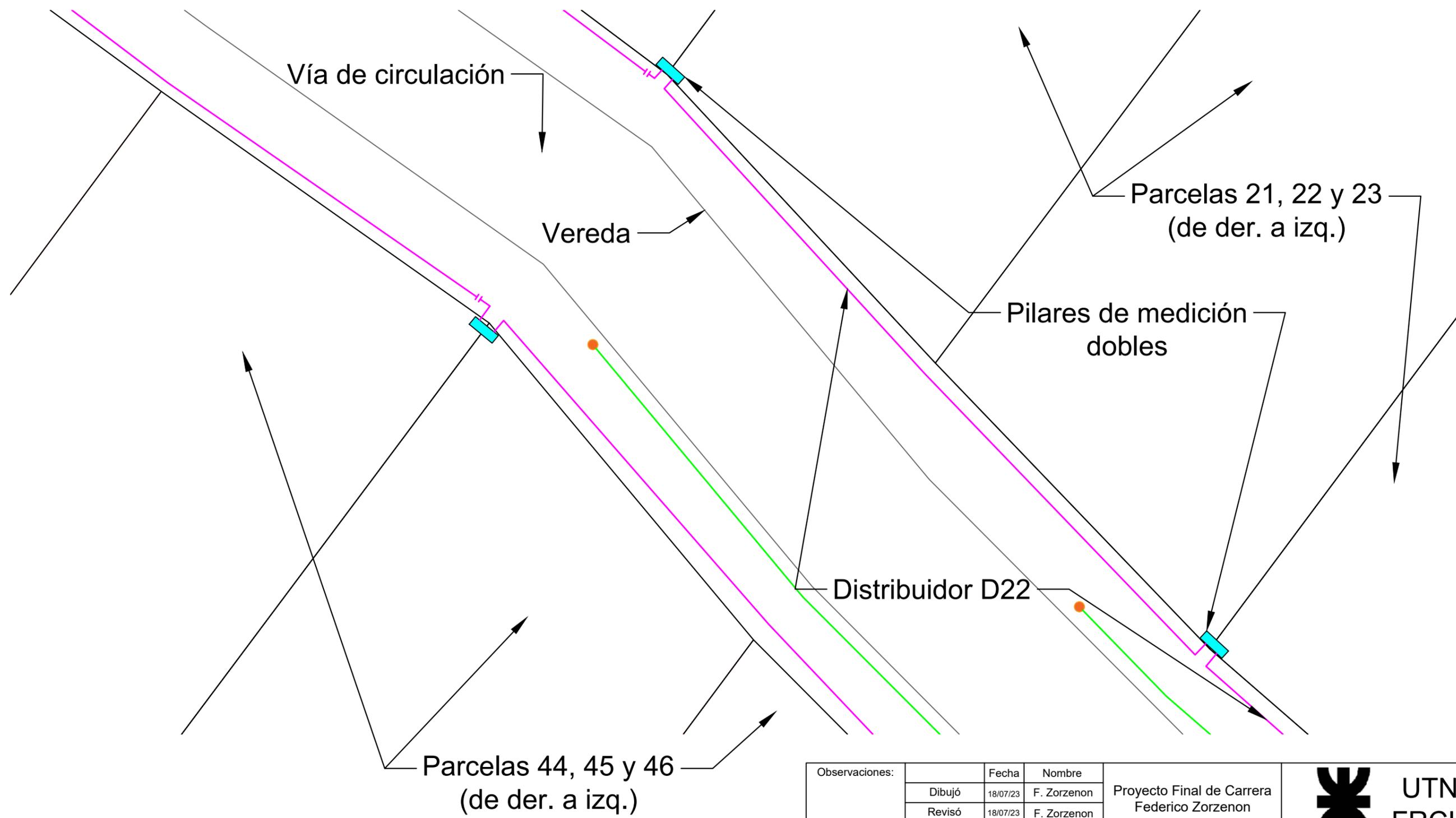
Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
				Hoja 7 de 17	
Unidades: m					

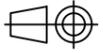
**Recorrido del distribuidor D22
(TS2-Salida n°2 / l = 97,77 m / Esquema 2 de 3)
Escala: 1:200**



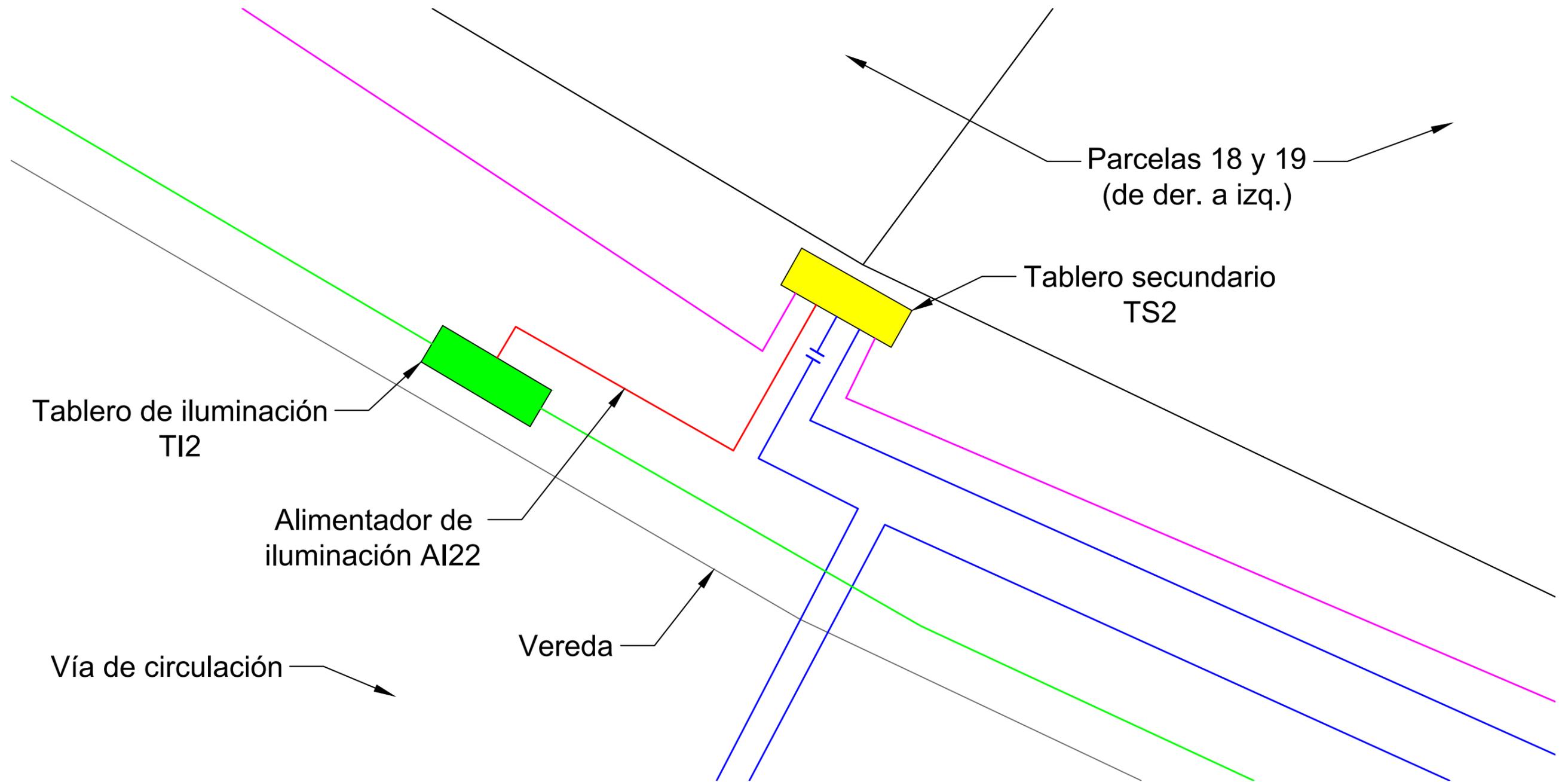
Observaciones:	Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	 UTN FRCU
	Dibujó	F. Zorzenon		
	Revisó	F. Zorzenon		
Aprobó	G. Puente M. Brütten			
Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
				
Unidades: m				

**Recorrido del distribuidor D22
(TS2-Salida n°2 / l = 97,77 m / Esquema 3 de 3)
Escala: 1:200**

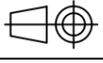


Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	 UTN FRCU
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
				Hoja 9 de 17	
Unidades: m					

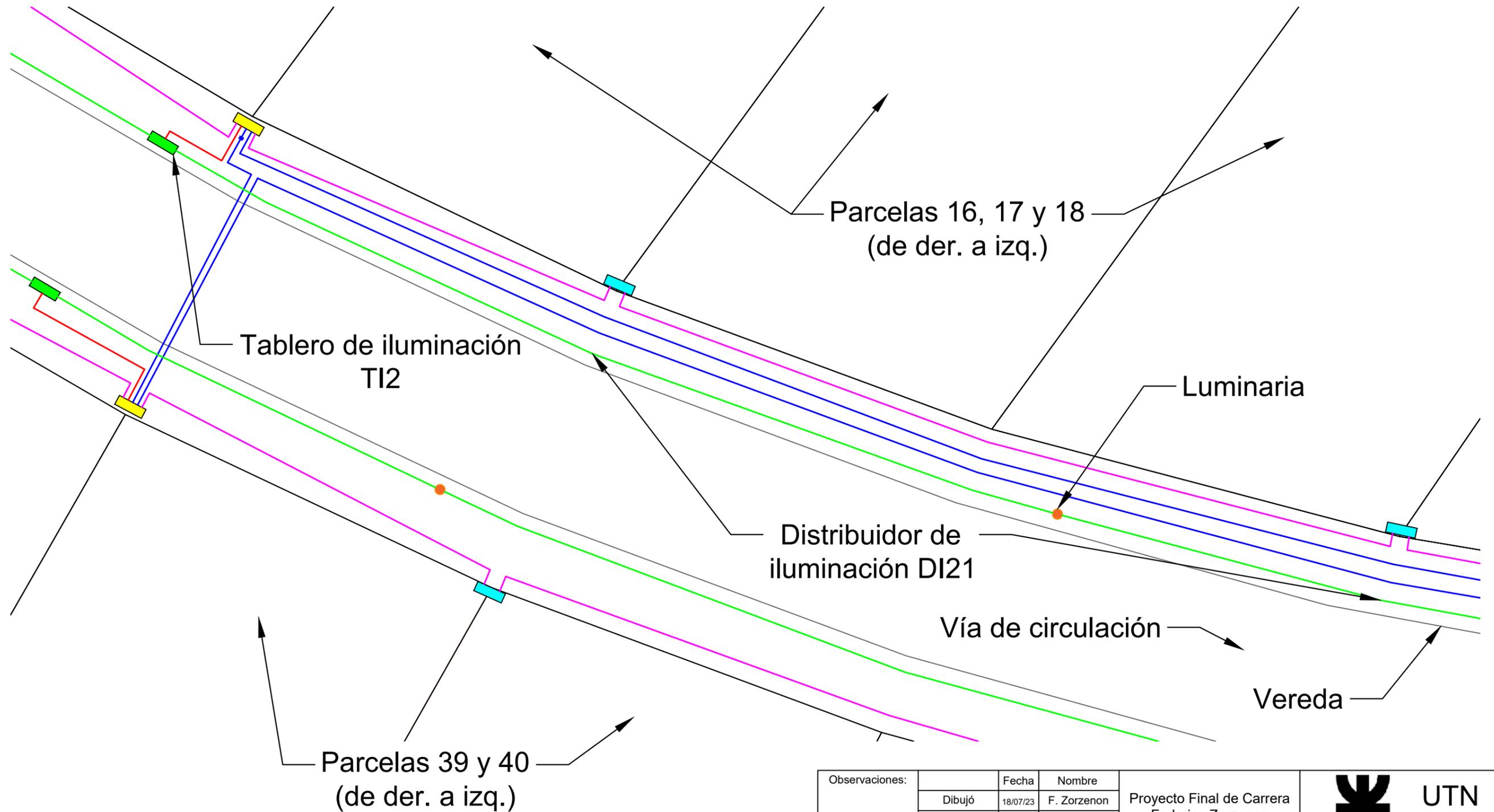
**Recorrido del alimentador de iluminación AI22
(TS2-TI2 / l = 5,38 m)
Escala: 1:50**



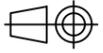
Nota: Por más información sobre las dimensiones y los elementos que componen a los tableros de iluminación, ver el plano PFC-2203D-BT-03.

Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					
	Unidades: m				Hoja 10 de 17

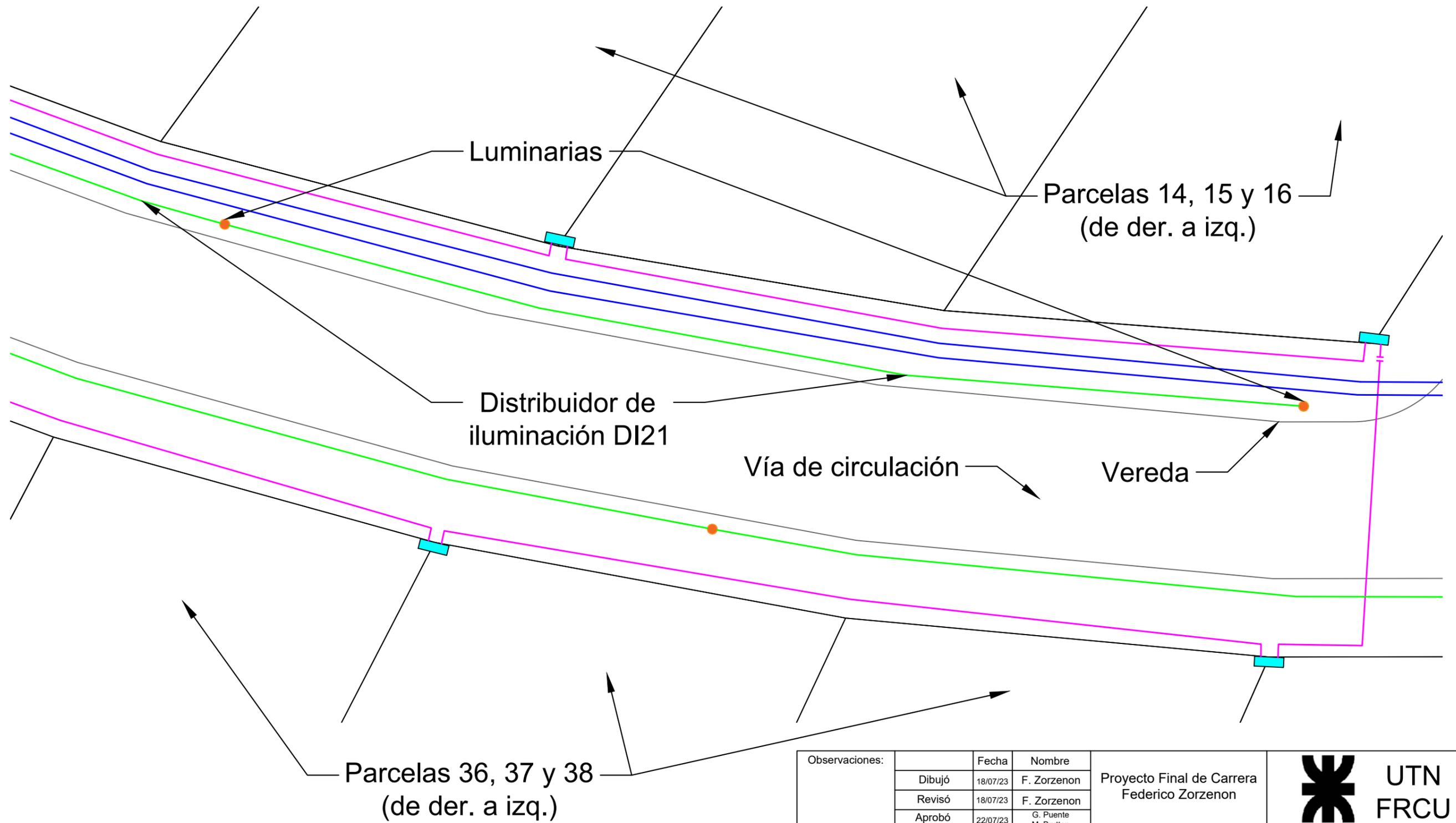
**Recorrido del distribuidor de iluminación DI21
(TI2-Salida n°1 / l = 103,62 m / Esquema 1 de 2)
Escala: 1:200**

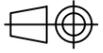


Nota: Por más información sobre las dimensiones y los elementos que componen a las luminarias, ver el plano PFC-2203D-BT-03.

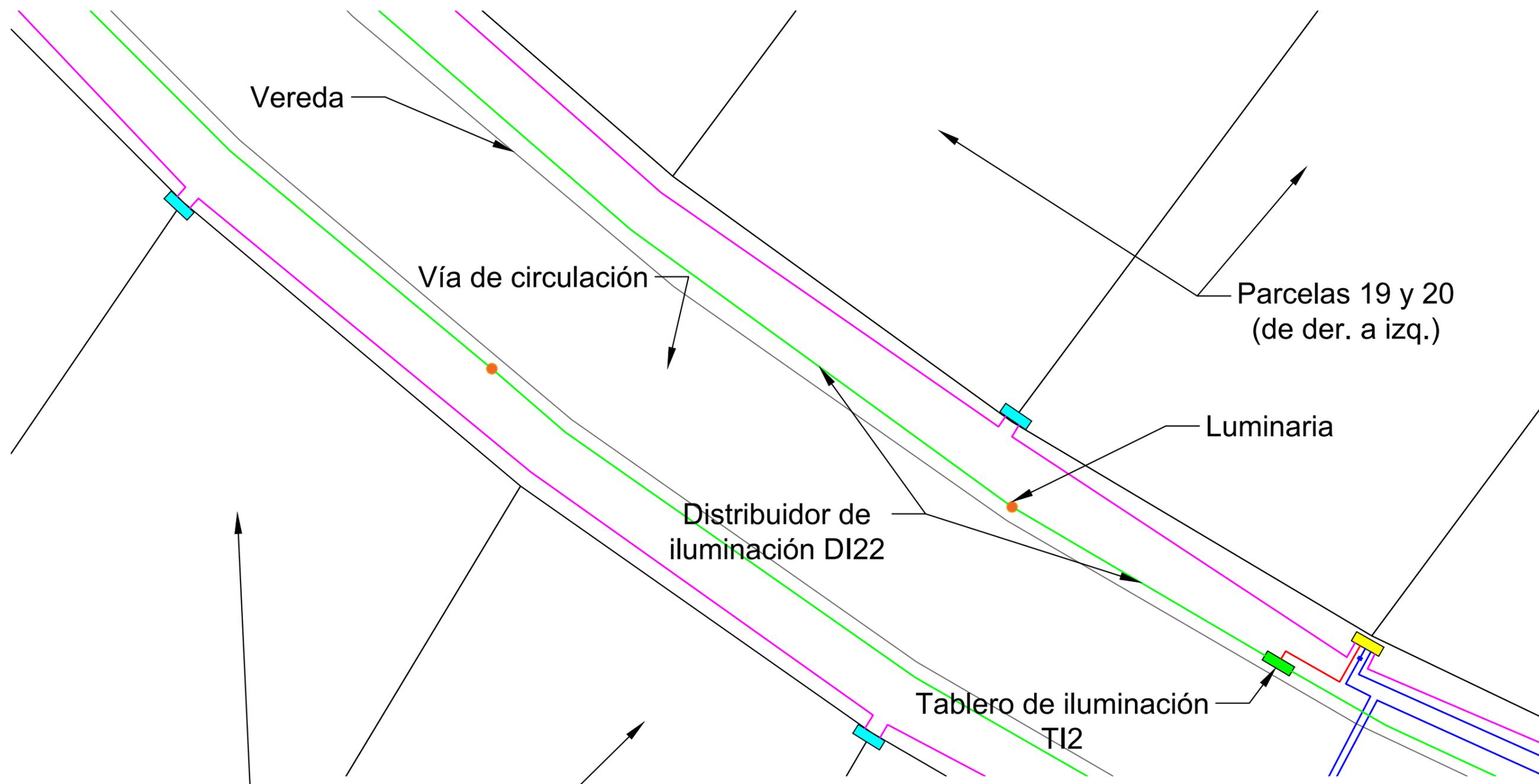
Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					
	Unidades: m				Hoja 11 de 17

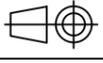
**Recorrido del distribuidor de iluminación DI21
(TI2-Salida n°1 / l = 103,62 m / Esquema 2 de 2)
Escala: 1:200**



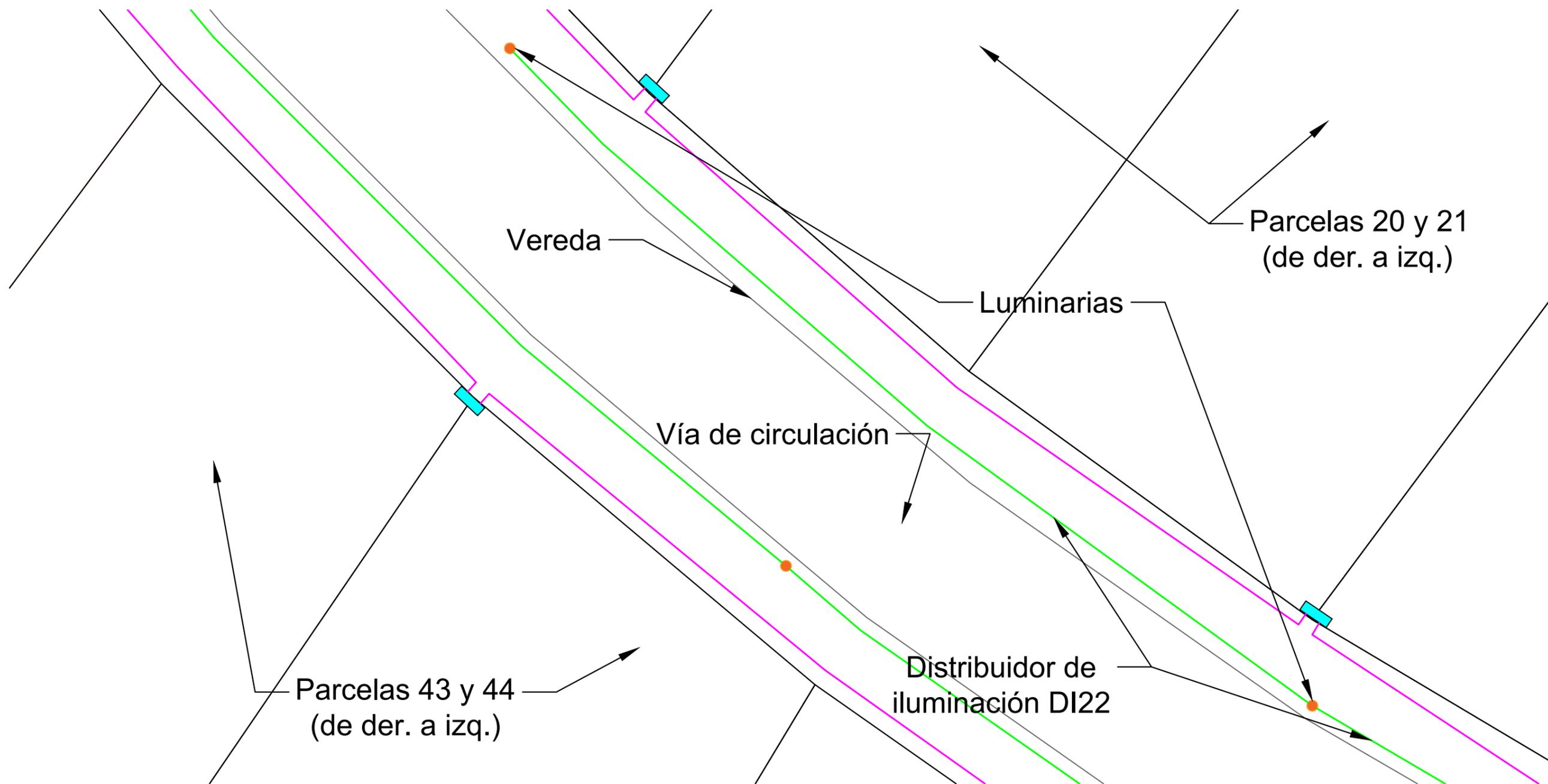
Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
				Hoja 12 de 17	
Unidades: m					

**Recorrido del distribuidor de iluminación DI22
(TI2-Salida n°2 / l = 63,07 m / Esquema 1 de 2)
Escala: 1:200**



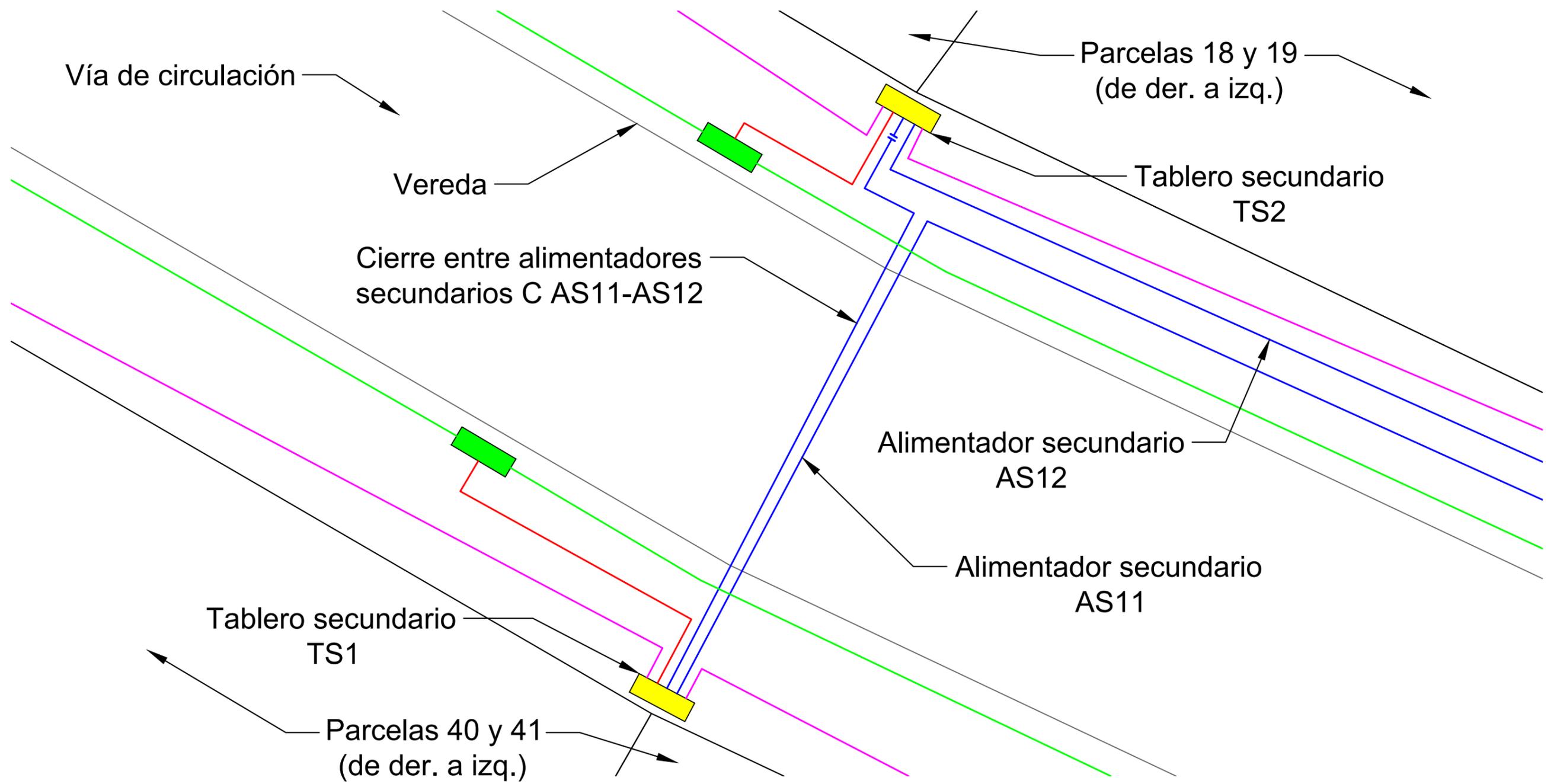
Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
	Unidades: m			Hoja 13 de 17	

**Recorrido del distribuidor de iluminación DI22
(TI2-Salida n°2 / l = 63,07 m / Esquema 2 de 2)
Escala: 1:200**

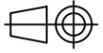


Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	 UTN FRCU
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos		Código de plano: PFC-2203D-BT-01	
	Unidades: m				Hoja 14 de 17

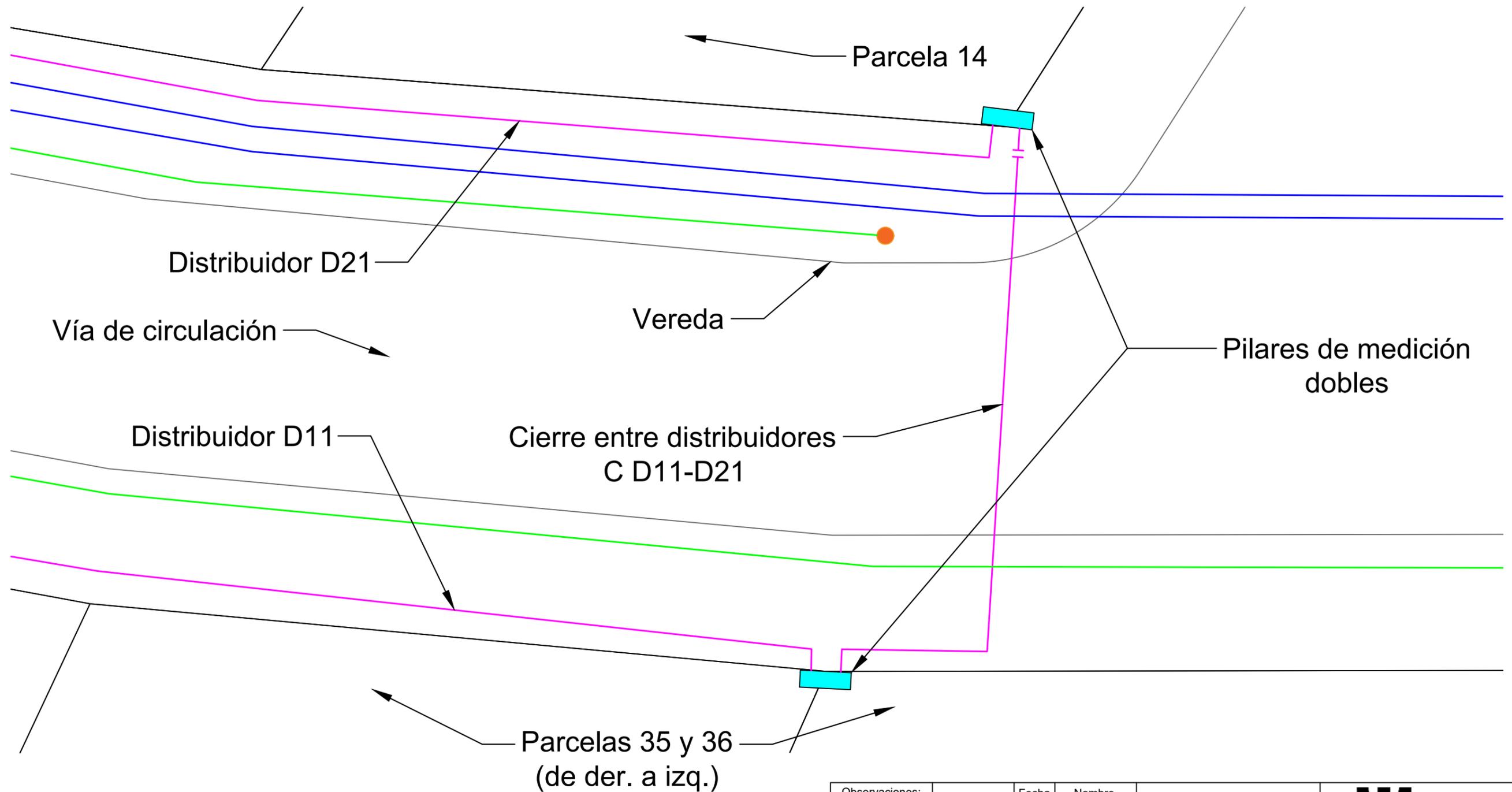
Recorrido del cierre entre alimentadores secundarios C AS11-AS12
(TS1-TS2 / l = 16,02 m)
Escala: 1:100



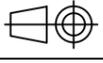
Nota: El símbolo incluido en el cierre significa que los conductores son dispuestos siguiendo los mismos lineamientos de los demás tramos pero sin vincularse a los tableros secundarios durante el trabajo en condiciones normales.

Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					
	Unidades: m				Hoja 15 de 17

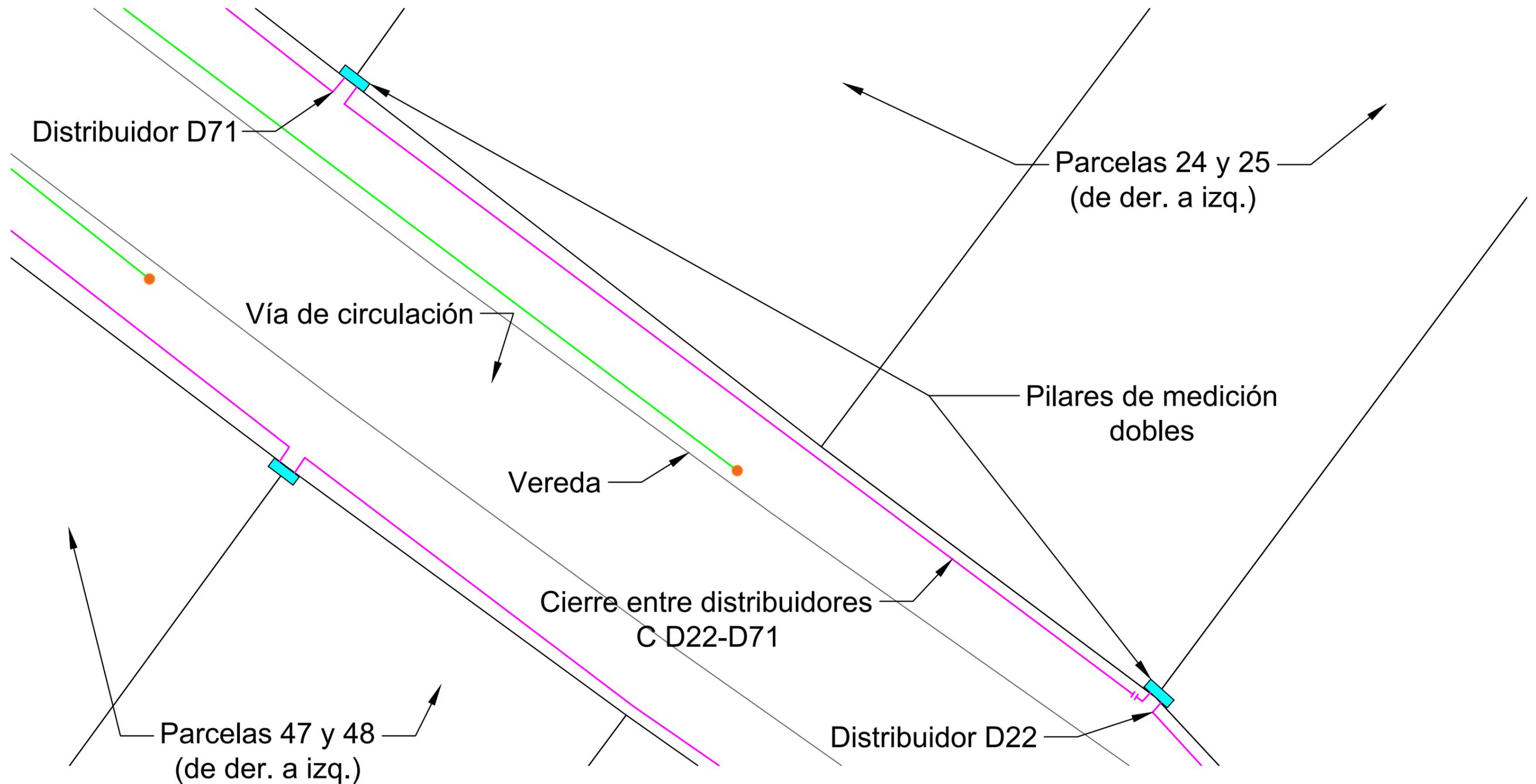
Recorrido del cierre entre distribuidores C D11-D21
 (l = 19,68 m)
 Escala: 1:120



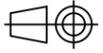
Nota: El símbolo incluido en el cierre significa que los conductores son dispuestos siguiendo los mismos lineamientos de los demás tramos pero sin vincularse a los pilares durante el trabajo en condiciones normales.

Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					
	Unidades: m				Hoja 16 de 17

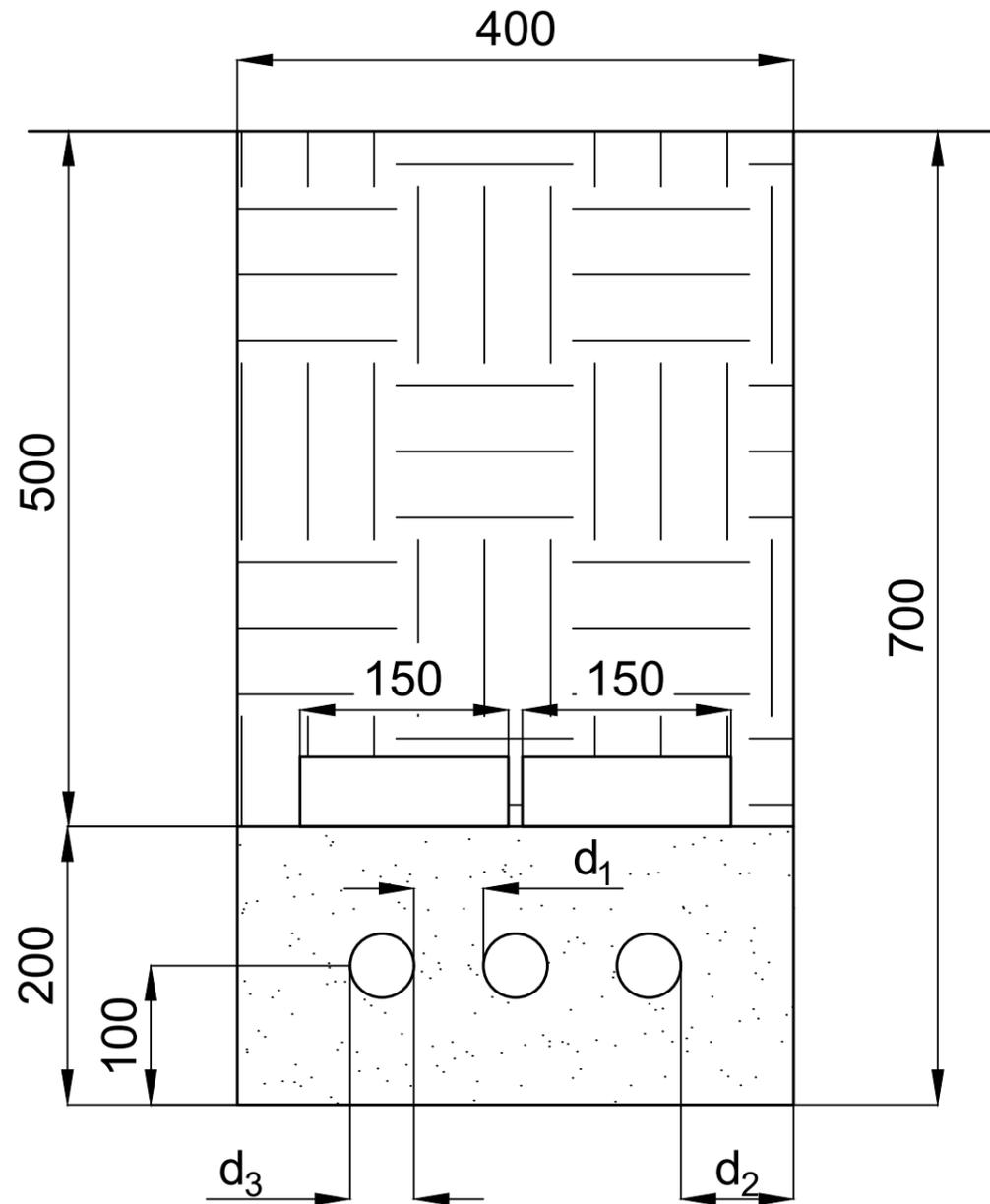
Recorrido del cierre entre distribuidores C D22-D71
 (l = 48,10 m)
 Escala: 1:200



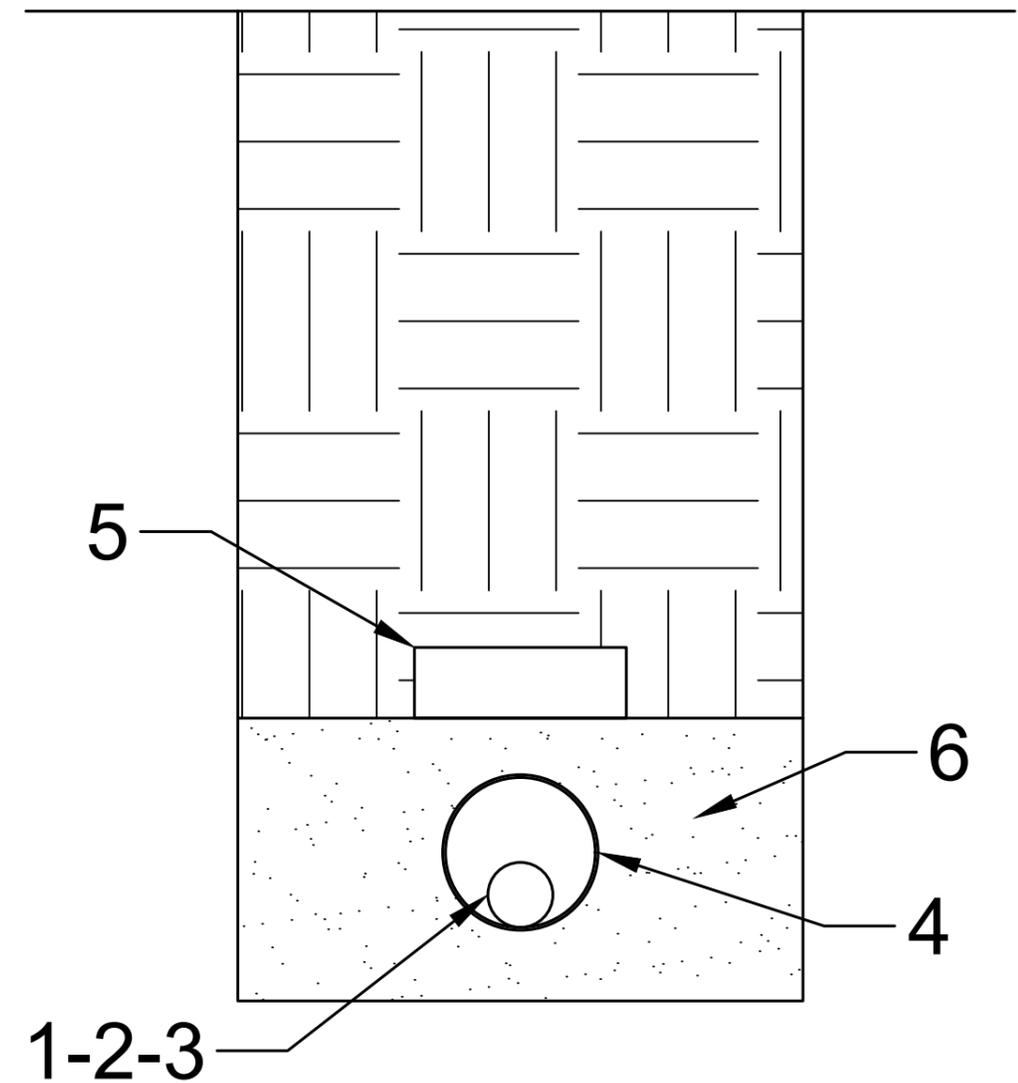
Nota: El símbolo incluido en el cierre significa que los conductores son dispuestos siguiendo los mismos lineamientos de los demás tramos pero sin vincularse a los pilares durante el trabajo en condiciones normales.

Observaciones:	Dibujó	18/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	18/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Disposición de elementos en una combinación de tramos			Código de plano: PFC-2203D-BT-01
					
	Unidades: m				Hoja 17 de 17

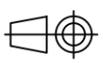
Dimensiones de la zanja
Escala: 1:5
Vista frontal en corte



Elementos de la zanja
Escala: 1:5
Vista frontal en corte



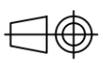
Nota: Las distancias de separación entre los conductores (d_1) y entre los conductores y los bordes de la zanja (d_2) varían en función del número y diámetro de los mismos (d_3). Ver punto 8.1.4.1 de las MC.

Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	29/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	29/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Zanja			Código de plano: PFC-2203D-BT-02
					
	Unidades: mm				
					Hoja 1 de 2

**Listado y codificación de
elementos de la zanja**

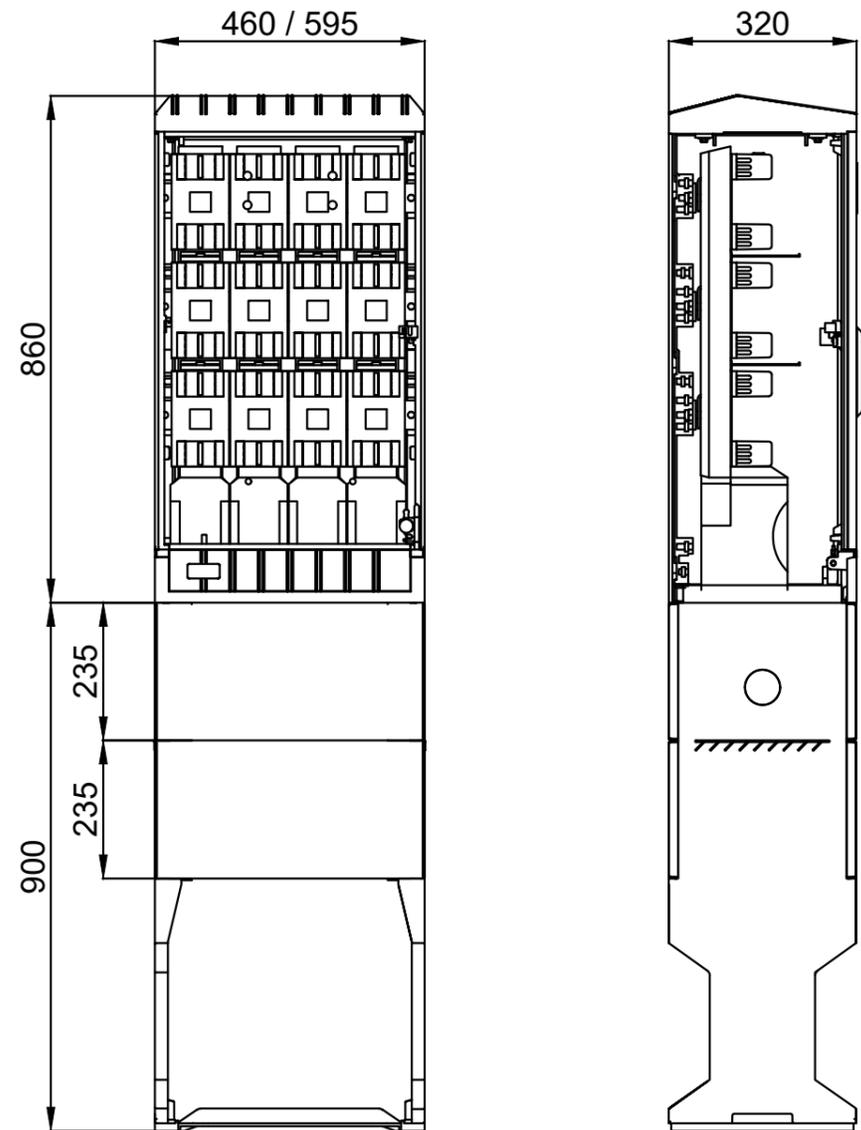
Posición	Descripción	Cantidad	Código
1	Conductor subterráneo	6438 m	BT-CS-01
		4341 m	BT-CS-02
		3044 m	BT-CS-03
2	Empalme termocontraible	26 u.	BT-ET-01 a BT-ET-26
		9 u.	BT-ET-27 a BT-ET-35
		6 u.	BT-ET-36 a BT-ET-41
3	Terminal termocontraible	70 u.	BT-TT-01 a BT-TT-70
		214 u.	BT-TT-71 a BT-TT-284
		174 u.	BT-TT-285 a BT-TT-458
4	Caño	384 m	
5	Ladrillo	57146 u.	
6	Arena	797 m ³	

Nota: Las cantidades especificadas para cada ítem corresponden a las necesarias para la concreción de las dos líneas subterráneas de baja tensión.

Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	29/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	29/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -			Zanja	Código de plano: PFC-2203D-BT-02
	Unidades: mm				Hoja 2 de 2

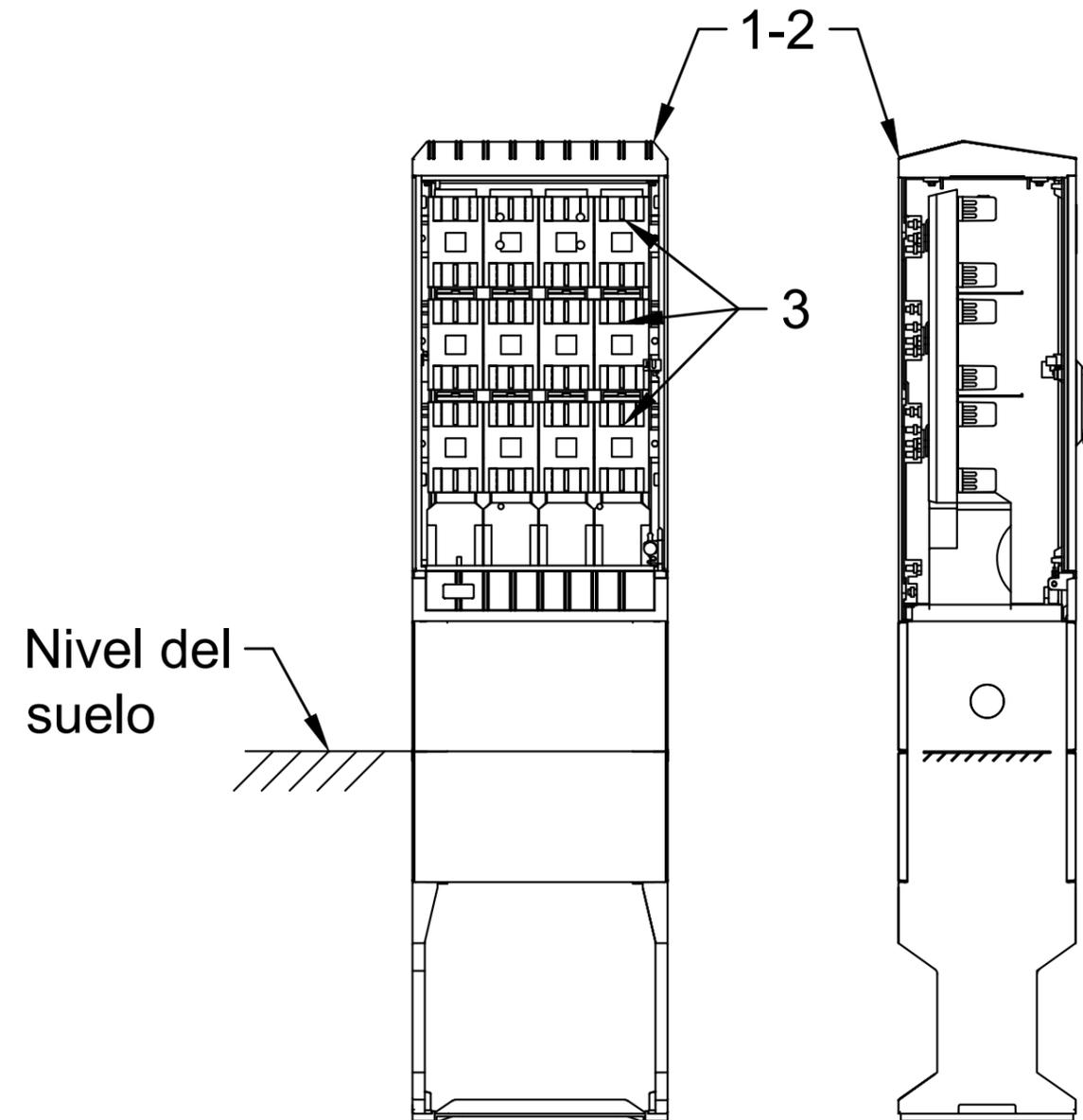
Dimensiones del tablero principal / secundario
Escala: 1:12

Vista frontal y lateral



Elementos del tablero principal / secundario
Escala: 1:12

Vista frontal y lateral



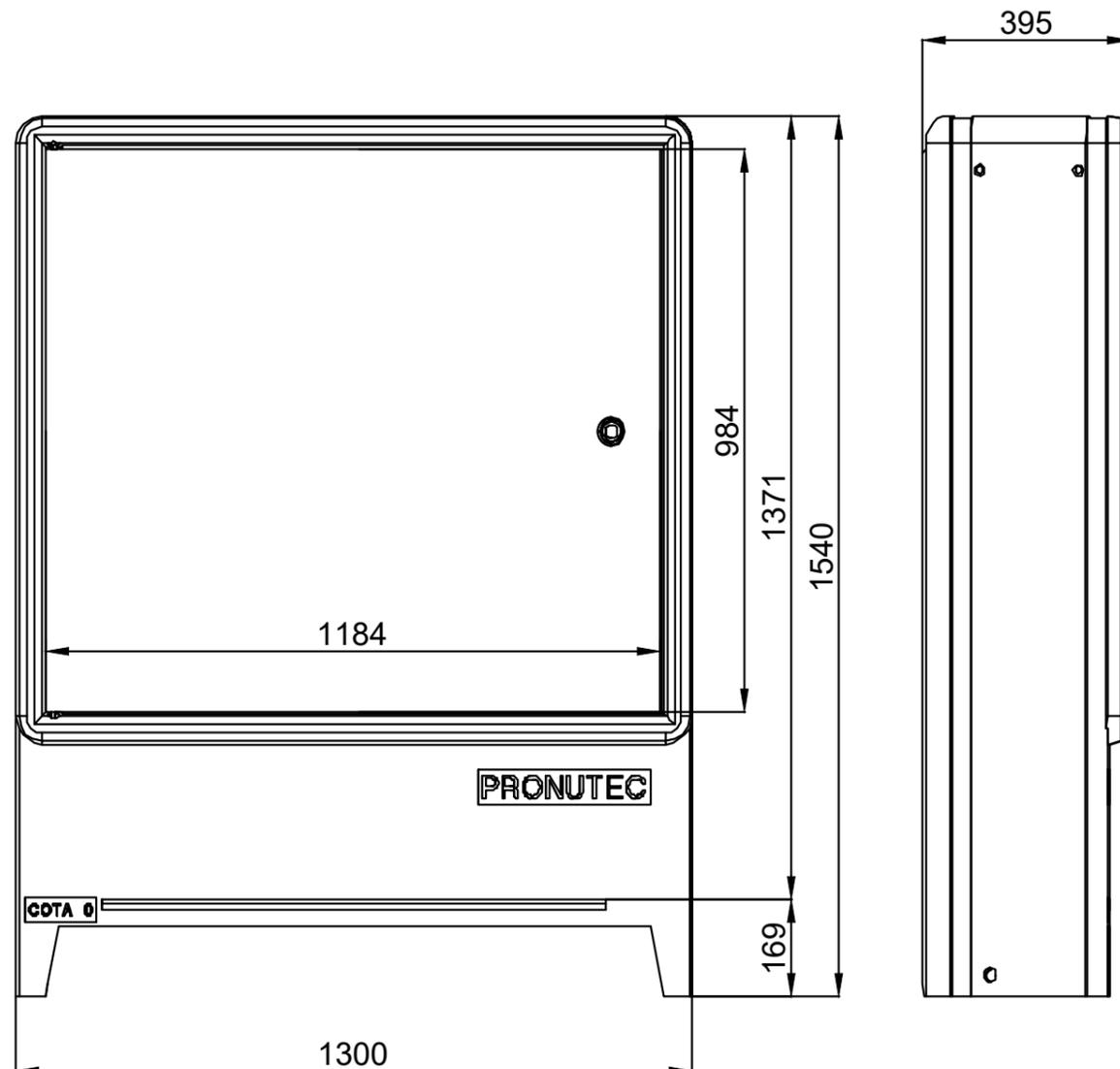
Nota 1: El ancho de los tableros principales y secundarios varía en función de si los mismos cuentan con 3 o 4 salidas.

Nota 2: Los tableros principales se ubican en las cercanías de los transformadores mientras que los secundarios se sitúan en las proximidades de los centros de carga. Ver punto 7 de las MC.

Observaciones:	Dibujó	03/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	03/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria			Código de plano: PFC-2203D-BT-03
					
	Unidades: mm				

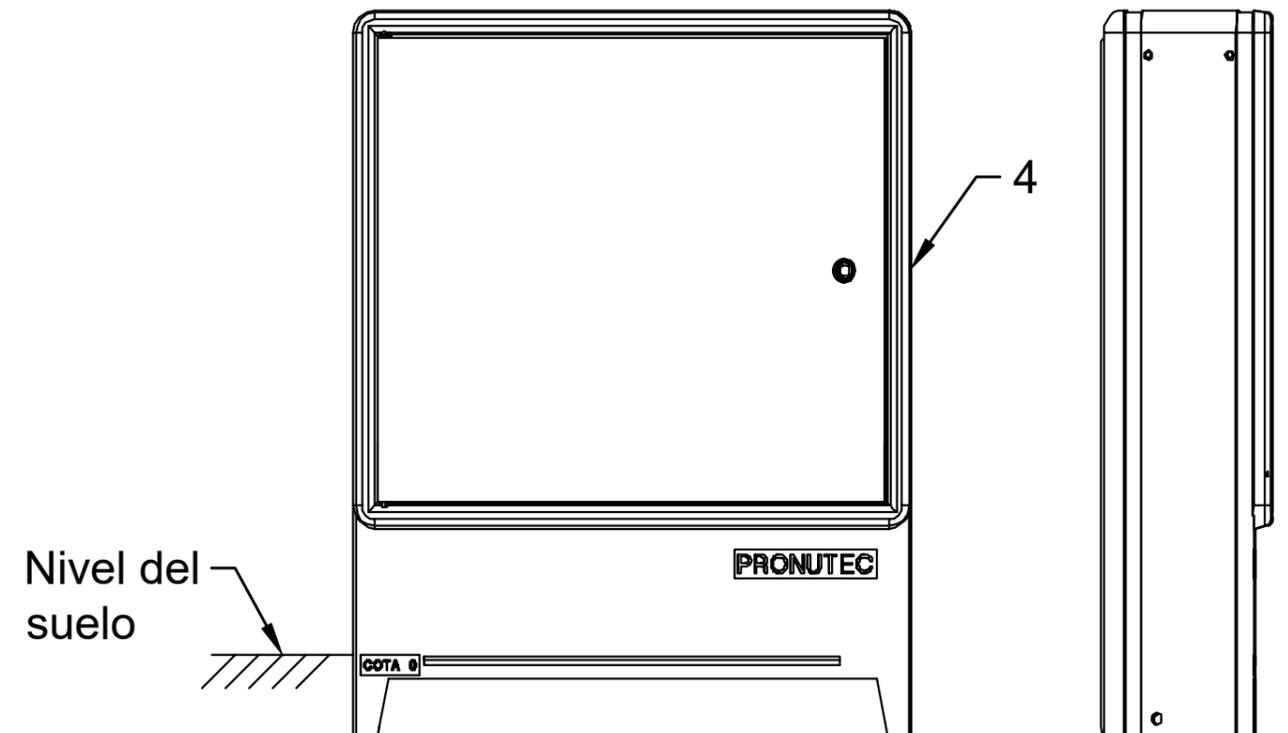
Dimensiones del tablero de iluminación
Escala: 1:12

Vista frontal y lateral



Elementos del tablero de iluminación
Escala: 1:15

Vista frontal y lateral

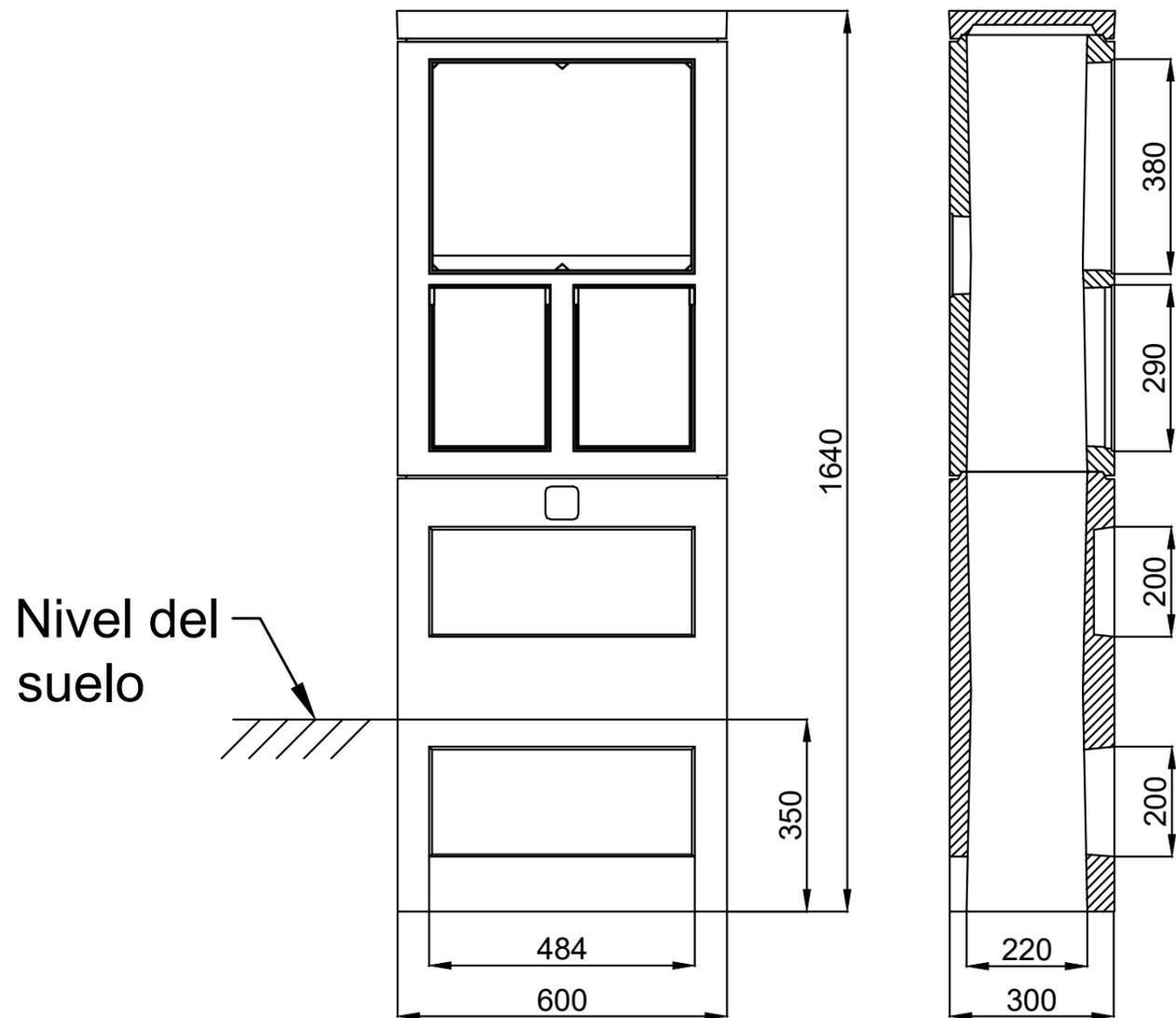


Nota: Los tableros de iluminación se ubican en las cercanías de los secundarios con el fin de que queden situados en las proximidades de los centros de carga. Ver punto 7 de las MC.

Observaciones:	Dibujó	03/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	03/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria			Código de plano: PFC-2203D-BT-03
Unidades: mm				Hoja 2 de 6	

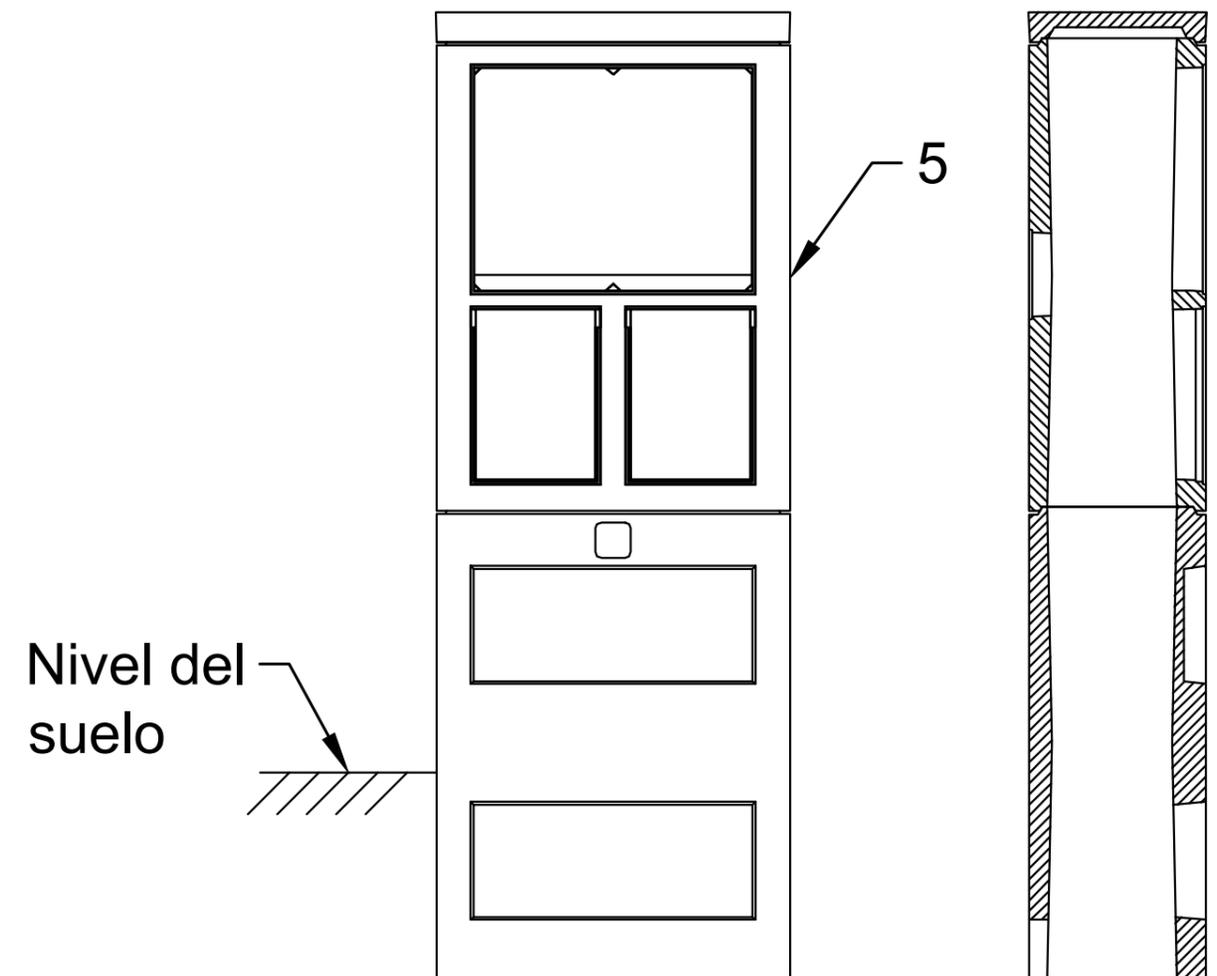
Dimensiones del pilar de medición
Escala: 1:12

Vista frontal y lateral en corte



Elementos del pilar de medición
Escala: 1:12

Vista frontal y lateral en corte



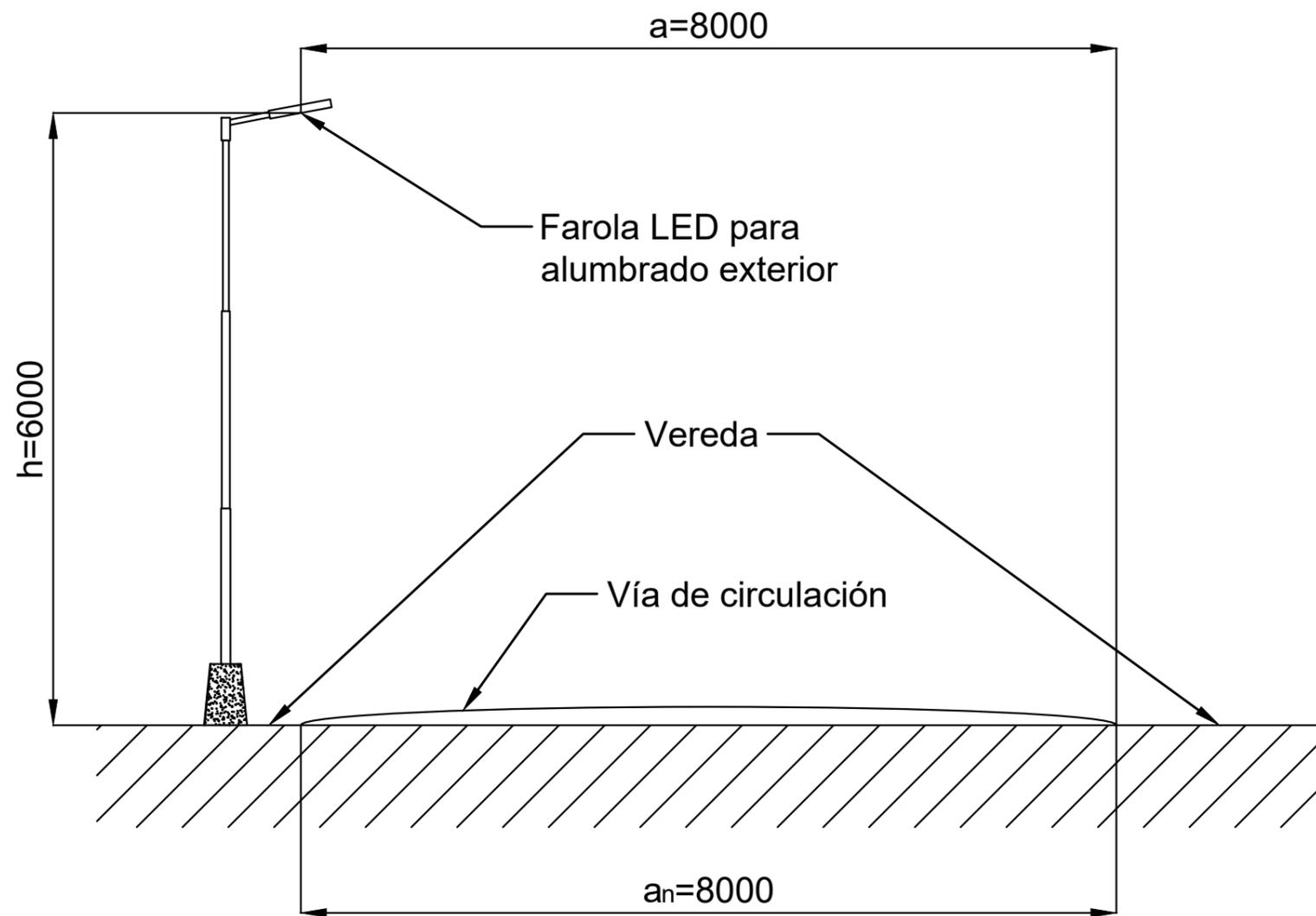
Nota: Los pilares de medición se ubican sobre la línea frontal y sobre la medianera de cada lote con el fin de quitar la menor cantidad de espacio posible a futuras edificaciones. Ver punto 7 de las MC.

Observaciones:	Dibujó	03/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	03/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria			Código de plano: PFC-2203D-BT-03
	Unidades: mm				Hoja 3 de 6

Dimensiones de la luminaria

Escala: 1:60

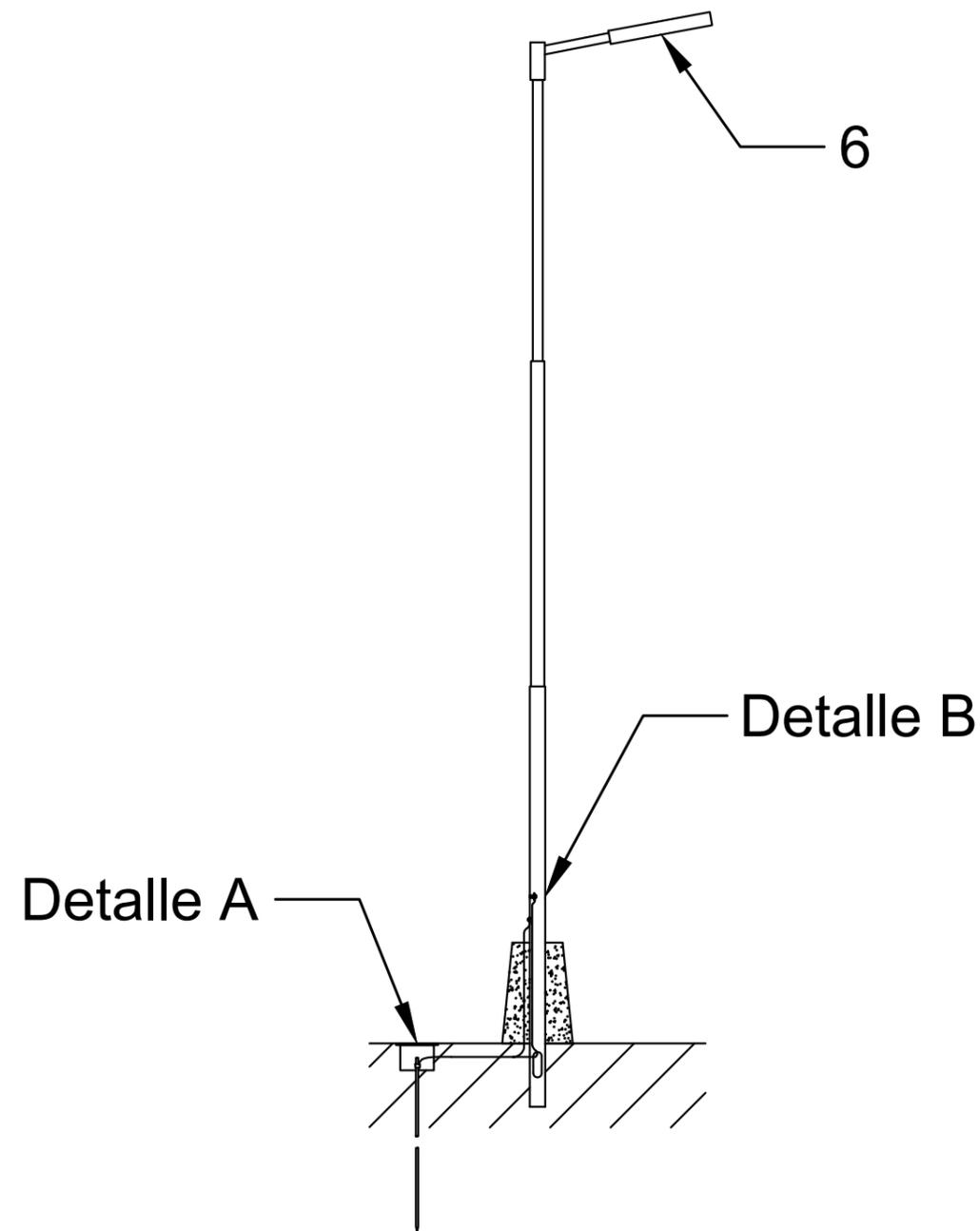
Vista lateral



Elementos de la luminaria

Escala: 1:40

Vista lateral en corte



Nomenclatura empleada
(Ver punto 8.1.1.2.1 de las MC)

h : Distancia desde el centro de la luminaria hasta el nivel del suelo

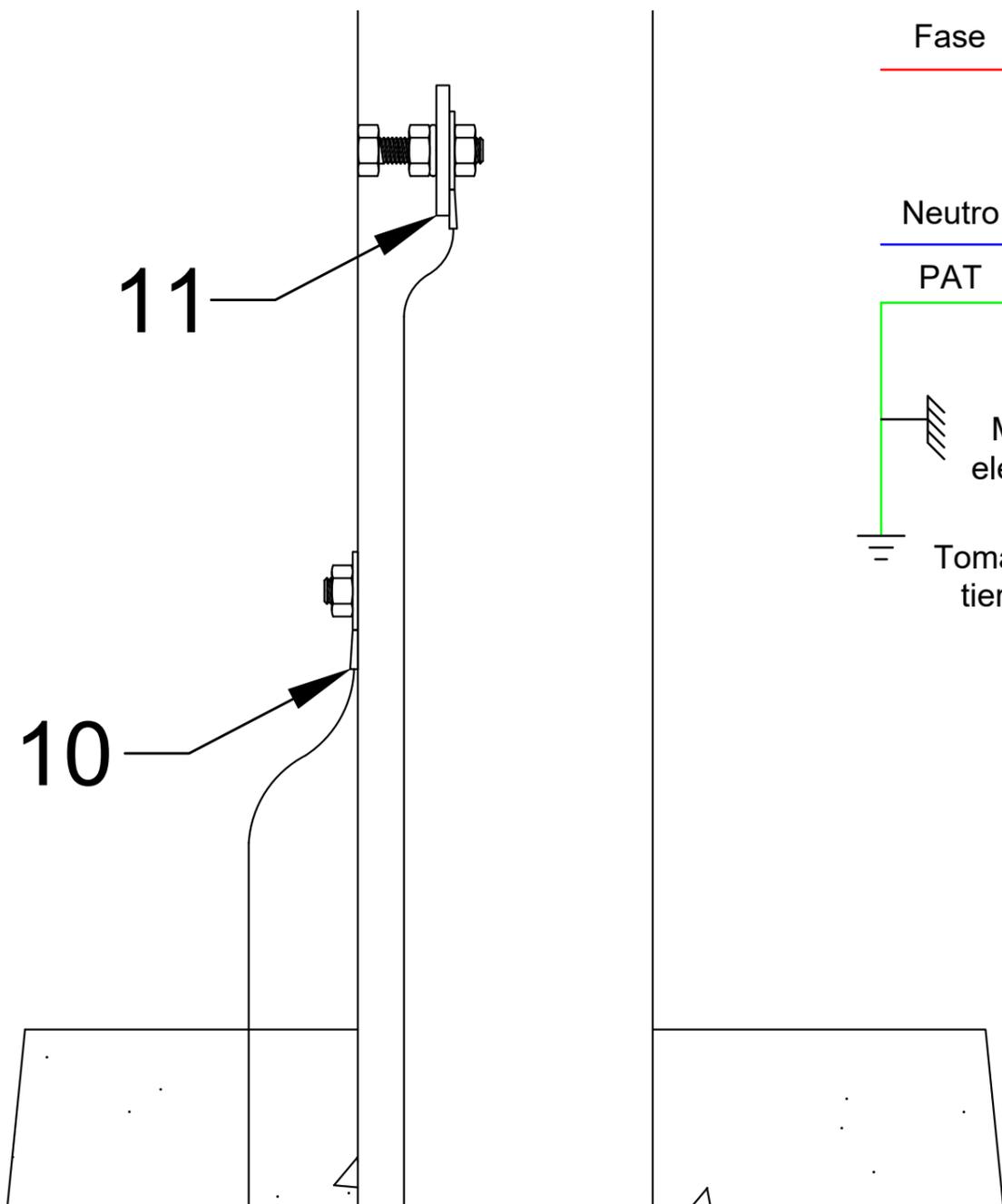
a : Distancia desde el centro de la luminaria hasta el lado opuesto de la calzada

a_n : Ancho promedio de la vía de circulación

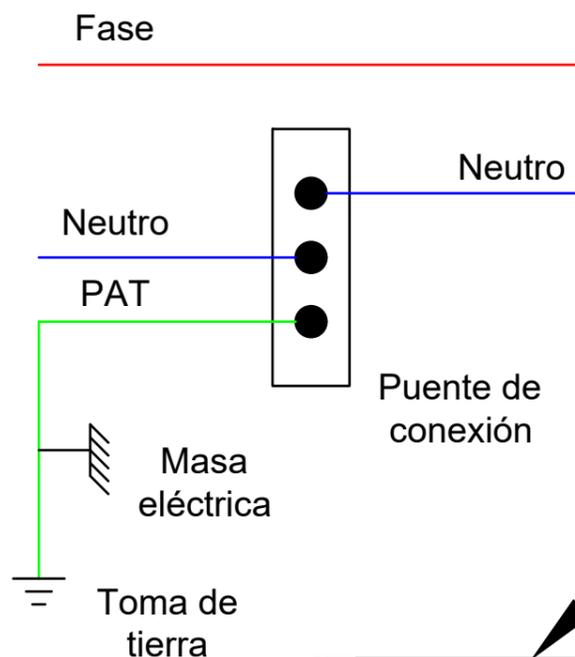
Observaciones:	Dibujó	03/07/23	F. Zorzenon	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Revisó	03/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria			Código de plano: PFC-2203D-BT-03	
Unidades: mm				Hoja 4 de 6	

Detalle B
Escala: 1:2

Vista lateral en corte

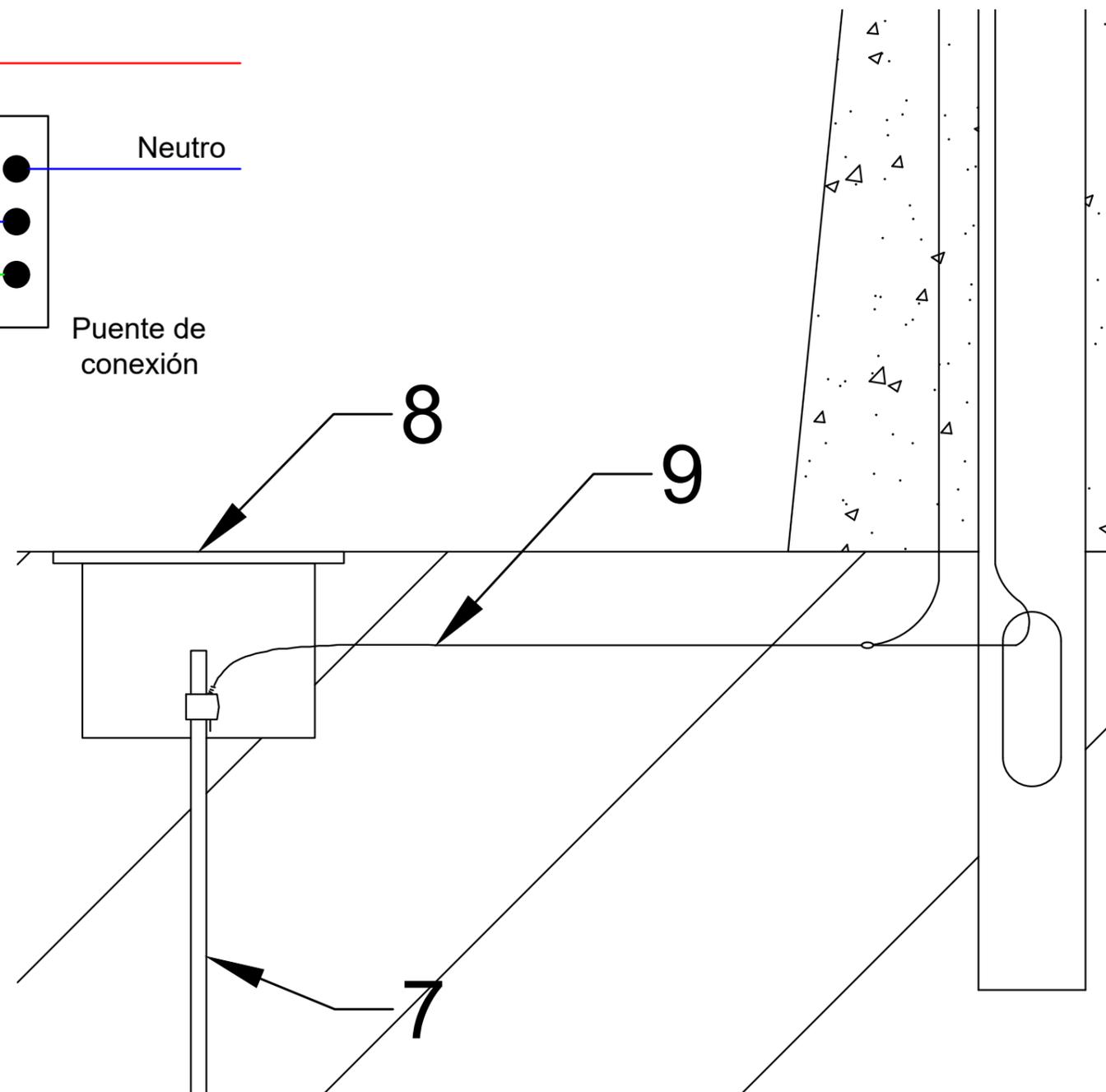


Esquema de conexión de PAT



Detalle A
Escala: 1:5

Vista lateral en corte



Nota: Las luminarias se ubican sobre el borde de la vereda respetando una disposición en tresbolillo o unilateral (dependiendo de si el tramo a iluminar posee o no veredas enfrentadas) y manteniendo una separación de 28 m. Ver puntos 7 y 8.1.1.2.1 de las MC.

Observaciones:	Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	F. Zorzenon		
	Revisó	F. Zorzenon		
Aprobó	G. Puente M. Brütten			
Escala: -	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria			Código de plano: PFC-2203D-BT-03
Unidades: mm				Hoja 5 de 6

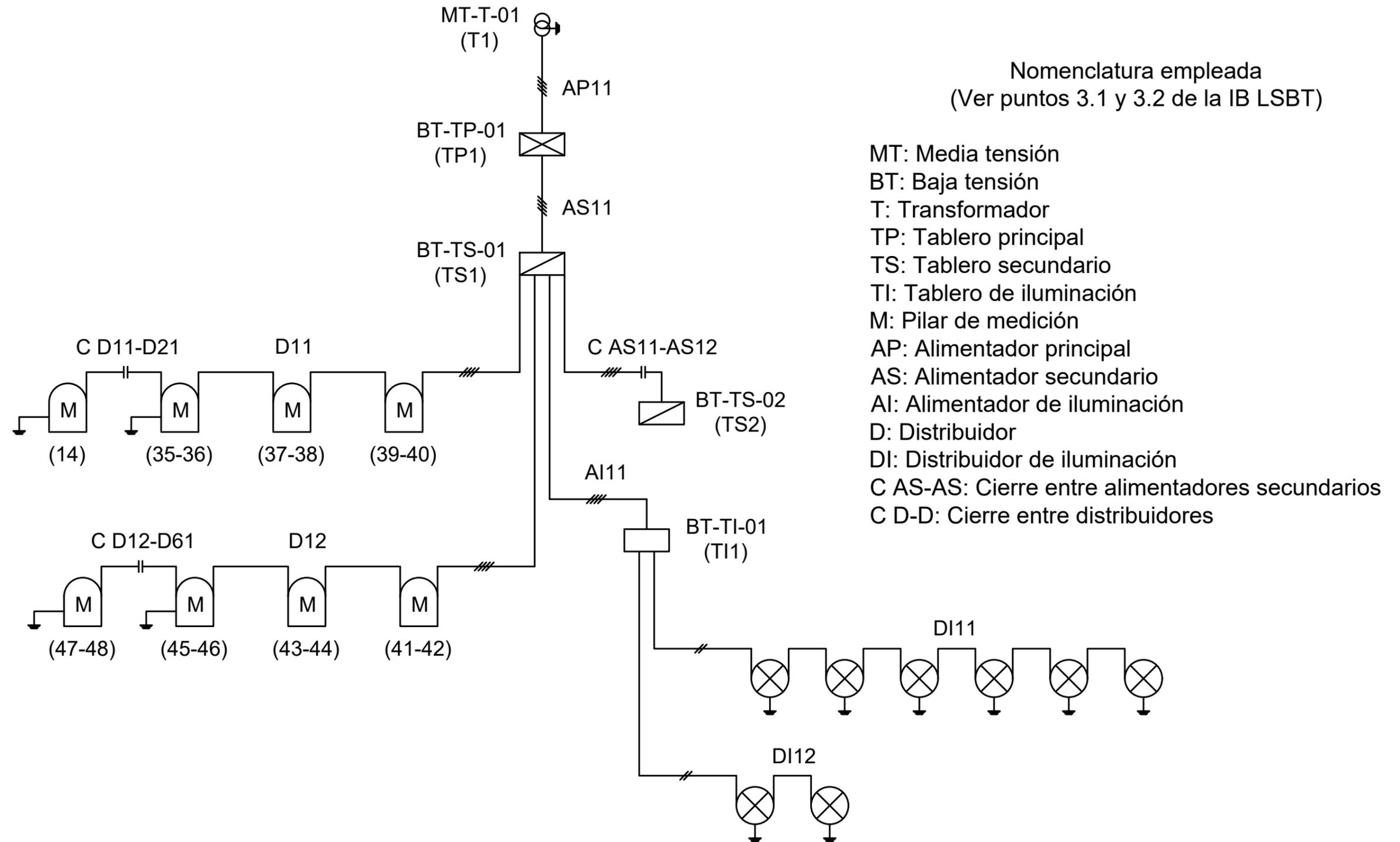
**Listado y codificación de elementos del
tablero principal, secundario y de iluminación,
del pilar de medición y de la luminaria**

Posición	Descripción	Cantidad	Código
1	Tablero principal	4 u.	BT-TP-01 a BT-TP-04
2	Tablero secundario	10 u.	BT-TS-01 a BT-TS-10
3	Fusible	168 u.	BT-F-01 a BT-F-168
4	Tablero iluminación	10 u.	BT-TI-01 a BT-TI-10
5	Pilar de medición	68 u.	BT-PM-01 a BT-PM-68
6	Luminaria	87 u.	BT-L-01 a BT-L-87
7	Jabalina de PAT	108 u.	BT-JPAT-01 a BT-JPAT-108
8	Caja de inspección de PAT	108 u.	BT-CIPAT-01 a BT-CIPAT-108
9	Conductor de PAT	33 m	BT-CPAT-01
10	Terminal de indentar de PAT	195 u.	BT-TIPAT-01 a BT-TIPAT-195
11	Barra equipotencial de PAT	108 u.	BT-BPAT-01 a BT-BPAT-108

Nota: Las cantidades especificadas para cada ítem corresponden a las necesarias para la concreción de las dos líneas subterráneas de baja tensión.

Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	03/07/23	F. Zorzenon		
	Revisó	03/07/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	Tablero principal, secundario y de iluminación, pilar de medición y luminaria			Código de plano: PFC-2203D-BT-03
					
	Unidades: mm				Hoja 6 de 6

Circuito del alimentador secundario AS11 (línea este)



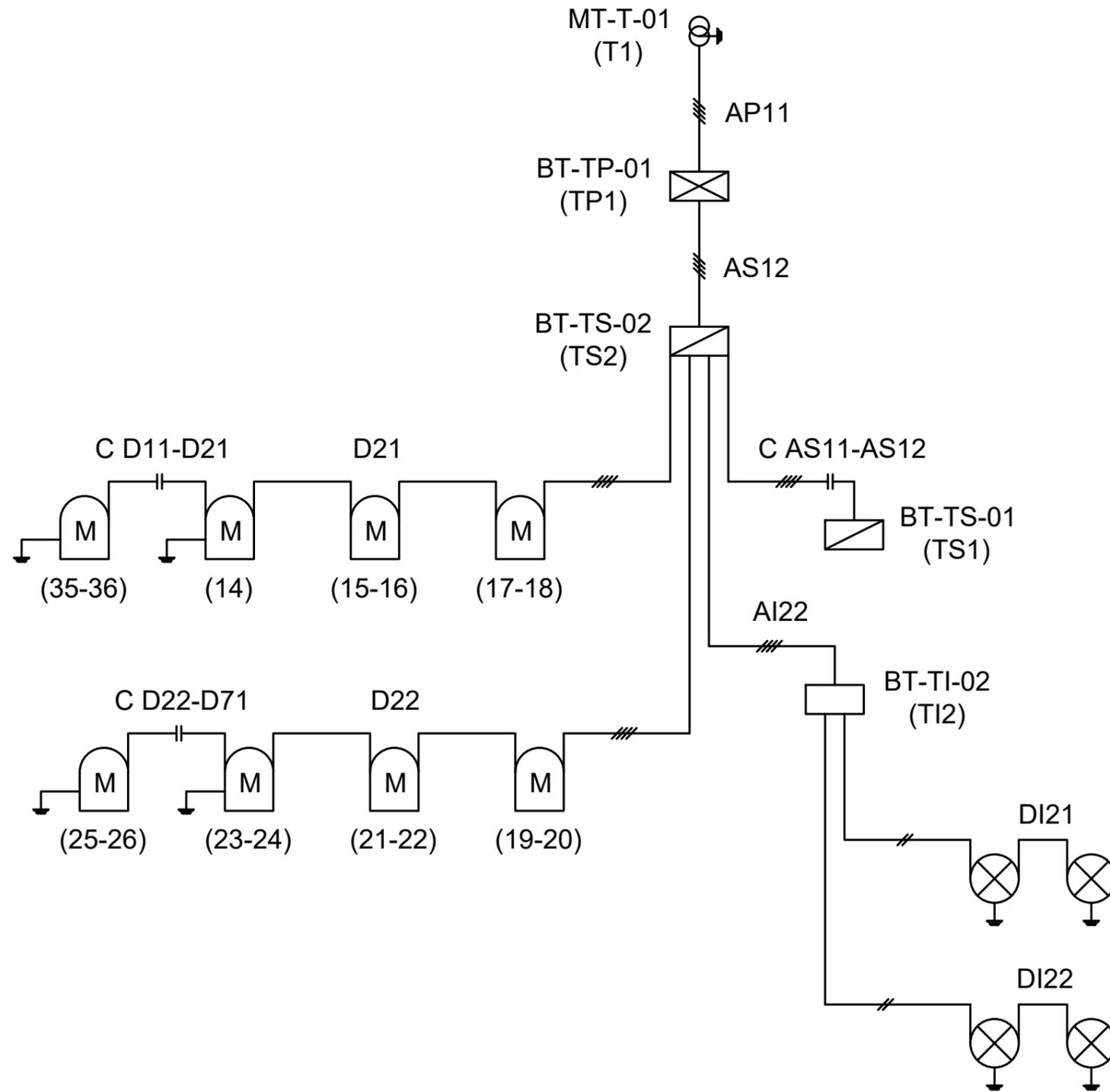
Nomenclatura empleada
(Ver puntos 3.1 y 3.2 de la IB LSBT)

- MT: Media tensión
- BT: Baja tensión
- T: Transformador
- TP: Tablero principal
- TS: Tablero secundario
- TI: Tablero de iluminación
- M: Pilar de medición
- AP: Alimentador principal
- AS: Alimentador secundario
- AI: Alimentador de iluminación
- D: Distribuidor
- DI: Distribuidor de iluminación
- C AS-AS: Cierre entre alimentadores secundarios
- C D-D: Cierre entre distribuidores

Nota: Los números que figuran entre paréntesis bajo los símbolos de los pilares de medición corresponden a la identificación de cada parcela.

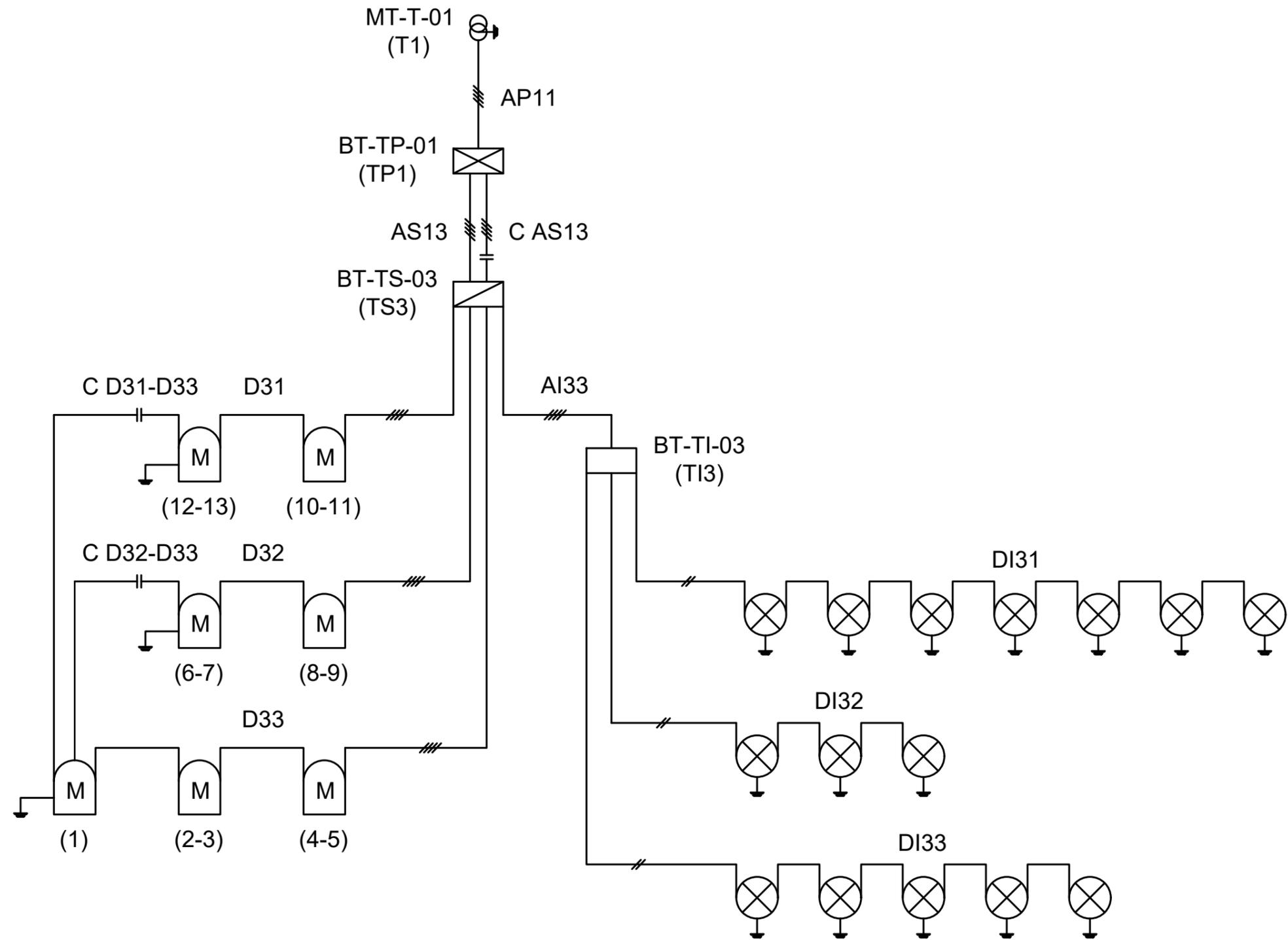
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten	<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>	
	Escala: -				Código de plano: PFC-2203D-BT-04
					Hoja 1 de 10
	Unidades: -				

Circuito del alimentador secundario AS12 (línea este)



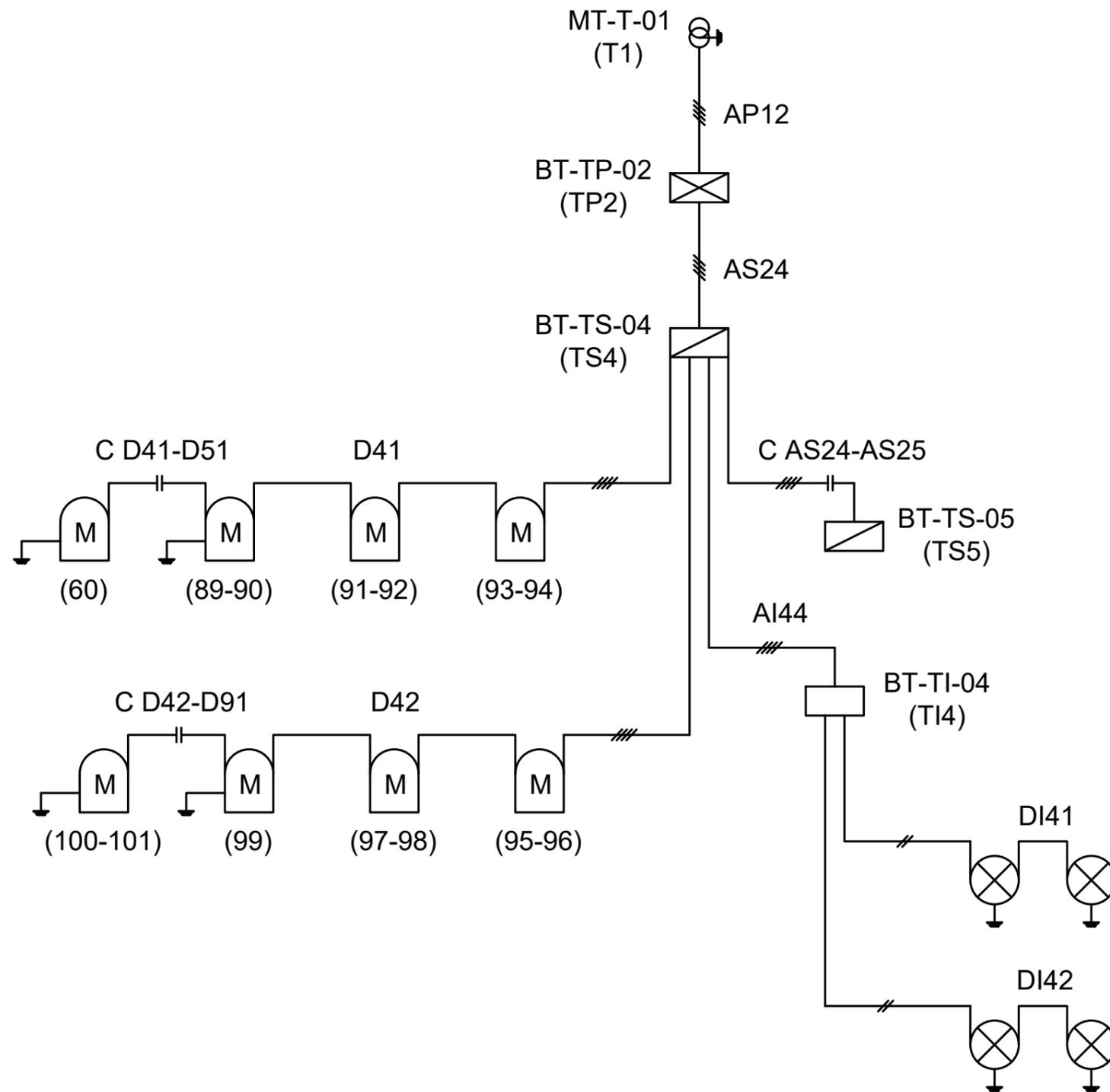
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -		<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
					Hoja 2 de 10
Unidades: -					

Circuito del alimentador secundario AS13 (línea este)



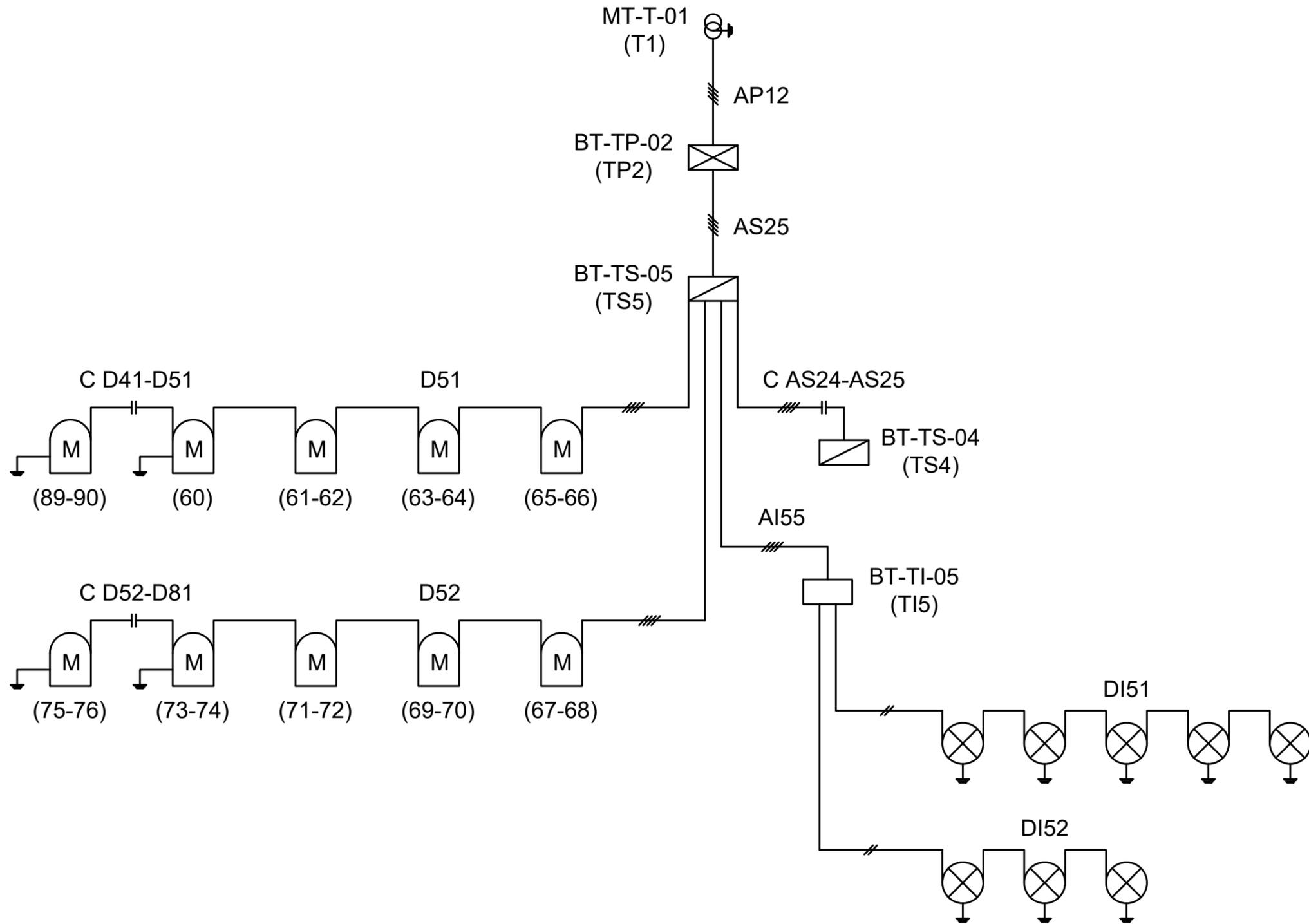
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -		<h3>Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
Unidades: -					Hoja 3 de 10

Circuito del alimentador secundario AS24 (línea este)



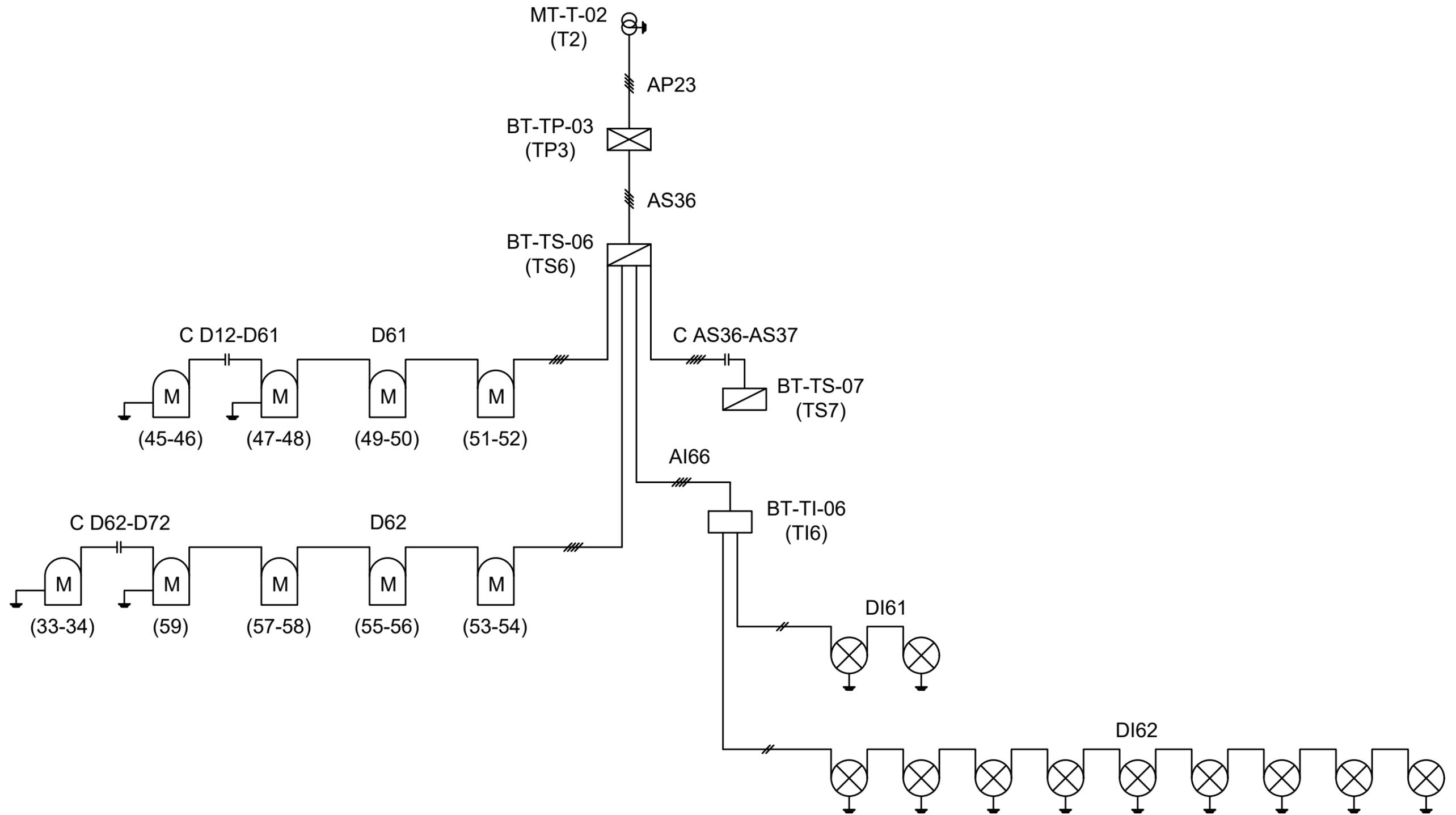
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
					Hoja 4 de 10
	Unidades: -				

Circuito del alimentador secundario AS25 (línea este)



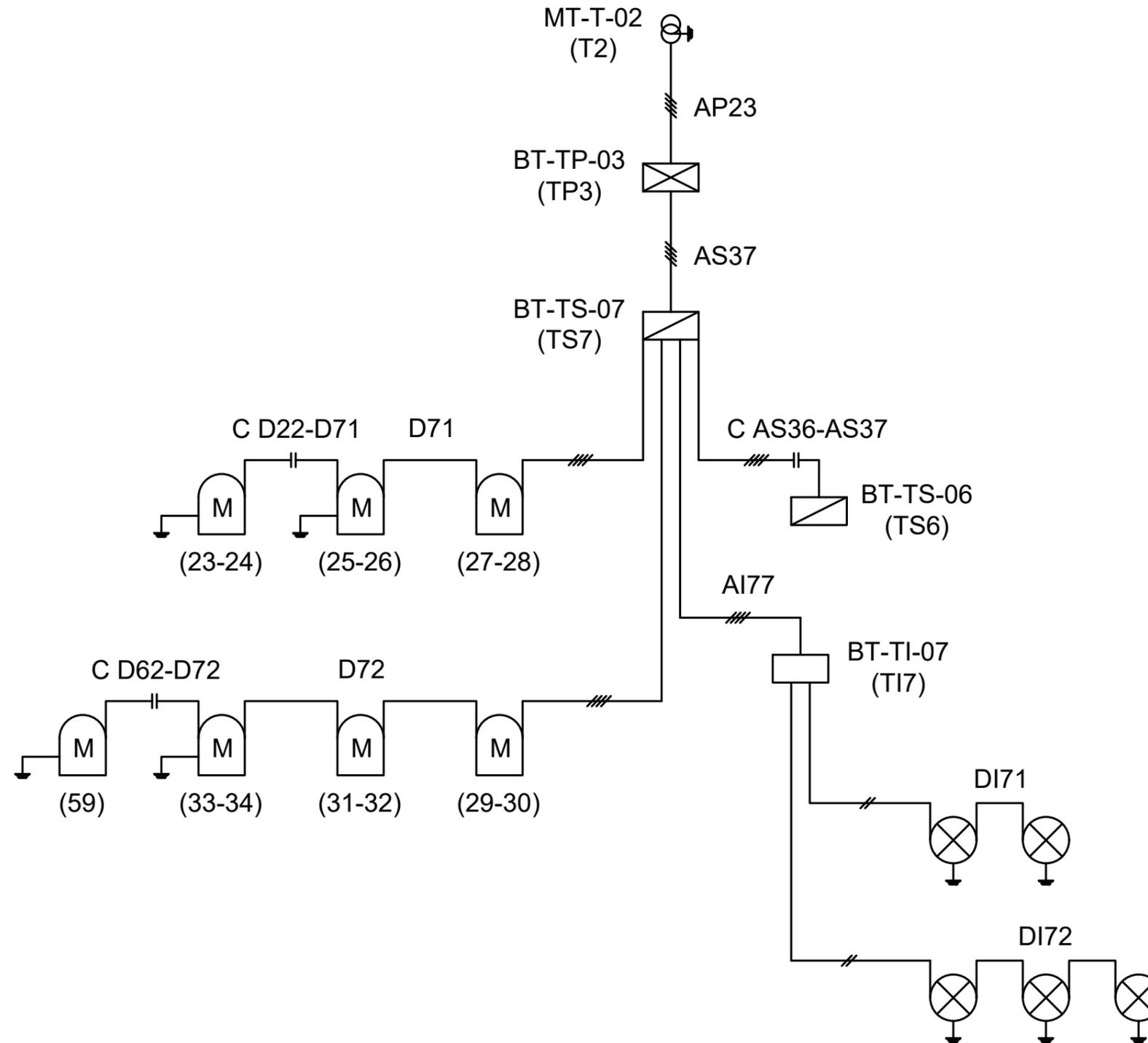
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -		<h3>Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
Unidades: -					Hoja 5 de 10

Circuito del alimentador secundario AS36 (línea oeste)



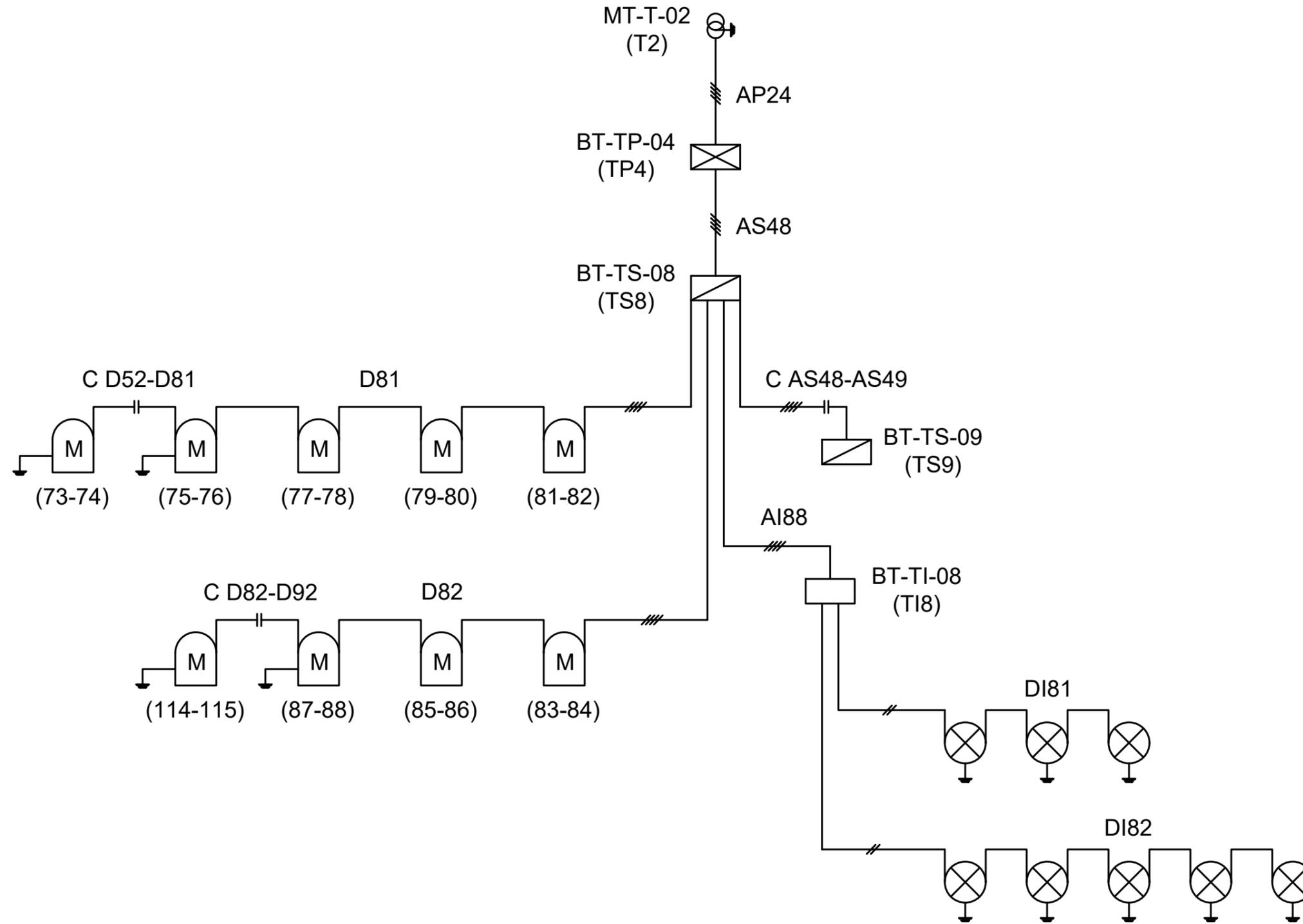
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04	
				Hoja 6 de 10	
Unidades: -					

Circuito del alimentador secundario AS37 (línea oeste)



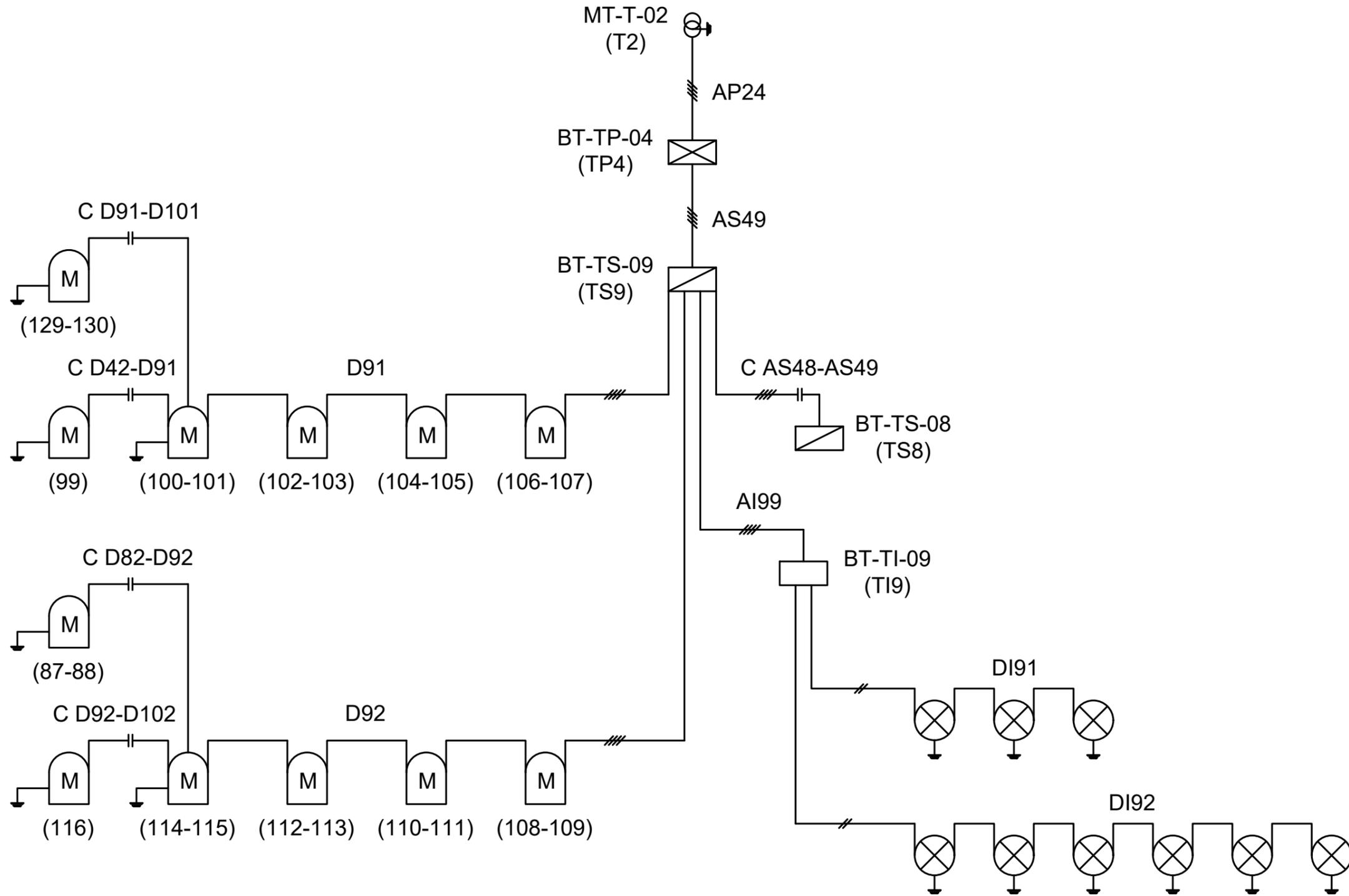
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -	<h3>Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04	
				Hoja 7 de 10	
Unidades: -					

Circuito del alimentador secundario AS48 (línea oeste)



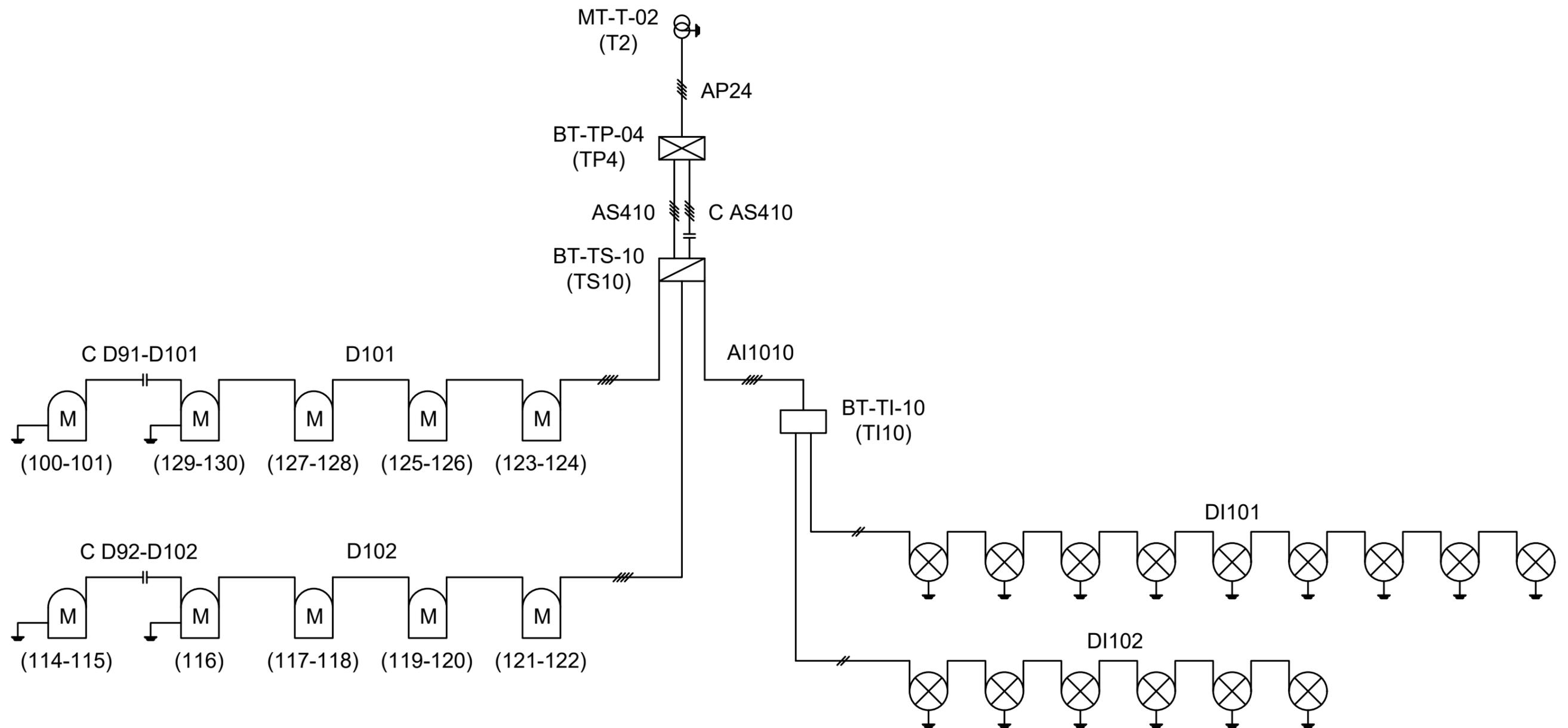
Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
Escala: -		<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
Unidades: -					Hoja 8 de 10

Circuito del alimentador secundario AS49 (línea oeste)



Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
					Hoja 9 de 10
	Unidades: -				

Circuito del alimentador secundario AS410 (línea oeste)



Observaciones:		Fecha	Nombre	Proyecto Final de Carrera Federico Zorzenon	
	Dibujó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Revisó	22/06/23	F. Zorzenon		
	Aprobó	22/07/23	G. Puente M. Brütten		
	Escala: -	<h3 style="margin: 0;">Diagramas unifilares de LSBT</h3>			Código de plano: PFC-2203D-BT-04
	Unidades: -				Hoja 10 de 10

MEMORIAS DE CALCULO

Índice

Índice	2
1. Planteo del problema.....	18
2. Elección del tipo de línea de media tensión (MT)	21
2.1. Descripción de la zona de emplazamiento.....	21
2.2. Comparación de las alternativas disponibles	21
2.3. Justificación de la alternativa elegida	22
3. Elección de la traza de la línea de MT	23
3.1. Descripción de las instalaciones existentes.....	23
3.2. Justificación de la traza elegida	23
4. Estimación de la demanda.....	24
4.1. Estimación de la demanda total del loteo	24
4.1.1. Cálculo de la potencia mínima a considerar	24
4.1.1.1. Cálculo según ENERSA.....	24
4.1.1.2. Calculo según AEA.....	28
4.1.2. Cálculo de la potencia total instalada	29
4.1.2.1. Determinación de las características del loteo	29
4.1.2.2. Cálculo de la carga total por lotes	30
4.1.2.3. Cálculo de la carga por servicios auxiliares	31
4.1.2.4. Cálculo de la carga total instalada.....	31
4.1.3. Cálculo de la potencia a solicitar.....	32
4.1.3.1. Determinación de los factores de corrección	32
4.1.3.2. Cálculo de la potencia a solicitar.....	33
4.2. Estimación de la demanda particular de la primera etapa.....	34
4.2.1. Cálculo de la potencia mínima a considerar	34
4.2.1.1. Cálculo según ENERSA.....	34
4.2.1.2. Cálculo según AEA.....	36

4.2.2.	Cálculo de la potencia total instalada	37
4.2.2.1.	Determinación de las características de la primera etapa.....	37
4.2.2.2.	Cálculo de la carga total por lotes	38
4.2.2.3.	Cálculo de la carga por servicios auxiliares	38
4.2.2.4.	Cálculo de la carga total instalada.....	39
4.2.3.	Cálculo de la potencia a solicitar	39
4.2.3.1.	Determinación de los factores de corrección	39
4.2.3.2.	Cálculo de la potencia a solicitar.....	39
5.	Cálculo y selección de componentes de la LSMT	41
5.1.	Selección de los materiales para las zanjas y las cámaras de inspección	41
5.1.1.	Selección de los conductores subterráneos.....	41
5.1.1.1.	Cálculo por corriente nominal.....	41
5.1.1.2.	Cálculo por caída de tensión	43
5.1.1.3.	Cálculo por corriente de cortocircuito.....	45
5.1.1.4.	Selección de los conductores.....	48
5.1.2.	Selección de los empalmes termocontraibles	49
5.1.3.	Selección de los materiales constructivos	50
5.1.3.1.	Determinación de las dimensiones de la zanja.....	50
5.1.3.2.	Selección de la malla de advertencia.....	51
5.1.3.3.	Determinación de la cantidad de arena, ladrillos y caños	52
5.2.	Selección de los elementos del centro de transformación	55
5.2.1.	Selección del transformador	55
5.2.1.1.	Recálculo de la potencia aparente por parcela	55
5.2.1.2.	Selección del transformador.....	56
5.2.2.	Selección de las celdas de distribución secundaria	58
5.2.2.1.	Selección de las celdas de maniobra y protección	58
5.2.2.2.	Selección de los fusibles para las celdas de protección	60
5.2.3.	Selección de la envolvente	62
5.2.4.	Selección de los elementos de puesta a tierra.....	65
5.2.4.1.	Selección de las jabalinas.....	66

5.2.4.2.	Selección de las cajas de inspección	67
5.2.4.3.	Selección de los conductores.....	67
5.2.4.4.	Selección de los terminales de indentar	68
5.2.4.5.	Selección de las barras equipotenciales	69
5.2.4.6.	Determinación de la resistencia de PAT	71
5.3.	Selección de los elementos de la acometida	77
5.3.1.	Selección de la cruceta	78
5.3.2.	Selección de los brazos.....	78
5.3.3.	Selección de los seccionadores.....	79
5.3.4.	Selección de los descargadores.....	79
5.3.5.	Selección de los conductores aéreos.....	80
5.3.6.	Selección de los conectores a cuña.....	81
5.3.6.1.	Selección de conectores tipo Ampact.....	81
5.3.6.2.	Selección de conectores tipo UDC.....	83
5.3.7.	Selección de los terminales y mallas de conexión.....	84
5.3.7.1.	Selección de los terminales para cables subterráneos	84
5.3.7.2.	Selección de los terminales para cables aéreos	85
5.3.7.3.	Selección de las mallas.....	86
5.3.8.	Determinación de las dimensiones de la chapa de protección.....	87
6.	Elección del tipo de línea de baja tensión (BT)	87
7.	Elección de la traza de la línea de BT	88
7.1.	Descripción de las instalaciones existentes.....	88
7.2.	Justificación de la traza elegida	88
8.	Cálculo y selección de componentes de la LSBT	89
8.1.	Selección de los materiales para las zanjas.....	89
8.1.1.	Selección de los conductores subterráneos.....	89
8.1.1.1.	Distribuidores desde los tableros secundarios hasta los pilares de medición	89
8.1.1.1.1.	Cálculo de la potencia activa por unidad habitacional	89
8.1.1.1.2.	Cálculo del distribuidor D11 (TS1 – Salida n°1)	90

8.1.1.1.2.1. Cálculo por corriente nominal.....	90
8.1.1.1.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	94
8.1.1.1.2.3. Cálculo por caída de tensión	95
8.1.1.1.2.4. Selección de los conductores	99
8.1.1.1.3. Cálculo del distribuidor D12 (TS1 – Salida n°2)	99
8.1.1.1.3.1. Cálculo por corriente nominal.....	99
8.1.1.1.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	100
8.1.1.1.3.3. Cálculo por caída de tensión	101
8.1.1.1.3.4. Selección de los conductores	104
8.1.1.1.4. Cálculo del distribuidor D21 (TS2 – Salida n°1)	104
8.1.1.1.4.1. Cálculo por corriente nominal.....	104
8.1.1.1.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	105
8.1.1.1.4.3. Cálculo por caída de tensión	106
8.1.1.1.4.4. Selección de los conductores	109
8.1.1.1.5. Cálculo del distribuidor D22 (TS2-Salida n°2).....	109
8.1.1.1.5.1. Cálculo por corriente nominal.....	109
8.1.1.1.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	110
8.1.1.1.5.3. Cálculo por caída de tensión	111
8.1.1.1.5.4. Selección de los conductores	114
8.1.1.1.6. Cálculo del distribuidor D31 (TS3-Salida n°1).....	114
8.1.1.1.6.1. Cálculo por corriente nominal.....	114
8.1.1.1.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	115
8.1.1.1.6.3. Cálculo por caída de tensión	116
8.1.1.1.6.4. Selección de los conductores	119
8.1.1.1.7. Cálculo del distribuidor D32 (TS3-Salida n°2).....	119
8.1.1.1.7.1. Cálculo por corriente nominal.....	119
8.1.1.1.7.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	120
8.1.1.1.7.3. Cálculo por caída de tensión	121
8.1.1.1.7.4. Selección de los conductores	123
8.1.1.1.8. Cálculo del distribuidor D33 (TS3-Salida n°3).....	124
8.1.1.1.8.1. Cálculo por corriente nominal.....	124

8.1.1.1.8.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	125
8.1.1.1.8.3. Cálculo por caída de tensión	126
8.1.1.1.8.4. Selección de los conductores	129
8.1.1.1.9. Cálculo del distribuidor D41 (TS4-Salida n°1).....	129
8.1.1.1.9.1. Cálculo por corriente nominal.....	129
8.1.1.1.9.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	130
8.1.1.1.9.3. Cálculo por caída de tensión	131
8.1.1.1.9.4. Selección de los conductores	134
8.1.1.1.10. Cálculo del distribuidor D42 (TS4-Salida n°2).....	134
8.1.1.1.10.1. Cálculo por corriente nominal.....	134
8.1.1.1.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	135
8.1.1.1.10.3. Cálculo por caída de tensión	136
8.1.1.1.10.4. Selección de los conductores.....	139
8.1.1.1.11. Cálculo del distribuidor D51 (TS5-Salida n°1)	139
8.1.1.1.11.1. Cálculo por corriente nominal	139
8.1.1.1.11.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	140
8.1.1.1.11.3. Cálculo por caída de tensión	141
8.1.1.1.11.4. Selección de los conductores.....	144
8.1.1.1.12. Cálculo del distribuidor D52 (TS5-Salida n°2).....	144
8.1.1.1.12.1. Cálculo por corriente nominal.....	144
8.1.1.1.12.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	145
8.1.1.1.12.3. Cálculo por caída de tensión	146
8.1.1.1.12.4. Selección de los conductores.....	149
8.1.1.1.13. Cálculo del distribuidor D61 (TS6-Salida n°1).....	149
8.1.1.1.13.1. Cálculo por corriente nominal.....	149
8.1.1.1.13.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	150
8.1.1.1.13.3. Cálculo por caída de tensión	151
8.1.1.1.13.4. Selección de los conductores.....	154
8.1.1.1.14. Cálculo del distribuidor D62 (TS6-Salida n°2).....	154
8.1.1.1.14.1. Cálculo por corriente nominal.....	154
8.1.1.1.14.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	156

8.1.1.1.14.3. Cálculo por caída de tensión	157
8.1.1.1.14.4. Selección de los conductores.....	160
8.1.1.1.15. Cálculo del distribuidor D71 (TS7-Salida n°1)	160
8.1.1.1.15.1. Cálculo por corriente nominal.....	160
8.1.1.1.15.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	161
8.1.1.1.15.3. Cálculo por caída de tensión	162
8.1.1.1.15.4. Selección de los conductores.....	165
8.1.1.1.16. Cálculo del distribuidor D72 (TS7-Salida n°2)	165
8.1.1.1.16.1. Cálculo por corriente nominal.....	165
8.1.1.1.16.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	166
8.1.1.1.16.3. Cálculo por caída de tensión	167
8.1.1.1.16.4. Selección de los conductores.....	170
8.1.1.1.17. Cálculo del distribuidor D81 (TS8-Salida n°1)	170
8.1.1.1.17.1. Cálculo por corriente nominal.....	170
8.1.1.1.17.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	171
8.1.1.1.17.3. Cálculo por caída de tensión	172
8.1.1.1.17.4. Selección de los conductores.....	175
8.1.1.1.18. Cálculo del distribuidor D82 (TS8-Salida n°2)	175
8.1.1.1.18.1. Cálculo por corriente nominal.....	175
8.1.1.1.18.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	176
8.1.1.1.18.3. Cálculo por caída de tensión	177
8.1.1.1.18.4. Selección de los conductores.....	180
8.1.1.1.19. Cálculo del distribuidor D91 (TS9-Salida n°1)	180
8.1.1.1.19.1. Cálculo por corriente nominal.....	180
8.1.1.1.19.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	182
8.1.1.1.19.3. Cálculo por caída de tensión	183
8.1.1.1.19.4. Selección de los conductores.....	186
8.1.1.1.20. Cálculo del distribuidor D92 (TS9-Salida n°2)	186
8.1.1.1.20.1. Cálculo por corriente nominal.....	186
8.1.1.1.20.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	188
8.1.1.1.20.3. Cálculo por caída de tensión	189

8.1.1.1.20.4. Selección de los conductores.....	192
8.1.1.1.21. Cálculo del distribuidor D101 (TS10-Salida n°1).....	192
8.1.1.1.21.1. Cálculo por corriente nominal.....	192
8.1.1.1.21.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	193
8.1.1.1.21.3. Cálculo por caída de tensión	194
8.1.1.1.21.4. Selección de los conductores.....	197
8.1.1.1.22. Cálculo del distribuidor D102 (TS10-Salida n°2).....	197
8.1.1.1.22.1. Cálculo por corriente nominal.....	197
8.1.1.1.22.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	198
8.1.1.1.22.3. Cálculo por caída de tensión	199
8.1.1.1.22.4. Selección de los conductores.....	202
8.1.1.2. Distribuidores desde los tableros de iluminación hasta las luminarias	203
8.1.1.2.1. Diseño del sistema de iluminación	203
8.1.1.2.2. Cálculo del distribuidor de iluminación DI11 (TI1-Salida n°1).....	211
8.1.1.2.2.1. Cálculo por corriente nominal.....	211
8.1.1.2.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	213
8.1.1.2.2.3. Cálculo por caída de tensión	215
8.1.1.2.2.4. Selección de los conductores	218
8.1.1.2.3. Cálculo del distribuidor de iluminación DI12 (TI1-Salida n°2).....	219
8.1.1.2.3.1. Cálculo por corriente nominal.....	219
8.1.1.2.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	220
8.1.1.2.3.3. Cálculo por caída de tensión	221
8.1.1.2.3.4. Selección de los conductores	223
8.1.1.2.4. Cálculo del distribuidor de iluminación DI21 (TI2-Salida n°1).....	224
8.1.1.2.4.1. Cálculo por corriente nominal.....	224
8.1.1.2.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	225
8.1.1.2.4.3. Cálculo por caída de tensión	226
8.1.1.2.4.4. Selección de los conductores	228
8.1.1.2.5. Cálculo del distribuidor de iluminación DI22 (TI2-Salida n°2).....	229
8.1.1.2.5.1. Cálculo por corriente nominal.....	229
8.1.1.2.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	230

8.1.1.2.5.3. Cálculo por caída de tensión	231
8.1.1.2.5.4. Selección de los conductores	233
8.1.1.2.6. Cálculo del distribuidor de iluminación DI31 (TI3-Salida n°1).....	234
8.1.1.2.6.1. Cálculo por corriente nominal.....	234
8.1.1.2.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	235
8.1.1.2.6.3. Cálculo por caída de tensión	236
8.1.1.2.6.4. Selección de los conductores	240
8.1.1.2.7. Cálculo del distribuidor de iluminación DI32 (TI3-Salida n°2).....	240
8.1.1.2.7.1. Cálculo por corriente nominal.....	240
8.1.1.2.7.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	241
8.1.1.2.7.3. Cálculo por caída de tensión	242
8.1.1.2.7.4. Selección de los conductores	245
8.1.1.2.8. Cálculo del distribuidor de iluminación DI33 (TI3-Salida n°3).....	245
8.1.1.2.8.1. Cálculo por corriente nominal.....	245
8.1.1.2.8.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	246
8.1.1.2.8.3. Cálculo por caída de tensión	247
8.1.1.2.8.4. Selección de los conductores	251
8.1.1.2.9. Cálculo del distribuidor de iluminación DI41 (TI4-Salida n°1).....	252
8.1.1.2.9.1. Cálculo por corriente nominal.....	252
8.1.1.2.9.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	253
8.1.1.2.9.3. Cálculo por caída de tensión	254
8.1.1.2.9.4. Selección de los conductores	256
8.1.1.2.10. Cálculo del distribuidor de iluminación DI42 (TI4-Salida n°2).....	257
8.1.1.2.10.1. Cálculo por corriente nominal.....	257
8.1.1.2.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	258
8.1.1.2.10.3. Cálculo por caída de tensión	259
8.1.1.2.10.4. Selección de los conductores.....	261
8.1.1.2.11. Cálculo del distribuidor de iluminación DI51 (TI5-Salida n°1).....	262
8.1.1.2.11.1. Cálculo por corriente nominal.....	262
8.1.1.2.11.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	263
8.1.1.2.11.3. Cálculo por caída de tensión	264

8.1.1.2.11.4. Selección de los conductores.....	267
8.1.1.2.12. Cálculo del distribuidor de iluminación DI52 (TI5-Salida n°2).....	268
8.1.1.2.12.1. Cálculo por corriente nominal.....	268
8.1.1.2.12.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	269
8.1.1.2.12.3. Cálculo por caída de tensión	270
8.1.1.2.12.4. Selección de los conductores.....	273
8.1.1.2.13. Cálculo del distribuidor de iluminación DI61 (TI6-Salida n°1).....	273
8.1.1.2.13.1. Cálculo por corriente nominal.....	273
8.1.1.2.13.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	274
8.1.1.2.13.3. Cálculo por caída de tensión	275
8.1.1.2.13.4. Selección de los conductores.....	277
8.1.1.2.14. Cálculo del distribuidor de iluminación DI62 (TI6-Salida n°2).....	278
8.1.1.2.14.1. Cálculo por corriente nominal.....	278
8.1.1.2.14.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	279
8.1.1.2.14.3. Cálculo por caída de tensión	280
8.1.1.2.14.4. Selección de los conductores.....	284
8.1.1.2.15. Cálculo del distribuidor de iluminación DI71 (TI7-Salida n°1).....	285
8.1.1.2.15.1. Cálculo por corriente nominal.....	285
8.1.1.2.15.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	286
8.1.1.2.15.3. Cálculo por caída de tensión	287
8.1.1.2.15.4. Selección de los conductores.....	289
8.1.1.2.16. Cálculo del distribuidor de iluminación DI72 (TI7-Salida n°2).....	290
8.1.1.2.16.1. Cálculo por corriente nominal.....	290
8.1.1.2.16.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	291
8.1.1.2.16.3. Cálculo por caída de tensión	292
8.1.1.2.16.4. Selección de los conductores.....	295
8.1.1.2.17. Cálculo del distribuidor de iluminación DI81 (TI8-Salida n°1).....	295
8.1.1.2.17.1. Cálculo por corriente nominal.....	295
8.1.1.2.17.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	296
8.1.1.2.17.3. Cálculo por caída de tensión	297
8.1.1.2.17.4. Selección de los conductores.....	300

8.1.1.2.18. Cálculo del distribuidor de iluminación DI82 (TI8-Salida n°2).....	300
8.1.1.2.18.1. Cálculo por corriente nominal.....	300
8.1.1.2.18.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	301
8.1.1.2.18.3. Cálculo por caída de tensión	302
8.1.1.2.18.4. Selección de los conductores.....	305
8.1.1.2.19. Cálculo del distribuidor de iluminación DI91 (TI9-Salida n°1).....	306
8.1.1.2.19.1. Cálculo por corriente nominal.....	306
8.1.1.2.19.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	307
8.1.1.2.19.3. Cálculo por caída de tensión	308
8.1.1.2.19.4. Selección de los conductores.....	311
8.1.1.2.20. Cálculo del distribuidor de iluminación DI92 (TI9-Salida n°2).....	311
8.1.1.2.20.1. Cálculo por corriente nominal.....	311
8.1.1.2.20.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	312
8.1.1.2.20.3. Cálculo por caída de tensión	313
8.1.1.2.20.4. Selección de los conductores.....	316
8.1.1.2.21. Cálculo del distribuidor de iluminación DI101 (TI10-Salida n°1).....	317
8.1.1.2.21.1. Cálculo por corriente nominal.....	317
8.1.1.2.21.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	318
8.1.1.2.21.3. Cálculo por caída de tensión	319
8.1.1.2.21.4. Selección de los conductores.....	323
8.1.1.2.22. Cálculo del distribuidor de iluminación DI102 (TI10-Salida n°2).....	324
8.1.1.2.22.1. Cálculo por corriente nominal.....	324
8.1.1.2.22.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	325
8.1.1.2.22.3. Cálculo por caída de tensión	326
8.1.1.2.22.4. Selección de los conductores.....	329
8.1.1.3. Alimentadores desde los tableros secundarios hasta los tableros de iluminación	330
8.1.1.3.1. Cálculo del alimentador de iluminación AI11 (TS1-TI1)	330
8.1.1.3.1.1. Cálculo por corriente nominal.....	330
8.1.1.3.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	331
8.1.1.3.1.3. Cálculo por caída de tensión	332

8.1.1.3.1.4. Selección de los conductores	334
8.1.1.3.2. Cálculo del alimentador de iluminación AI22 (TS2-TI2)	334
8.1.1.3.2.1. Cálculo por corriente nominal.....	334
8.1.1.3.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	335
8.1.1.3.2.3. Cálculo por caída de tensión	336
8.1.1.3.2.4. Selección de los conductores	338
8.1.1.3.3. Cálculo del alimentador de iluminación AI33 (TS3-TI3)	338
8.1.1.3.3.1. Cálculo por corriente nominal.....	338
8.1.1.3.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	339
8.1.1.3.3.3. Cálculo por caída de tensión	340
8.1.1.3.3.4. Selección de los conductores	342
8.1.1.3.4. Cálculo del alimentador de iluminación AI44 (TS4-TI4)	342
8.1.1.3.4.1. Cálculo por corriente nominal.....	342
8.1.1.3.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	343
8.1.1.3.4.3. Cálculo por caída de tensión	344
8.1.1.3.4.4. Selección de los conductores	346
8.1.1.3.5. Cálculo del alimentador de iluminación AI55 (TS5-TI5)	346
8.1.1.3.5.1. Cálculo por corriente nominal.....	346
8.1.1.3.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	347
8.1.1.3.5.3. Cálculo por caída de tensión	348
8.1.1.3.5.4. Selección de los conductores	350
8.1.1.3.6. Cálculo del alimentador de iluminación AI66 (TS6-TI6)	350
8.1.1.3.6.1. Cálculo por corriente nominal.....	350
8.1.1.3.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	351
8.1.1.3.6.3. Cálculo por caída de tensión	352
8.1.1.3.6.4. Selección de los conductores	354
8.1.1.3.7. Cálculo del alimentador de iluminación AI77 (TS7-TI7)	354
8.1.1.3.7.1. Cálculo por corriente nominal.....	354
8.1.1.3.7.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	355
8.1.1.3.7.3. Cálculo por caída de tensión	356
8.1.1.3.7.4. Selección de los conductores	358

8.1.1.3.8. Cálculo del alimentador de iluminación AI88 (TS8-TI8)	358
8.1.1.3.8.1. Cálculo por corriente nominal.....	358
8.1.1.3.8.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	359
8.1.1.3.8.3. Cálculo por caída de tensión	360
8.1.1.3.8.4. Selección de los conductores	362
8.1.1.3.9. Cálculo del alimentador de iluminación AI99 (TS9-TI9)	362
8.1.1.3.9.1. Cálculo por corriente nominal.....	362
8.1.1.3.9.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	363
8.1.1.3.9.3. Cálculo por caída de tensión	364
8.1.1.3.9.4. Selección de los conductores	366
8.1.1.3.10. Cálculo del alimentador de iluminación AI1010 (TS10-TI10)	366
8.1.1.3.10.1. Cálculo por corriente nominal.....	366
8.1.1.3.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	367
8.1.1.3.10.3. Cálculo por caída de tensión	368
8.1.1.3.10.4. Selección de los conductores.....	370
8.1.1.4. Alimentadores desde los tableros principales hasta los tableros secundarios	370
8.1.1.4.1. Cálculo del alimentador secundario AS11 (TP1-TS1)	370
8.1.1.4.1.1. Cálculo por corriente nominal.....	370
8.1.1.4.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	372
8.1.1.4.1.3. Cálculo por caída de tensión	374
8.1.1.4.1.4. Selección de los conductores	375
8.1.1.4.2. Cálculo del alimentador secundario AS12 (TP1-TS2).....	376
8.1.1.4.2.1. Cálculo por corriente nominal.....	376
8.1.1.4.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	377
8.1.1.4.2.3. Cálculo por caída de tensión	378
8.1.1.4.2.4. Selección de los conductores	379
8.1.1.4.3. Cálculo del alimentador secundario AS13 (TP1-TS3).....	380
8.1.1.4.3.1. Cálculo por corriente nominal.....	380
8.1.1.4.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	381
8.1.1.4.3.3. Cálculo por caída de tensión	382

8.1.1.4.3.4. Selección de los conductores	383
8.1.1.4.4. Cálculo del alimentador secundario AS24 (TP2-TS4)	384
8.1.1.4.4.1. Cálculo por corriente nominal.....	384
8.1.1.4.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	385
8.1.1.4.4.3. Cálculo por caída de tensión	386
8.1.1.4.4.4. Selección de los conductores	388
8.1.1.4.5. Cálculo del alimentador secundario AS25 (TP2-TS5)	388
8.1.1.4.5.1. Cálculo por corriente nominal.....	388
8.1.1.4.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	389
8.1.1.4.5.3. Cálculo por caída de tensión	390
8.1.1.4.5.4. Selección de los conductores	392
8.1.1.4.6. Cálculo del alimentador secundario AS36 (TP3-TS6)	392
8.1.1.4.6.1. Cálculo por corriente nominal.....	392
8.1.1.4.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	394
8.1.1.4.6.3. Cálculo por caída de tensión	395
8.1.1.4.6.4. Selección de conductores	396
8.1.1.4.7. Cálculo del alimentador secundario AS37 (TP3-TS7)	397
8.1.1.4.7.1. Cálculo por corriente nominal.....	397
8.1.1.4.7.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	398
8.1.1.4.7.3. Cálculo por caída de tensión	399
8.1.1.4.7.4. Selección de los conductores	400
8.1.1.4.8. Cálculo del alimentador secundario AS48 (TP4-TS8)	401
8.1.1.4.8.1. Cálculo por corriente nominal.....	401
8.1.1.4.8.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	402
8.1.1.4.8.3. Cálculo por caída de tensión	403
8.1.1.4.8.4. Selección de los conductores	405
8.1.1.4.9. Cálculo del alimentador secundario AS49 (TP4-TS9)	405
8.1.1.4.9.1. Cálculo por corriente nominal.....	405
8.1.1.4.9.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	406
8.1.1.4.9.3. Cálculo por caída de tensión	407
8.1.1.4.9.4. Selección de los conductores	409

8.1.1.4.10. Cálculo del alimentador secundario AS410 (TP4-TS10)	409
8.1.1.4.10.1. Cálculo por corriente nominal.....	409
8.1.1.4.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito.....	411
8.1.1.4.10.3. Cálculo por caída de tensión	412
8.1.1.4.10.4. Selección de los conductores.....	413
8.1.1.5. Alimentadores desde los transformadores hasta los tableros principales .	414
8.1.1.5.1. Cálculo del alimentador principal AP11 (T1-TP1).....	414
8.1.1.5.1.1. Cálculo por corriente nominal.....	414
8.1.1.5.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	415
8.1.1.5.1.3. Cálculo por caída de tensión	416
8.1.1.5.1.4. Selección de los conductores	418
8.1.1.5.2. Cálculo del alimentador principal AP12 (T1-TP2)	418
8.1.1.5.2.1. Cálculo por corriente nominal.....	418
8.1.1.5.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	419
8.1.1.5.2.3. Cálculo por caída de tensión	420
8.1.1.5.2.4. Selección de los conductores	422
8.1.1.5.3. Cálculo del alimentador principal AP23 (T2-TP3)	422
8.1.1.5.3.1. Cálculo por corriente nominal.....	422
8.1.1.5.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	424
8.1.1.5.3.3. Cálculo por caída de tensión	425
8.1.1.5.3.4. Selección de los conductores	426
8.1.1.5.4. Cálculo del alimentador principal AP24 (T2-TP4)	427
8.1.1.5.4.1. Cálculo por corriente nominal.....	427
8.1.1.5.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito	428
8.1.1.5.4.3. Cálculo por caída de tensión	429
8.1.1.5.4.4. Selección de los conductores	430
8.1.1.6. Cálculo de las caídas de tensión porcentuales acumuladas en condiciones normales de trabajo.....	431
8.1.1.7. Cálculo de los cierres entre distribuidores	434
8.1.1.7.1. Cierre entre los distribuidores D12 y D61	435
8.1.1.7.2. Cierre entre los distribuidores D22 y D71	440

8.1.1.7.3. Cierre entre los distribuidores D52 y D81	445
8.1.1.7.4. Cierre entre los distribuidores D11 y D21	450
8.1.1.7.5. Cierre entre los distribuidores D62 y D72.....	455
8.1.1.7.6. Cierre entre los distribuidores D31 y D33.....	461
8.1.1.7.7. Cierre entre los distribuidores D32 y D33.....	466
8.1.1.7.8. Cierre entre los distribuidores D41 y D51.....	471
8.1.1.7.9. Cierre entre los distribuidores D82 y D92.....	476
8.1.1.7.10. Cierre entre los distribuidores D92 y D102.....	482
8.1.1.7.11. Cierre entre los distribuidores D91 y D101	488
8.1.1.7.12. Cierre entre los distribuidores D42 y D91	494
8.1.1.7.13. Cálculo de las caídas de tensión porcentuales acumuladas en condiciones de emergencia por falla de distribuidores	500
8.1.1.8. Cálculo de los cierres entre los alimentadores secundarios	505
8.1.1.8.1. Cierre entre los alimentadores secundarios AS11 y AS12	505
8.1.1.8.2. Cierre entre los alimentadores secundarios AS24 y AS25	507
8.1.1.8.3. Cierre entre los alimentadores secundarios AS36 y AS37	510
8.1.1.8.4. Cierre entre los alimentadores secundarios AS48 y AS49	513
8.1.1.8.5. Cierres para los alimentadores secundarios AS13 y AS410.....	516
8.1.1.8.6. Cálculo de las caídas de tensión porcentuales acumuladas en condiciones de emergencia por falla de los alimentadores secundarios	518
8.1.1.9. Resumen de secciones y longitudes de conductores	524
8.1.2. Selección de los empalmes termocontraibles	524
8.1.3. Selección de los terminales termocontraibles.....	527
8.1.4. Selección de los materiales constructivos	530
8.1.4.1. Determinación de las dimensiones de la zanja.....	530
8.1.4.2. Determinación de la cantidad de arena, ladrillos y caños	538
8.2. Selección de los materiales para los tableros principales, secundarios y de iluminación y para los pilares de medición	551
8.3. Selección de los materiales de PAT.....	560
8.3.1. Selección de las jabalinas	560
8.3.2. Selección de las cajas de inspección	563

8.3.3.	Selección de los conductores.....	564
8.3.4.	Selección de los terminales de indentar.....	569
8.3.5.	Selección de las barras equipotenciales.....	570
8.3.6.	Determinación de la resistencia de PAT.....	573
9.	Computo de materiales y presupuesto.....	577
9.1.	Computo de presupuesto para materiales de LSMT.....	577
9.2.	Computo de presupuesto para materiales de LSBT.....	581
9.3.	Computo de presupuesto para materiales de LSMT y LSBT.....	584
9.4.	Computo de presupuesto para mano de obra de LSMT y LSBT.....	584
9.5.	Computo de presupuesto total.....	586
10.	Listado de tablas.....	587
11.	Listado de figuras.....	587
12.	Referencias bibliográficas.....	596

1. Planteo del problema

Se desea llevar a cabo un nuevo emprendimiento inmobiliario de tipo “club de campo” en un loteo ubicado al oeste de la ciudad de Concepción del Uruguay, en la provincia de Entre Ríos, sobre el kilómetro 142 de la Ruta Provincial 39 ($32^{\circ}28'59,47''$ S - $58^{\circ}21'27,08''$ O).



Figura MC-1: Ubicación general y vista aérea del predio en el que se alojará el emprendimiento.

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Teniendo presente que, a la fecha, el citado terreno no cuenta con ningún tipo de infraestructura de servicios, se hace necesario elaborar la ingeniería para el sistema de abastecimiento eléctrico, el cual se constituirá de dos líneas subterráneas, una de ellas de media tensión y la restante de baja tensión.

La proyectación de dichas líneas se realizará de manera tal que puedan proveer en forma confiable, segura y con mínimo impacto ambiental a los terrenos que primero se ocuparán en el predio, correspondiendo los mismos a las manzanas de la primera etapa del desarrollo y a sus vías internas de circulación.

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 19 de 598
---	------------	---------	------------------



Figura MC-2: Distribución de zonas propuesta y extensión de la primera etapa (delimitada por líneas rojas).

2. Elección del tipo de línea de media tensión (MT)

2.1. Descripción de la zona de emplazamiento

La zona geográfica donde se ubica el predio a abastecer se caracteriza por presentar velocidades de viento no despreciables, además de frecuentes descargas atmosféricas debidas a la alta electropositividad del suelo.

Esta combinación de factores puede llevar a la interrupción del suministro por fallas relacionadas con caídas de estructuras de soporte y con contactos de elementos extraños (como ramas de árboles) con los conductores aéreos.

Tales inconvenientes repercuten de forma muy negativa en la confiabilidad y seguridad del servicio, por lo que deben ser minimizados todo lo posible.

2.2. Comparación de las alternativas disponibles

Para el nivel de tensión (33 kV) y el tipo de localización (suburbana) con que se cuenta, lo más común es adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Línea aérea con disposición line-post: Conductores desnudos colocados sobre aisladores vinculados con herrajes fijos a estructuras de suspensión/retención.
- Línea aérea con disposición compacta: Solución similar a la anterior con los conductores colocados más próximos entre sí gracias a un espaciador que también los vincula a un cable portante.
- Línea subterránea: Conductores aislados colocados dentro de zanjas con una profundidad y una protección mecánica adecuadas.

Al cotejar el desempeño de las mismas, se llega a la siguiente tabla:

Tipo de construcción de la línea		Criterio de selección		
		Capacidad de reducción de fallas	Capacidad de reducción de impacto ambiental	Costo por metro
Aérea	Line-post	Menor	Menor	Menor
	Compacta	Intermedia	Intermedia	Intermedio
Subterránea		Mayor	Mayor	Mayor

Tabla MC-1: Comparación entre los distintos tipos de líneas utilizables.

Como puede observarse, la solución subterránea está menos expuesta a fallas e implica una menor alteración del entorno natural que cualquiera de las variantes aéreas, aunque resulta algo más costosa.

Esto se explica porque, a diferencia de lo que ocurre con las dos primeras, en la tercera opción los conductores quedan al resguardo de las inclemencias atmosféricas y no requieren el uso de soportes que contaminan visualmente el paisaje y modifican el hábitat de la fauna y flora local.

No obstante, aparece la necesidad de utilizar cables más reforzados y de excavar zanjas en lugar de pozos.

Se destaca que, al elegir el tipo de línea, además del costo de construcción por metro, se deben tener presente los efectos negativos asociados al corte recurrente del servicio y el hecho de que las necesidades de mantenimiento de una instalación enterrada son mínimas.

2.3. Justificación de la alternativa elegida

Se adopta la solución subterránea por considerarse que, para el caso analizado, lo más importante es minimizar la posibilidad de interrupción del suministro incluso si el costo de construcción es algo más elevado.

Esta decisión también se fundamenta en que, al disponerse los conductores bajo tierra, se brinda mayor libertad para aprovechar el espacio disponible a los arquitectos, lo cual resulta favorable en términos estéticos y funcionales para el emprendimiento.

3. Elección de la traza de la línea de MT

3.1.Descripción de las instalaciones existentes

La única instalación eléctrica de consideración en las proximidades del predio es una línea troncal aérea de MT (33 kV) que pertenece a ENERSA y que cuenta con una terna simple soportada por estructuras de tipo reticulado metálico.

Ésta discurre de este a oeste siguiendo la traza de la Ruta Provincial 39 y se ubica aproximadamente en la mitad de la franja de terreno público que separa la parte frontal del terreno de la vía de circulación.

Debido a que la instalación proyectada se alimentará de esta línea en dos puntos específicos, el hecho de que se sitúe del mismo lado de la ruta que el loteo simplifica el diseño al hacer innecesario efectuar un cruce de camino.

3.2.Justificación de la traza elegida

Se elige trabajar con dos líneas laterales por entenderse que, de esa forma, es posible alimentar a los transformadores con una instalación cuya traza es prácticamente recta, acotada y libre de interferencias (tanto actuales como futuras), algo que reduce su costo haciéndola más viable.

En lo que respecta a las acometidas, se busca que queden localizadas lo más cerca posible de los laterales del terreno para evitar un incremento innecesario en la longitud de los conductores.

En cuanto a los centros de transformación, su ubicación responde tanto a la necesidad de situarlos en las cercanías del centro de carga (nuevamente, para reducir la extensión de los cables) como a la disponibilidad de espacio.

4. Estimación de la demanda

Con el objetivo de determinar la sección de los conductores que integran la LSMT, se calcula la demanda de potencia del loteo completo, repitiéndose luego el procedimiento solo con las cargas de la primera etapa del desarrollo para conocer la potencia de los transformadores.

Todo esto se hace siguiendo las directivas de las Referencias Bibliográficas 1 y 2.

4.1. Estimación de la demanda total del loteo

4.1.1. Cálculo de la potencia mínima a considerar

4.1.1.1. Cálculo según ENERSA

Se consideran las siguientes densidades de carga mínimas para las cuales se contempla la posibilidad de ampliación de la superficie cubierta según el tipo de vivienda, su terreno remanente y el régimen de propiedad vigente:

Tipo de infraestructura	Sup. de cálculo	Densidad carga
Loteo urbano o suburbano	Sup. terrenos	8 Watt/m ²
Conjunto de viviendas unifamiliares	Sup. edificada	20 Watt/m ²
Viviendas colectivas (*)	Sup. Edificada total	25 Watt/m ²

(*) Incluir superficies comunes tales como paliers, pasillos, bauleras, cocheras, etc.

Figura MC-3: Densidades de carga mínimas en función del tipo de infraestructura.

Teniendo presente el espacio que el emprendimiento destinará a parcelas de uso habitacional, se determina que la superficie total a abastecer será de 415992,73 m².

Es posible entonces obtener la potencia necesaria para la obra entendiendo a la infraestructura como un “loteo urbano o suburbano” o como un “conjunto de viviendas unifamiliares”.

En el primer caso, donde corresponde adoptar una densidad de carga de 8 W/m², se tiene la siguiente potencia activa total:

$$P_t = A_t * D_c$$

$$P_t = 415992,73 \text{ m}^2 * 8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$P_t = 3327941,84 \text{ W} = 3327,94 \text{ kW}$$

Considerando que se dispone de 462 parcelas, la potencia activa para cada una de ellas será:

$$P_p = \frac{P_t}{N_p}$$

$$P_p = \frac{3327,94 \text{ kW}}{462 \text{ parcelas}}$$

$$P_p = 7,20 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}}$$

En el segundo caso, el cálculo de potencia se realiza recurriendo al factor de ocupación del suelo (FOS) que determina la Referencia Bibliográfica 3.

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

El mismo tiene un valor de 0,40 dado que el loteo para el que se proyecta pertenece al tipo R4 por ser un “Distrito residencial exclusivo de baja densidad”:

Distrito	FOS	FOT	Tipología	Retiros mínimos			Alturas máximas h=	Parcelamiento mínimo	
				Frente (m)	Lateral	Fondo		Frente (m)	Sup. (m)
C1	0,75	1,2	EM	Se exige construir sobre LM	Se exige construir entre medianeras	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	12.00m	8.66	170
C2	0,75	1,2	EM	Se exige construir sobre LM En edif. catalogados se exige mantener la fachada	Se exige construir entre medianeras	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	9.00m En edif. nuevas deberá respetarse la altura de fachada de algún edif. catalogado de la cuadra.	8.66	170
DPH	0,75	1,2		Se exige construir sobre LM En edif. catalogados se exige mantener la fachada	Se exige construir entre medianeras	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	9.00m En edif. nuevas deberá respetarse la altura de fachada de algún edif. catalogado de la cuadra.	8.66	170
R1	0,75	1,2	EM PL	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	Se puede construir entre medianeras o edificios de perim. Libre o semilibre	En manzanas del casco histórico a partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	tg α= h/d= 1.50	8.66	170
R2	0,60	0,75	EM PL	Se puede construir sobre LM o con retiros de frente	Se puede construir entre medianeras o edificios de perim. Libre o semilibre	A partir de los 3m de altura: l= 0.375 a	9.00m	8.66	200
R3	0,75	3	PL SM	3.00 si no esta en frente de Bv. o Verde	4.00	6.00 y 20 % superf. lote	tg α= h/d = 1 *3 EM = 12 m	17.32	500
R4	0,4	0,5	PL	3.00	2.00	6.00	9.00m	15	500
R5 s/c	0,60	0,75	EM PL	3.00	Se puede construir entre medianeras o edificios de perim. Libre o semilibre	6.00	9.00m	15.00	400

Figura MC-4: Factor de ocupación de suelo en función del tipo de distrito.

Teniendo en cuenta lo anterior, se llega a la superficie edificada total del loteo:

$$A_e = A_t * FOS$$

$$A_e = 415992,73 \text{ m}^2 * 0,40$$

$$A_e = 166397,09 \text{ m}^2$$

Debido a que la densidad de carga a adoptar es de 20 W/m², se tiene que la potencia activa total será:

$$P_t = A_e * D_c$$

$$P_t = 166397,09 \text{ m}^2 * 20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$P_t = 3327941,80 \text{ W} = 3327,94 \text{ kW}$$

Por consiguiente, la potencia activa por parcela estará dada por:

$$P_p = \frac{P_t}{N_p}$$

$$P_p = \frac{3327,94 \text{ kW}}{462 \text{ parcelas}}$$

$$P_p = 7,20 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}}$$

Dado que los valores obtenidos al aplicar ambos criterios son idénticos entre sí, se tiene la certeza de que los cálculos realizados son correctos.

En conjunto con esta potencia activa en kW, es necesario considerar una componente reactiva en kVAr que, a pesar de no desarrollar trabajo, obliga a sobredimensionar las instalaciones para transportar mayor corriente que la estrictamente requerida.

Por tal motivo, se adopta un factor de potencia de 0,85 para obtener la siguiente potencia aparente por parcela:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

$$S_p = \frac{7,20 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}}}{0,85}$$

$$S_p = 8,47 \frac{kVA}{parcela}$$

4.1.1.2. Calculo según AEA

Según establece la sección 771.8, la demanda de potencia máxima simultanea (DPMS) de una vivienda es función del grado de electrificación de la misma que, a su vez, varía dependiendo de la superficie de cada unidad habitacional.

Teniendo en cuenta la superficie de uso habitacional y el número de parcelas en que la misma está dividida, se puede establecer la superficie promedio de cada una de ellas:

$$A_{tp} = \frac{A_t}{N_p}$$

$$A_{tp} = \frac{415992,73 \text{ m}^2}{462 \text{ parcelas}}$$

$$A_{tp} = 900,42 \frac{\text{m}^2}{parcela}$$

Este valor debe ser afectado por el FOS previamente determinado, por lo que la superficie edificada por parcela será:

$$A_{ep} = A_{tp} * FOS$$

$$A_{ep} = 900,42 \frac{\text{m}^2}{parcela} * 0,40$$

$$A_{ep} = 360,17 \frac{\text{m}^2}{parcela}$$

A partir de este valor se deduce que el grado de electrificación de la vivienda promedio es “superior” por contarse con una superficie edificada por parcela mayor a los 200 m²:

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea calculada (sólo para determinar el grado de electrificación)
Mínimo	hasta 60 m ²	hasta 3,7 kVA
Medio	más de 60 m ² hasta 130 m ²	hasta 7 kVA
Elevado	más de 130 m ² hasta 200 m ²	hasta 11 kVA
Superior	más de 200 m ²	más de 11 kVA

Figura MC-5: Grado de electrificación de las viviendas en función de su superficie edificada por parcela.

De acuerdo con la tabla 771.8.I, la DPMS para superficies de más de 200 m² debe ser superior a los 11 kVA.

Por lo tanto, se determina que la potencia aparente por parcela será:

$$S_p = 11 \frac{kVA}{parcela}$$

4.1.2. Cálculo de la potencia total instalada

4.1.2.1. Determinación de las características del loteo

El loteo para el cual se está diseñando el suministro eléctrico cuenta con una distribución en 19 manzanas que a continuación se detalla:

- Manzana 1: 24 parcelas
- Manzana 2: No está dividida en parcelas por ser de uso recreativo.
- Manzana 3: 26 parcelas

- Manzana 4: 48 parcelas
- Manzana 5: 14 parcelas
- Manzana 6: 5 parcelas
- Manzana 7: 52 parcelas
- Manzana 8: 5 parcelas
- Manzana 9: 30 parcelas
- Manzana 10: 54 parcelas
- Manzana 11: 11 parcelas
- Manzana 12: 32 parcelas
- Manzana 13: 32 parcelas
- Manzana 14: 32 parcelas
- Manzana 15: 28 parcelas
- Manzana 16: 11 parcelas
- Manzana 17: 24 parcelas
- Manzana 18: 24 parcelas
- Manzana 19: 10 parcelas

4.1.2.2. Cálculo de la carga total por lotes

Primeramente, se adopta una potencia aparente por parcela de 11 kVA por ser, de los dos calculados, el valor que representa la condición más desfavorable.

Dada la cantidad de parcelas con que cuenta la propiedad, la potencia aparente total para lotes habitacionales será:

$$S_{tp} = S_p * N_p$$

$$S_{tp} = 11 \frac{kVA}{parcela} * 462 \text{ parcelas}$$

$$S_{tp} = 5082 \text{ kVA}$$

4.1.2.3. Cálculo de la carga por servicios auxiliares

Para que el sistema abastezca adecuadamente al club de campo, se deben considerar, además de las cargas propias de las unidades habitacionales, las relacionadas con la iluminación de calles y con los servicios básicos (bombeo de agua potable y efluentes cloacales).

Estas últimas, se estima, representan alrededor de un 20% de la potencia aparente antes establecida, por lo que se tiene que la potencia aparente para servicios auxiliares será:

$$S_s = S_{tp} * 0,20$$

$$S_s = 5082 \text{ kVA} * 0,20$$

$$S_s = 1016,40 \text{ kVA}$$

4.1.2.4. Cálculo de la carga total instalada

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, la carga total instalada para el predio estará dada por:

$$S_{ti} = S_{tp} + S_s$$

$$S_{ti} = 5082 \text{ kVA} + 1016,40 \text{ kVA}$$

$$S_{ti} = 6098,40 \text{ kVA}$$

Si bien el suministro a las viviendas puede ser monofásico o trifásico, siguiendo la recomendación de la sección 771.9.3.3, se adopta la segunda opción para mantener el equilibrio del sistema.

4.1.3. Cálculo de la potencia a solicitar

4.1.3.1. Determinación de los factores de corrección

Es necesario definir un factor de simultaneidad y otro de carga total que afectarán el cálculo de la potencia a transportar por cada distribuidor o alimentador:

Tipo de infraestructura	Factor simultaneidad
Loteo urbano o suburbano	0,70
Conjunto de viviendas unifamiliares	0,70
Viviendas colectivas	0,70

Figura MC-6: Factores de simultaneidad en función del tipo de infraestructura.

Debido a que el entender a la infraestructura como un loteo o como un conjunto de viviendas no es influyente, se adopta un factor de simultaneidad de 0,70.

Para loteo o conjuntos habitacionales de hasta 30 unidades	1
Para loteo o conjuntos habitacionales entre 31 y 150 unidades	0.6
Para loteo o conjuntos habitacionales para más de 150 unidades	0.7

Figura MC-7: Factores de carga en función del número de unidades que posee el loteo.

Dada la cantidad de unidades habitacionales de la que se dispone en el predio, corresponde trabajar con un factor de carga de 0,70.

4.1.3.2. Cálculo de la potencia a solicitar

Esta potencia se calcula afectando el valor recién obtenido por los correspondientes factores de simultaneidad y carga:

$$S_{ts} = S_{ti} * f_s * f_c$$

$$S_{ts} = 6098,40 \text{ kVA} * 0,70 * 0,70$$

$$S_{ts} = 2988,22 \text{ kVA}$$

Se adopta como potencia aparente a solicitar para las dos líneas que abastecen al predio la inmediata superior comercialmente disponible:

$$S_{ts} = 3000 \text{ kVA}$$

Por consiguiente, los conductores de cada una de las líneas deberán contar con una sección que les permita transportar la siguiente potencia aparente:

$$S_{is} = \frac{S_{ts}}{2} = \frac{3000 \text{ kVA}}{2} = 1500 \text{ kVA}$$

4.2. Estimación de la demanda particular de la primera etapa

4.2.1. Cálculo de la potencia mínima a considerar

4.2.1.1. Cálculo según ENERSA

Al igual que antes, se definen dos densidades de carga mínimas de 8 y 20 W/m² para infraestructuras de tipo “loteo urbano o suburbano” y “conjunto de viviendas unifamiliares”.

En este caso, dado que solo se considera la primera etapa del desarrollo, la superficie total estará definida por las áreas de las manzanas incluidas dentro de la misma:

$$A_t = A_{m8} + A_{m9} + A_{m10} + A_{m11} + A_{m12}$$

$$A_t = 4286,17 \text{ m}^2 + 24305,47 \text{ m}^2 + 53269,36 \text{ m}^2 + 9462,92 \text{ m}^2 + 26278,26 \text{ m}^2$$

$$A_t = 117602,18 \text{ m}^2$$

Aplicando el primero de los criterios, se tiene que la potencia activa total será:

$$P_t = A_t * D_c$$

$$P_t = 117602,18 \text{ m}^2 * 8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$P_t = 940817,44 \text{ W} = 940,82 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta que en la primera etapa se dispone de solo 132 parcelas, la potencia activa por cada una de ellas será:

$$P_p = \frac{P_t}{N_p}$$

$$P_p = \frac{940,82 \text{ kW}}{132 \text{ parcelas}}$$

$$P_p = 7,13 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}}$$

Si se emplea el segundo de los criterios aplicando el mismo FOS, se llega a la superficie edificada total:

$$A_e = A_t * FOS$$

$$A_e = 117602,18 \text{ m}^2 * 0,40$$

$$A_e = 47040,87 \text{ m}^2$$

A su vez, se tiene que la potencia activa total será:

$$P_t = A_e * D_c$$

$$P_t = 47040,87 \text{ m}^2 * 20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$P_t = 940817,40 \text{ W} = 940,82 \text{ kW}$$

De esta manera, la potencia activa por parcela estará dada por:

$$P_p = \frac{P_t}{N_p}$$

$$P_p = \frac{940,82 \text{ kW}}{132 \text{ parcelas}}$$

$$P_p = 7,13 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}}$$

Debido a que los valores obtenidos en ambos casos son coincidentes entre sí, nuevamente se ratifica que los cálculos realizados son correctos.

Considerando el mismo factor de potencia que en el apartado anterior, se obtiene la potencia aparente por parcela:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

$$S_p = \frac{7,13 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}}}{0,85}$$

$$S_p = 8,39 \frac{\text{kVA}}{\text{parcela}}$$

4.2.1.2.Cálculo según AEA

Considerando la superficie de uso habitacional incluida en la primera etapa y el número de parcelas que la componen, se determina la superficie promedio de cada una de ellas:

$$A_{tp} = \frac{A_t}{N_p}$$

$$A_{tp} = \frac{117602,18 \text{ m}^2}{132 \text{ parcelas}}$$

$$A_{tp} = 890,93 \frac{m^2}{parcela}$$

Al afectar este valor por el FOS, se tiene que la superficie edificada por cada parcela será:

$$A_{ep} = A_{tp} * FOS$$

$$A_{ep} = 890,93 \frac{m^2}{parcela} * 0,40$$

$$A_{ep} = 356,37 \frac{m^2}{parcela}$$

Comparando este valor con los de la tabla 771.8.I, se concluye que el grado de electrificación de la vivienda promedio es “superior” y que la DPMS a adoptar debe ser superior a los 11 kVA.

Por lo tanto, la potencia aparente por parcela será:

$$S_p = 11 \frac{kVA}{parcela}$$

4.2.2. Cálculo de la potencia total instalada

4.2.2.1. Determinación de las características de la primera etapa

En este caso, la porción de loteo para la cual se proyecta cuenta con la siguiente distribución en 5 manzanas:

- Manzana 8: 5 parcelas
- Manzana 9: 30 parcelas

- Manzana 10: 54 parcelas
- Manzana 11: 11 parcelas
- Manzana 12: 32 parcelas

4.2.2.2. Cálculo de la carga total por lotes

Para este apartado se adopta una potencia aparente por parcela de 11 kVA por ser el valor que representa la condición más desfavorable.

Teniendo en cuenta el número de parcelas con que cuenta la etapa, la potencia aparente total para lotes habitacionales será:

$$S_{tp} = S_p * N_p$$

$$S_{tp} = 11 \frac{kVA}{parcela} * 132 \text{ parcelas}$$

$$S_{tp} = 1452 \text{ kVA}$$

4.2.2.3. Cálculo de la carga por servicios auxiliares

Una vez más, se considera un porcentaje de carga adicional del 20% para asegurar que se podrán satisfacer las distintas necesidades del emprendimiento, resultando la siguiente potencia aparente para servicios auxiliares:

$$S_s = S_{tp} * 0,20$$

$$S_s = 1452 \text{ kVA} * 0,20$$

$$S_s = 290,40 \text{ kVA}$$

4.2.2.4. Cálculo de la carga total instalada

Por todo lo anterior, la carga total instalada para la primera etapa del desarrollo estará dada por:

$$S_{ti} = S_{tp} + S_s$$

$$S_{ti} = 1452 \text{ kVA} + 290,40 \text{ kVA}$$

$$S_{ti} = 1742,40 \text{ kVA}$$

La distribución de cargas nuevamente se supondrá trifásica por los motivos explicados con anterioridad.

4.2.3. Cálculo de la potencia a solicitar

4.2.3.1. Determinación de los factores de corrección

Por último, se adopta un factor de simultaneidad de 0,70 y un factor de carga que, por el número de parcelas disponibles, pasa a ser de 0,60.

4.2.3.2. Cálculo de la potencia a solicitar

Al afectar el valor anterior por los respectivos factores de corrección, se llega a la potencia aparente total a solicitar:

$$S_{ts} = S_{ti} * f_s * f_c$$

$$S_{ts} = 1742,40 \text{ kVA} * 0,70 * 0,60$$

$$S_{ts} = 731,64 \text{ kVA}$$

Nuevamente, se adopta como potencia aparente a solicitar para las dos líneas la inmediata superior comercialmente disponible:

$$S_{ts} = 800 \text{ kVA}$$

Por lo tanto, cada una de las líneas deberá contar con un transformador capaz de manejar la siguiente potencia aparente:

$$S_{is} = \frac{S_{ts}}{2} = \frac{800 \text{ kVA}}{2} = 400 \text{ kVA}$$

5. Cálculo y selección de componentes de la LSMT

5.1. Selección de los materiales para las zanjas y las cámaras de inspección

5.1.1. Selección de los conductores subterráneos

5.1.1.1. Cálculo por corriente nominal

Se comienza por calcular la corriente de línea en un sistema trifásico a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

Donde:

- I_l : Corriente de línea en A.
- P : Potencia activa a transportar por cada una de las líneas en W.
- U_l : Tensión de línea en V.
- $\cos \varphi$: Factor de potencia adimensional.

La potencia activa se establece a partir de la expresión mostrada a continuación:

$$P = S * \cos \varphi$$

Donde:

- S : Potencia aparente a transportar por cada una de las líneas en VA.

Dado que ya se conocen los valores de los parámetros implicados ($S = S_{is} = 1500 \text{ kVA} = 1500000 \text{ VA}$ y $\cos \varphi = 0,85$), se reemplaza para llegar a que:

$$P = 1500000 \text{ VA} * 0,85 = 1275000 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 33 \text{ kV} = 33000 \text{ V}$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{1275000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 33000 \text{ V} * 0,85} = 26,24 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 4, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185 mm^2 por ser ésta la que ENERSA adopta como normalizada para la mayoría de sus obras de MT:

Cable Retenax Al- 26/33(36) kV - Categoría II						
Datos eléctricos						
Sección nominal	Corriente admisible para cables en aire (cable sin armar)	Corriente admisible para cables en aire (cable armado)	Corriente admisible para cables enterrados (cable sin armar)	Corriente admisible para cables enterrados (cable armado)	Resistencia a 90 °C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	A	A	A	A	ohm/km	ohm/km
Unipolares Cat. II						
95	297	291	257	252	0,410	0,217
120	341	333	292	285	0,324	0,211
150	387	377	327	319	0,264	0,204
185	445	431	370	360	0,210	0,198
240	521	498	428	411	0,160	0,193
300	600	569	483	462	0,128	0,186
400	694	650	551	521	0,0997	0,181
500	797	739	617	577	0,0755	0,173
630	921	840	698	642	0,0617	0,167
800	1035	928	758	703	0,0492	0,159
1000	1160	1040	850	770	0,040	0,153

Figura MC-8: Características de los conductores subterráneos de aluminio para MT de Prysmian.

En las condiciones de instalación previstas, el cable elegido dispone de una corriente admisible de 360 A que, al ser superior al valor calculado, hace que el mismo verifique a este criterio.

Dichas condiciones permiten que los conductores trabajen a 90°C, para lo cual deben ser colocados en forma directa en un plano horizontal, distanciados unos 7 cm, a una profundidad de 1 m en un suelo a 25°C y con una resistividad térmica de 100 °C*cm/W y con un radio de curvatura mínimo igual a 10 veces el diámetro.

5.1.1.2. Cálculo por caída de tensión

Seguidamente, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Donde:

- ΔU_l : Caída de tensión en V.
- k : Constante adimensional dependiente del tipo de sistema.
- I_l : Corriente de línea en A.
- L : Longitud del circuito en km entendida como la distancia que separa los dos puntos entre los cuales se está calculando la caída de tensión.
- R : Resistencia del conductor a la temperatura de servicio en Ω/km .
- φ : Angulo de desfasaje entre la tensión y la corriente en $^\circ$.
- X : Reactancia del conductor a la temperatura de servicio en Ω/km .

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 26,24 \text{ A}$.

La longitud del circuito será igual a un cuarto de la extensión del contorno del terreno puesto que:

- Al trabajarse con dos líneas, la extensión de las mismas una vez completada la totalidad de la obra será igual a la mitad del mencionado contorno.
- Dado que cada una de dichas líneas es un alimentador (pues, a fines prácticos, se considera que abastecen una única carga de localización central), la longitud debe ser nuevamente reducida a la mitad.

A través de la herramienta de medición de Google Earth (y teniendo presente la ubicación de la línea de ENERSA), se determina que la distancia en cuestión es de 4125,83 m:



Figura MC-9: Longitud del contorno del predio.

Con el objetivo simplificar los cálculos, se adopta un valor de contorno de 4500 m o 4,50 km, resultando la longitud del circuito $L = 1,13 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,198 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 185 mm^2 de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 26,24 \text{ A} * 1,13 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,198 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 14,56 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{14,56 \text{ V} * 100\%}{33000 \text{ V}} = 0,04 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio.

5.1.1.3.Cálculo por corriente de cortocircuito

Por último, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Donde:

- S : Sección del conductor en mm^2 .
- $I_{cc\ pa}$: Corriente de cortocircuito en el punto de alimentación en A.
- t : Duración de la interrupción o tiempo de desconexión en seg.
- k : Constante adimensional dependiente del tipo de conductor.

Dada la separación existente entre el predio y el transformador de ENERSA desde el cual parte el alimentador al que se conectan las líneas, la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación está dada por:

$$I_{cc\ pa} = 0,80 * I_{cc\ t}$$

Donde:

- $I_{cc\ t}$: Corriente de cortocircuito en barras del transformador de ENERSA en A.

Para establecer la corriente de cortocircuito en el transformador se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ t} = \frac{S_{cc\ t}}{\sqrt{3} * U_l}$$

Donde:

- $S_{cc\ t}$: Potencia aparente de cortocircuito en barras del transformador de ENERSA en VA.

El valor de la potencia de cortocircuito se adopta tomando como base lo establecido en la Referencia Bibliográfica 5:

$$S_{cc t} = 750 \text{ MVA} = 750000000 \text{ VA}$$

Como ya fue aclarado, la tensión de línea es $U_l = 33000 \text{ V}$.

Reemplazando estos valores en la expresión anterior, se tiene que:

$$I_{cc t} = \frac{750000000 \text{ VA}}{\sqrt{3} * 33000 \text{ V}} = 13121,60 \text{ A}$$

Por consiguiente, la corriente en el punto de alimentación será:

$$I_{cc pa} = 0,80 * 13121,60 \text{ A} = 10497,28 \text{ A}$$

En un sistema como el proyectado, el tiempo de desconexión puede fijarse en:

$$t = 600 \text{ mseg} = 0,60 \text{ seg}$$

Considerando que se dispone de conductores de aluminio aislados con XLPE, la constante adimensional resulta:

$$k = 94$$

k							
Aislación de los conductores	PVC \leq 300 mm ²	PVC $>$ 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral		
					PVC	Desnudo	
Temperatura inicial °C	70	70	90	60	70	105	
Temperatura final °C	160	140	250	200	160	250	
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

Figura MC-10: Constante adimensional en función del material y del tipo de aislación del conductor.

De esta manera, se llega a que la sección requerida por los cables desde el punto de vista de la resistencia al cortocircuito será:

$$S = \frac{10497,28 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 86,50 \text{ mm}^2$$

Lógicamente, al ser la sección de 185 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio.

5.1.1.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar serán marca Prysmian, modelo Retenax Al - 26/33(36) kV - Categoría II, unipolares y de 185 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar ambas líneas se establece considerando los siguientes puntos:

- Al tenerse dos líneas de tipo simple terna, el recorrido de cada una deberá ser multiplicado por 3.
- La bajada de los cables desde los seccionadores hasta la zanja en cada acometida es de 5 m.
- La extensión de la línea este desde la acometida hasta el centro de transformación es de 436 m y la de la línea oeste es de 579 m.

Por lo tanto, se llega a que:

$$L_{CS} = 3 * ((2 * 5 m) + 436 m + 579 m) = 3075 m$$

5.1.2. Selección de los empalmes termocontraíbles

Teniendo en cuenta las extensiones de las líneas y que el conductor subterráneo se comercializa en bobinas de 500 m, de la Referencia Bibliográfica 6, se seleccionan seis empalmes rectos marca Raychem modelo PCJ-9003 aptos para unir cables unipolares armados de aislación sólida con una sección nominal de 185 mm² en tensiones de 36 kV:

CÓDIGO	SECCIÓN DEL CONDUCTOR (mm ²)		
	8 kV	15kV	36kV
PCJ - 6000	1 x 70 a 1 x 120	1 x 16 a 1 x 35	
PCJ - 6001	1 x 50 a 1 x 185	1 x 50 a 1 x 95	
PCJ - 6002	1 x 240 a 1 x 300	1 x 120 a 1 x 185	
PCJ - 6003	1 x 400 a 1 x 500	1 x 240 a 1 x 300	
PCJ - 6004		1 x 400 a 1 x 630	
PCJ -3- 6000	3 x 70 a 3 x 120	3 x 16 a 3 x 35	
PCJ -3- 6001	3 x 150 a 3 x 185	3 x 50 a 3 x 95	
PCJ -3- 6002	3 x 240 a 3 x 300	3 x 120 a 3 x 185	
PCJ -3- 6003		3 x 240 a 3 x 300	
PCJ - 9001			1 X 35 a 1 X 70
PCJ - 9002			1 X 95 a 1 X 150
PCJ - 9003			1 X 185 a 1 X 400
PCJ -3- 9001			3 X 35 a 3 X 70
PCJ -3- 9002			3 X 95 a 3 X 150
PCJ -3- 9003			3 X 185 a 3 X 300

Figura MC-11: Características de los empalmes termocontraibles para MT de Raychem.

5.1.3. Selección de los materiales constructivos

Las características de los elementos de este apartado se establecen respetando lo exigido por ENERSA en las Referencias Bibliográficas 7, 8 y 9 y adaptándose a las necesidades de una línea de 33 kV.

5.1.3.1. Determinación de las dimensiones de la zanja

En lo que respecta a las dimensiones de la zanja que contiene los conductores subterráneos, la misma deberá contar con las medidas en mm mostradas en la siguiente imagen:

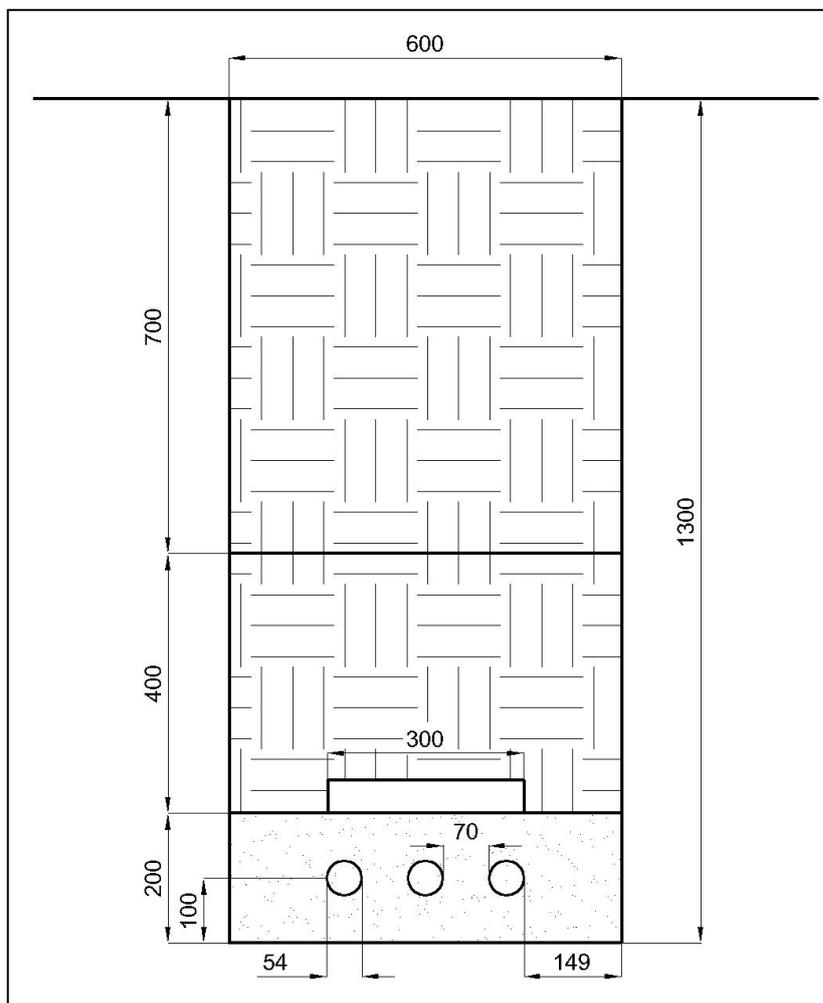


Figura MC-12: Corte de zanja para LSMT de 33 kV.

5.1.3.2. Selección de la malla de advertencia

De la Referencia Bibliográfica 10, se selecciona una malla de advertencia de polietileno de baja densidad (PEBD) marca Maintec de 30 cm de ancho y color rojo con la leyenda “PELIGRO ALTA TENSION”:

CARACTERISTICAS	TIPO DE MALLA	
	0,15	0,30
Ancho (mm)	150 ± 5	300 ± 10
Longitud (m)	100 ± 1	100 ± 1
Precio (\$/100m)		
TIPO	LEYENDA	COLOR
Gas	GAS	Amarillo IRAM DEF D 1054
Agua	AGUA	Azul
Electricidad	ATENCION CABLES ENTERRADOS PELIGRO RIESGO ELECTRICO 132 kv	Rojo
Riego	AGUA	Verde
Teléfono	ATENCION CABLES TELEFONICOS	Blanco
Cloacas	CLOACAS	Naranja
Fibra óptica	ATENCION FIBRA OPTICA	Blanco
Oleoducto	OLEODUCTO ALTA PRESION	Amarillo IRAM DEF D 1054
Material	Polietileno de Baja Densidad Lineal	
Alternativa	Provisión con uno ó más conductores para detección por medios electromagnéticos. Alambre Ø 0,5 + 0,2 -0,1 Material AISI 304. Tanto los colores como las dimensiones, leyendas etc. pueden ser modificados a pedido del cliente, inclusive incorporando su denominación, teléfonos de contacto en caso de accidentes, instrucciones, etc.	
Proceso Productivo	Se basa en la generación, por extrusión, de múltiples filamentos de PEBD lineal que se conforman, por fusión, en una máquina especial creada al efecto. La materia prima es 100 % virgen.	

Figura MC-13: Características de mallas de advertencia de Maintec.

Teniendo en cuenta, las dimensiones establecidas anteriormente, se determina que la longitud de malla requerida para ambas líneas será:

$$L_{ma} = 436 m + 579 m = 1015 m$$

5.1.3.3. Determinación de la cantidad de arena, ladrillos y caños

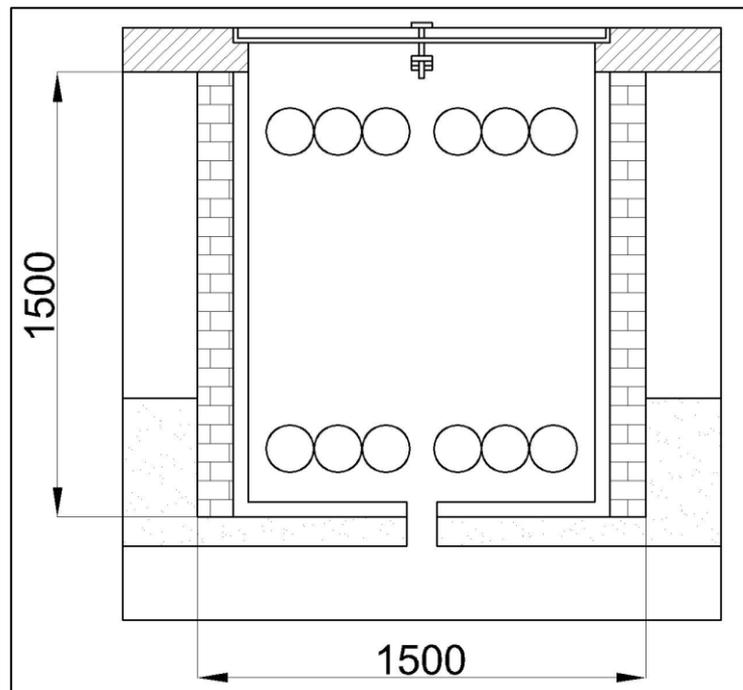
El volumen de arena fina que se necesita para los lechos inferiores de ambas líneas estará dado por:

$$V_{af} = 1015 m * 0,60 m * 0,20 m = 122 m^3$$

A su vez, considerando que en las zanjas se utilizarán ladrillos macizos de 230 mm x 120 mm x 50 mm (lo que hace necesario disponer dos hileras), se establece que el número de unidades requerido para las líneas será:

$$N_{lz} = 2 * \left(\frac{1015 \text{ m}}{0,23 \frac{\text{m}}{\text{ladrillo}}} \right) = 8826 \text{ ladrillos}$$

Junto con esta cantidad debe considerarse la requerida para la construcción de las cámaras de inspección, cada una de las cuales tendrá las siguientes dimensiones en mm:



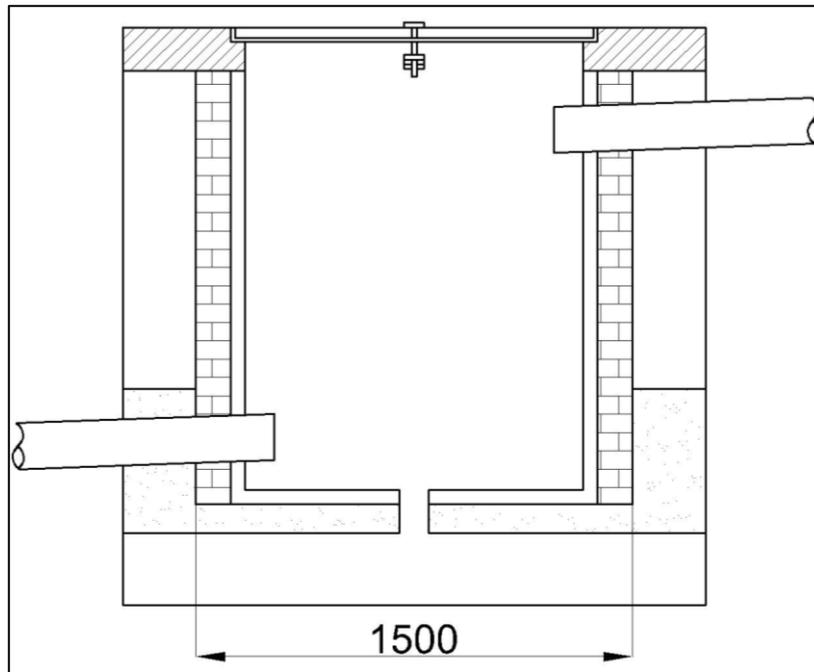


Figura MC-14: Dimensiones de la cámara de inspección.

Teniendo en cuenta las mismas, la cantidad de unidades a utilizar en cada cámara está dada por:

$$N_{lc} = 4 * \left(\frac{1500 \text{ mm} * 1500 \text{ mm}}{\frac{230 \text{ mm} * 50 \text{ mm}}{\text{ladrillo}}} \right) = 782 \text{ ladrillos}$$

Así, el total requerido para ambas líneas resulta:

$$N_l = N_{lz} + N_{lc} = 8826 \text{ ladrillos} + (2 * 782 \text{ ladrillos}) = 10390 \text{ ladrillos}$$

Por último, se emplearán caños rígidos de PVC con un diámetro de 160 mm y un espesor de pared de 3,20 mm (aptos para las dimensiones del conductor), siendo los de la parte alta de la cámara de 60 cm y tanto los de la parte baja de dicha cámara como los del centro de 40 cm.

Por tanto, se tiene que la longitud de caño requerida para ambas líneas será:

$$L_c = 2 * ((6 * 40 \text{ cm}) + (6 * 60 \text{ cm}) + (6 * 40 \text{ cm})) = 1700 \text{ cm} = 17 \text{ m}$$

En todos los casos, se deberá cuidar que los mismos queden instalados con una inclinación contraria al sentido de avance de la línea para escurrir cualquier humedad.

5.2. Selección de los elementos del centro de transformación

Si bien existen soluciones comerciales que incluyen tanto la aparamenta eléctrica a instalar como la propia edificación que las contiene, las mismas suelen ser demasiado compactas para operarse cómodamente.

Por tal motivo, se decide seleccionar en forma separada los distintos componentes para lograr una configuración que se adecue de mejor manera a las necesidades del caso.

En todos los casos, el número de unidades especificado corresponde a la cantidad necesaria para cada una de las líneas.

5.2.1. Selección del transformador

5.2.1.1. Recálculo de la potencia aparente por parcela

Como ya fue visto, la potencia aparente mínima a manejar por cada transformador es $S_{is} = 400 \text{ kVA}$.

No obstante, debido a que los valores más cercanos adoptados por ENERSA para estos equipos son de 400 y 630 kVA, se calcula nuevamente la potencia aparente por parcela para determinar qué alternativa es más conveniente.

Asumiendo que la potencia aparente por transformador es $S_{is} = 630 \text{ kVA}$ y manteniendo los demás parámetros constantes, se llega a lo siguiente:

$$S_{ts} = S_{is} * 2 = 630 \text{ kVA} * 2 = 1260 \text{ kVA}$$

$$S_{ti} = \frac{S_{ts}}{f_s * f_c} = \frac{1260 \text{ kVA}}{0,70 * 0,60} = 3000 \text{ kVA}$$

$$S_{tp} = \frac{S_{ti}}{1,20} = \frac{3000 \text{ kVA}}{1,20} = 2500 \text{ kVA}$$

$$S_p = \frac{S_{tp}}{N_p} = \frac{2500 \text{ kVA}}{132 \text{ parcelas}} = 18,94 \frac{\text{kVA}}{\text{parcela}}$$

Tal valor es lo suficientemente mayor que el obtenido con anterioridad (11 kVA/parcela) como para deducir que se corresponde utilizar equipos con una potencia aparente nominal de 630 kVA.

Esto se explica porque los transformadores de mayor capacidad permiten al sistema absorber de mejor manera futuras ampliaciones en la demanda de potencia, lo cual resulta muy conveniente en emprendimientos de esta clase.

5.2.1.2. Selección del transformador

Si bien existe la alternativa de utilizar transformadores encapsulados en resina, se opta por trabajar con equipos en baño de aceite por resultar más económicos sin comprometer el rendimiento ni la resistencia a las condiciones de trabajo.

Por lo tanto, de la Referencia Bibliográfica 11, se selecciona un transformador de llenado integral marca Tadeo Czerweny Tesar de relación $33 \pm 2 \times 2,5\%$ / 0,4 kV que cuenta con una potencia aparente nominal de 630 kVA:

Transformadores llenado Integral - Relación $33 \pm 2 \times 2,5\%$ / 0,4 kV								
Potencia kVA	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa kg
	Po	Pcc		Largo	Ancho	Alto	Trocha	
** 16*	130	480	4	1200	800	1500	600	550
25*	190	650	4	1200	800	1500	600	600
# 40*	290	900	4	1300	800	1500	600	700
# 63*	320	1500	4	1300	800	1500	600	800
** 80*	350	1700	4	1200	850	1550	600	850
# 100*	420	1900	4	1200	900	1600	600	1000
**125*	500	2500	4	1600	800	1600	600	1000
# 160*	600	2800	4	1600	800	1600	600	1100
200	700	3250	4	1400	900	1600	600	1200
250	850	4000	4	1500	1000	1700	700	1500
315	950	4800	4	1800	1100	1700	700	1600
400	1200	5600	4	1800	1100	2000	700	2000
500	1250	6400	4	1800	1100	2000	700	2300
630	1500	7600	4	1900	1200	2000	800	2700
800	1800	9800	5	2000	1200	2000	800	3200
1000	2200	11700	5	2100	1200	2100	800	3700
1250	2500	14200	5	2200	1300	2100	1000	4300

Figura MC-15: Características de los transformadores de llenado integral de Tadeo Czerweny Tesar.

El mismo contará con un instrumento de protección integral modelo DGPT2, recomendado por el fabricante para potencias superiores a 400 kVA.

5.2.2. Selección de las celdas de distribución secundaria

5.2.2.1. Selección de las celdas de maniobra y protección

En primer lugar, se deben calcular las corrientes nominales con que trabajan las distintas celdas de cada centro.

La primera celda de maniobra (IM), a la que llega el tramo inicial de la LSMT, cuenta con una corriente $I_{lIM1} = 26,24 A$ fijada por la potencia total a transportar de 1500 kVA por línea.

La celda de protección (QM), desde la que parte la alimentación del transformador de la primera etapa, presenta una corriente dada por la siguiente expresión:

$$I_{lQM} = \frac{P_t}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi} = \frac{S_t * \cos \varphi}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi} = \frac{630000 VA * 0,85}{\sqrt{3} * 33000 V * 0,85} = 11,02 A$$

La segunda celda IM, desde la que continua la LSMT para abastecer la segunda y tercera etapa, dispone de la corriente mostrada a continuación:

$$I_{lIM2} = I_{lIM1} - I_{lQM} = 26,24 A - 11,02 A = 15,22 A$$

De la Referencia Bibliográfica 12, se eligen dos celdas de maniobra marca Schneider Electric modelo SM6-IM-630-36-12,50 y una de protección modelo SM6-QM-630-36-12,50 que cuentan con los siguientes valores de corriente y tensión nominal y corriente resistida de corta duración (1 seg):

- $I_n = 630 A (> I_{lIM1} = 26,24 A, I_{lIM2} = 15,22 A \text{ y } I_{lQM} = 11,02 A)$
- $U_n = 36 kV (> U_l = 33 kV)$
- $I_{rcd} = 12,50 kA = 12500 A (> I_{ccpa} = 10497,28 A)$

Electrical characteristics							
Rated voltage	Ur	kV	7.2	12	17.5	24	36
Insulation level							
Insulation	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)	20	28	38	50	70
Isolation	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)	23	32	45	60	80
Insulation	Up	1.2/50 μ s (kV peak)	60	75	95	125	170
Isolation	Up	1.2/50 μ s (kV peak)	70	85	110	145	195
Breaking capacity							
Transformer off load	A		16				
Cables off load	A		31.5				50
Rated current	Ir	A	400 - 630 - 1250				630-1250
Short-time withstand current	Ik/tk ⁽¹⁾	kA/1 s	25	630 - 1250			1250
			20 ⁽²⁾	630 - 1250			
			16	630 - 1250			
			12.5	400 - 630 - 1250			630-1250
Making capacity (50 Hz)	Ima	kA	62.5	630	NA		
			50	630			
			40	630			
			31.25	400 - 630			630
Maximum breaking capacity (Isc)							
Units IM, IMC, IMB, IMM	A		630 - 800 ⁽³⁾			630	
NSM-cables, NSM-busbars	A		630 - 800 ⁽³⁾			NA	
QM, QMC, QMB	kA		25	20		20	
PM	kA		25			20	
CVM	kA		6.3	NA			
CVM with fuses	kA		25	NA			
SF6 circuit breaker range			7.2	12	17.5	24	36
DM1-A, DM1-Q, DM1-W	kA	25	630-1250			1250	
		20	630-1250				
DM1-S, DM1-M	kA	25	630			NA	
DM1-Z		25	1250			NA	
DM2	kA	20	630				
		25	630			1250	
Vacuum circuit breaker range			7.2	12	17.5	24	36
DMV-A, DMV-D	kA	25	630-1250			NA	
DMVL-A	kA	20	630			NA	
DMVL-D	kA	25	630			NA	

NA: Non Available
 (1) 3 phases
 (2) In 20 kA / 3 s for SM6-24 only, consult us
 (3) In 800 A, consult us.

Figura MC-16: Características de los celdas aisladas en aire de Schneider Electric.

5.2.2.2. Selección de los fusibles para las celdas de protección

Trabajando una vez más con la Referencia Bibliográfica 12 y teniendo presente que se protege un transformador de llenado integral de 630 kVA que trabaja a una tensión de 33 kV, se determina que la corriente nominal a resistir por cada fusible será de 25 A:

Fuse selection table
The color code is linked to the rated voltage of the fuse
Rating in A - no overload at -5°C < t < 40°C, ≤ 1000 m altitude.

Type of fuse Service	Transformer rating (kVA)	25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	Rated voltage (kV)
Solefuse (UTE NFC standards 13.100. 64.210)																			
5.5	6.3	16	31.5	31.5	63	63	63	63	63	63	63	63							7.2
10	6.3	6.3	16	16	31.5	31.5	31.5	63	63	63	63	63							7.2
15	6.3	6.3	16	16	16	16	16	16	43	43	43	43	43	63					24
20	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	16	43	43	43	43	43	63				24
Solefuse (general case, UTE NFC standard 13.200)																			
3.3	16	16	31.5	31.5	31.5	63	63	100	100										7.2
5.5	6.3	16	16	31.5	31.5	63	63	63	80	80	100	100	125						7.2
6.6	6.3	16	16	16	31.5	31.5	43	43	63	80	100	100	125	125					12
10	6.3	6.3	16	16	16	31.5	31.5	31.5	43	43	63	63	80	80	100				12
13.8	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	16	31.5	31.5	31.5	43	63	63	80				17.5
15	6.3	6.3	16	16	16	16	16	16	31.5	31.5	31.5	43	43	63	80				17.5
20	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	31.5	31.5	31.5	43	43	43	63				24
22	6.3	6.3	6.3	6.3	16	16	16	16	16	31.5	31.5	31.5	43	43	63				24
Fusarc CF and SIBA (1) (general case for QM, QMB and QMC cubicle according to IEC 622 1-105)																			
3.3	16	25	40	50	50	80	80	100	125	125	160(1)	160(1)	200(1)						7.2
5	10	16	31.5	40	40	50	63	80	80	125	125	160(1)	160(1)						7.2
5.5	10	16	31.5	31.5	40	50	50	63	80	100	125	125	160(1)	160(1)					7.2
6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	125	125	160(1)	160(1)					7.2
6.6	10	16	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	160(1)					12
10	6.3	10	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100	100	125(1)	200(1)			12
11	6.3	10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63	80	100	100	125(1)	160(1)			12
13.8	6.3	10	16	16	20	25	31.5	31.5	40	50	50	63	80	80	100(1)	125(1)	125(1)		17.5
15	6.3	10	10	16	16	20	25	31.5	40	50	50	63	80	80	100(1)	125(1)	125(1)		17.5
20	6.3	6.3	10	10	16	16	25	25	31.5	40	40	50	50	63	80	100(1)	125(1)	125(1)	24
22	6.3	6.3	10	10	10	16	20	25	25	31.5	40	40	50	50	80	80	100(1)		24
Fusarc CF for dry type transformers (2)																			
30					10		10	16	20	25	31.5	31.5	50	50	63	63			36
31.5					10		10	16	20	25	25	31.5	50	50	63	63			36
33					6.3		10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63			36
34.5					6.3		10	16	20	25	25	31.5	40	50	50	63			36
Fusarc CF oil immersed type transformers (2)																			
30					10		10	16	20	25	31.5	31.5	40	40	50	63			36
31.5					10		10	16	20	25	31.5	31.5	40	40	50	63			36
33					10		10	16	20	25	25	31.5	31.5	40	40	50			36
34.5					10		10	16	20	25	25	31.5	31.5	40	40	50			36

Figura MC-17: Tabla de selección de fusibles para celdas QM de Schneider Electric.

Se determina entonces que los tres fusibles de cada celda QM serán marca Schneider Electric modelo Fusarc CF con una tensión y corriente nominales de 36 kV y 25 A, respectivamente:

Fusarc CF (DIN standards)		Dimensions		
Ur (kV)	Ir (A)	L (mm)	Ø (mm)	Weight (kg)
7.2	125	292	86	3.3
	6.3	292	50.5	1.2
	10	292	50.5	1.2
	16	292	50.5	1.2
	20	292	50.5	1.2
	25	292	57	1.5
	12	31.5	292	57
40		292	57	1.5
50		292	78.5	2.8
63		292	78.5	2.8
80		292	78.5	2.8
100		292	78.5	2.8
24		6.3	442	50.5
	10	442	50.5	1.6
	16	442	50.5	1.6
	20	442	50.5	1.6
	25	442	57	2.2
	31.5	442	57	2.2
	40	442	57	2.2
36	50	442	78.5	4.1
	63	442	78.5	4.1
	80	442	86	5.3
	10	537	50.5	1.8
	16	537	50.5	1.8
	25	537	57	2.6
	31.5	537	78.5	4.7
40	537	78.5	4.7	
50	537	86	6.4	
63	537	86	6.4	

Figura MC-18: Características de los fusibles Fusarc CF de Schneider Electric.

5.2.3. Selección de la envolvente

Para establecer las dimensiones interiores del edificio, se comienza por determinar las medidas básicas de los distintos equipos seleccionados previamente.

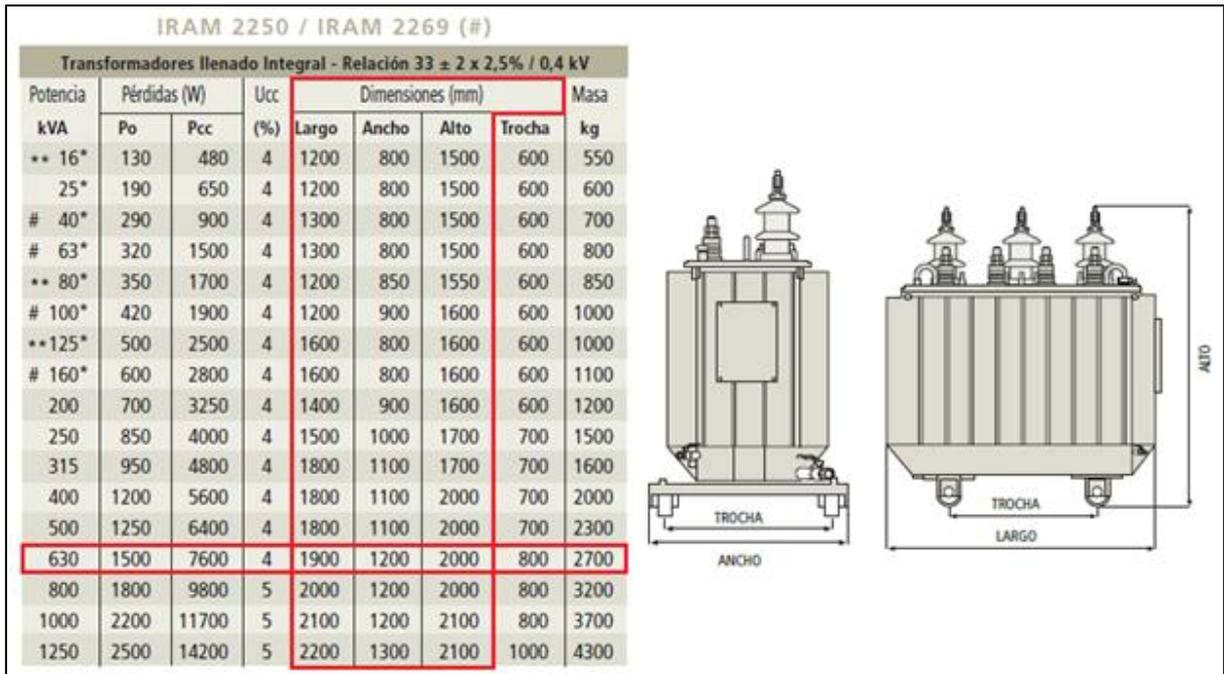


Figura MC-19: Medidas del transformador.

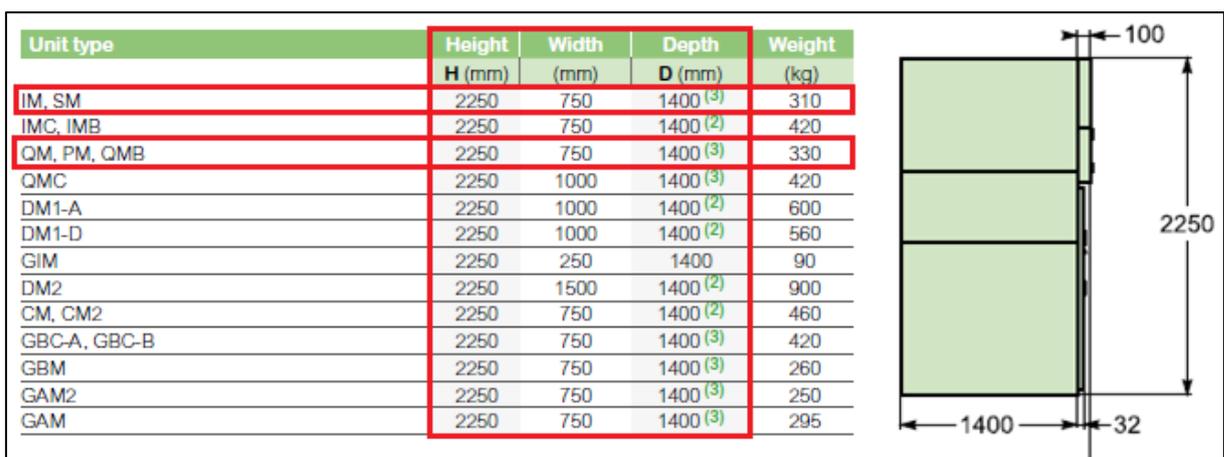


Figura MC-20: Medidas del conjunto de celdas.

Por lo tanto, los parámetros a considerar en cada caso serán:

Longitud del transformador: $L_t = 1900 \text{ mm}$

Anchura del transformador: $A_t = 1200 \text{ mm}$

Altura del transformador: $H_t = 2000 \text{ mm}$

*Longitud de las celdas: $L_c = 3 * 750 \text{ mm} = 2250 \text{ mm}$*

Anchura de las celdas: $A_c = 1500 \text{ mm}$

Altura de las celdas: $H_c = 2250 \text{ mm}$

Atendiendo a lo explicado en las Referencias Bibliográficas 13, 14 y 15, se establece que la distribución de la aparamenta dentro del recinto se realiza de la forma mostrada a continuación.

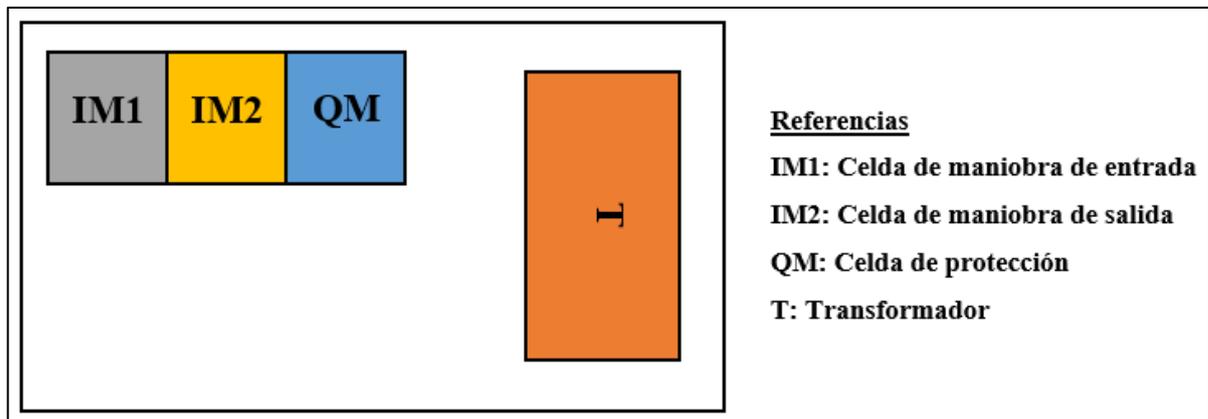


Figura MC-21: Lay-out interno de una cabina prefabricada.

Esto lleva a que los espacios requeridos por el conjunto de equipos en el sentido longitudinal, transversal y vertical de la cabina sean respectivamente:

$$L_r = A_t + L_c = 1200 \text{ mm} + 2250 \text{ mm} = 3450 \text{ mm}$$

$$A_r = L_t = 1900 \text{ mm (se considera la longitud del transformador por ser la mayor)}$$

$$H_r = H_c = 2000 \text{ mm (se considera la altura de las celdas por ser la mayor)}$$

Se selecciona entonces un centro compacto de transformación en hormigón armado marca Autotrol modelo Pampa 2 que cuenta con los siguientes valores de longitud, anchura y altura interna:

- $L_{ie} = 4420 \text{ mm} (> L_r = 3450 \text{ mm})$
- $A_{ie} = 2285 \text{ mm} (> A_r = 1900 \text{ mm})$
- $H_{ie} = 2445 \text{ mm} (> H_r = 2000 \text{ mm})$

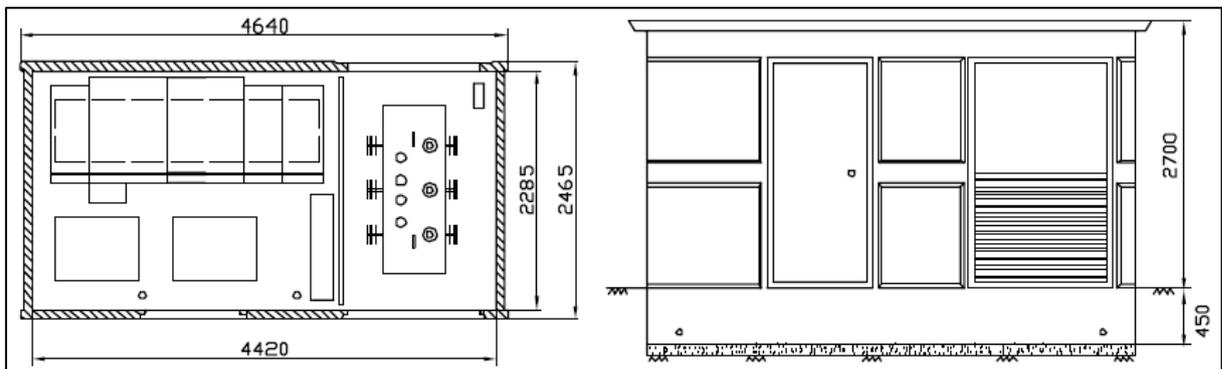


Figura MC-22: Dimensiones de la cabina prefabricada de Autotrol.

Se destaca que este elemento cuenta con las dimensiones necesarias para permitir la operación interior de las celdas así como también la colocación y extracción del transformador por medio de la apertura frontal dispuesta para tal fin. Asimismo, dispone de un foso en la parte inferior

derecha pensado para recolectar el aceite de la cuba en caso de que ésta sufra algún tipo de pérdida y ventilaciones que mantienen el recinto a una temperatura adecuada.

5.2.4. Selección de los elementos de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra (PAT) de cada centro se realizará mediante una malla que rodee el edificio conectando múltiples jabalinas hincadas verticalmente en el suelo y protegidas con cajas de inspección.

Para vincular este anillo con los elementos a proteger (transformador, celdas y tablero de BT), se dejarán chicotes de conexión provistos de terminales de indentar para unirse a barras equipotenciales.

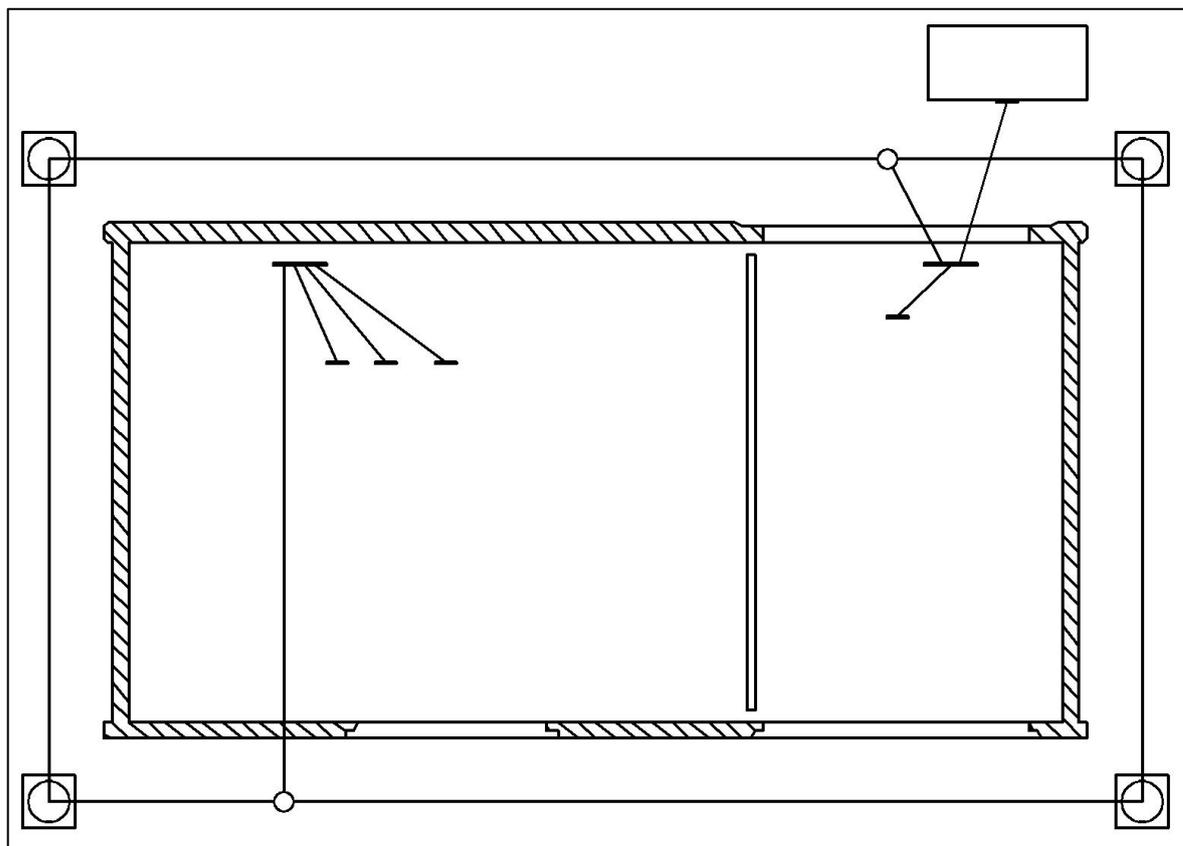


Figura MC-23: Instalación de PAT de un centro de transformación.

5.2.4.1. Selección de las jabalinas

De la Referencia Bibliográfica 16, se eligen cuatro jabalinas con núcleo de acero y revestimiento de cobre marca Genrod modelo JLIC1630 (L1630) de 5/8" (16 mm) de diámetro y 3 m de longitud:

Código	Denominación	Descripción
JLJC1010	Jab 3/8" x 1000 mm*	jabalina 3/8 x 1000 mm
JLJC1015	L1015	Jabalina 3/8" x 1500 mm
JLJC1020	L1020	Jabalina 3/8" x 2000 mm
JLJC1210	Jab 1/2" x 1000 mm*	Jabalina 1/2 x 1000 mm
JLJC1215	L1415	Jabalina 1/2" x 1500 mm
JLJC1220	L1420	Jabalina 1/2" x 2000 mm
JLJC1230	L1430	Jabalina 1/2" x 3000 mm
JLJC1610	Jab 5/8" x 1000 mm*	Jabalina 5/8" x 1000 mm
JLJC1615	L1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm
JLJC1620	L1620	Jabalina 5/8" x 2000 mm
JLJC1630	L1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm
JLJC1910	Jab 3/4" x 1000 mm*	Jabalina 3/4" x 1000 mm
JLJC1915	L1815	Jabalina 3/4" x 1500 mm
JLJC1920	L1820	Jabalina 3/4" x 2000 mm
JLJC1930	L1830	Jabalina 3/4" x 3000 mm

Figura MC-24: Características de las jabalinas de Genrod para la LSMT.

La parte superior de estas jabalinas deberá quedar a una profundidad de 30 cm por debajo del nivel del suelo.

5.2.4.2. Selección de las cajas de inspección

Recurriendo nuevamente a la Referencia Bibliográfica 16, se adoptan cuatro cajas de inspección de fundición de hierro marca Genrod modelo CI 3 de 25 cm x 25 cm y sin borne de neutro:

Código	Descripción
CI 1	25 x 25 cm Fundición hierro
CI 2	15 x 15 cm Fundición hierro
CI 7	15 x 15 cm Fundición Aluminio
CI 3	25 x 25 cm. Sin borne de neutro.
CI 6	15 x 15 cm. Sin borne de neutro.

Figura MC-25: Características de las cajas de inspección de Genrod para la LSMT.

5.2.4.3. Selección de los conductores

Dado que este tipo de conductor deberá ser capaz de soportar la corriente de cortocircuito propia de la instalación, se considera el valor obtenido previamente:

$$I_{cc\ pa} = 10497,28\ A$$

Teniendo presente que la densidad de corriente admisible para un cable de cobre como el empleado ronda los 150 A/mm², se determina la sección mínima requerida por el mismo:

$$S = \frac{I_{cc\ pa}}{150 \frac{A}{mm^2}} = \frac{10497,28\ A}{150 \frac{A}{mm^2}} = 69,98\ mm^2$$

Por consiguiente, de la Referencia Bibliográfica 16, se elige un conductor desnudo de acero-cobre marca Genrod modelo ACC70 de 70 mm² de sección nominal:

Código	Descripción
ACC16	Cable Acero Cobre (16 mm ²)
ACC25	Cable Acero Cobre (25 mm ²)
ACC35	Cable Acero Cobre (35 mm ²)
ACC50	Cable Acero Cobre (50 mm ²)
ACC70	Cable Acero Cobre (70 mm ²)
ACC95	Cable Acero Cobre (95 mm ²)
ACC120	Cable Acero Cobre (120 mm ²)

Figura MC-26: Características de los conductores desnudos de Genrod para la LSMT.

Se necesitarán unos 25 m de este tipo de cable.

En el caso del anillo exterior, la disposición se hará en forma subterránea (a una profundidad de 80 cm) y vinculando las jabalinas por medio de soldadura cuproaluminotérmica.

Por su parte, los segmentos que conectan la malla exterior con las borneras se colocarán dentro de los caños plásticos que contienen los conductores de potencia de entrada y salida al centro.

5.2.4.4. Selección de los terminales de indentar

De la Referencia Bibliográfica 17, se eligen diez terminales de indentar de un orificio y tubo standard marca LCT modelo SCC 70/1 (negro) que puede trabajar con conductores de cobre de 70 mm² de sección:

MODELO PART #	SECCIÓN mm ² CONDUCTOR mm ²	B	B (mm)	A	C	D	E	F	L	COLOR
SCC 1.5/2	1.5	5/32"	4	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 1.5/3	1.5	3/16"	5	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 2.5/1	2.5	5/32"	4	8	5	11	7	2.3	21	
SCC 2.5/2	2.5	3/16"	5	8	5	11	7	2.3	22	
SCC 4/1	4	5/32"	4	8	5	11	7	2.8	21	
SCC 4/2	4	3/16"	5	8	5	11	7	2.8	22	
SCC 6/1	6	3/16"	5	9	6	14	7	3.8	27	
SCC 6/2	6	1/4"	6.5	11	7	14	7	3.8	27	
SCC 10/1	10	3/16"	5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/2	10	1/4"	6.5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/3	10	5/16"	8	13	8	16	10	4.5	30	
SCC 16/1	16	1/4"	6.5	13	7	16	14	5.5	34	
SCC 16/2	16	5/16"	8	13	7	17	14	5.5	35	
SCC 16/3	16	3/8"	10	15	8	18	14	5.5	37	
SCC 25/1	25	1/4"	6.5	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/2	25	5/16"	8	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/3	25	3/8"	10	15	8	19	12	6.9	37	
SCC 25/4	25	1/2"	13	22	11	26	17	6.9	49	
SCC 35/0	35	1/4"	6.5	16	9	21	18	8.2	42	Verde
SCC 35/1	35	5/16"	8	16	9	21	18	8.2	42	Verde
SCC 35/2	35	3/8"	10	16	9	21	18	8.2	42	Verde
SCC 35/3	35	1/2"	13	21	12	25	17	8.2	48	Verde
SCC 50/0	50	1/4"	6.5	19	11	22	19	9.8	46	Rojo
SCC 50/1	50	5/16"	8	19	11	22	20	9.8	46	Rojo
SCC 50/2	50	3/8"	10	19	11	22	18	9.8	46	Rojo
SCC 50/3	50	1/2"	13	23	11	25	19	9.8	50	Rojo
SCC 50/4	50	5/8"	17	27	13	31	19	9.8	54	Rojo
SCC 70/0	70	5/16"	8	22	12	26	22	11.5	54	Negro
SCC 70/1	70	3/8"	10	22	12	27	23	11.5	54	Negro
SCC 70/2	70	1/2"	13	22	12	26	23	11.5	54	Negro
SCC 70/3	70	5/8"	17	27	13	28	23	11.5	57	Negro

Figura MC-27: Características de los terminales de indentar SCC 70/1 de LCT.

5.2.4.5. Selección de las barras equipotenciales

Al igual que en el caso de los cables, el dimensionamiento de las barras se lleva a cabo a partir de la corriente de cortocircuito característica de la instalación:

$$I_{cc\ pa} = 10497,28 \text{ A}$$

Dicho valor, en conjunto con el del tiempo de desconexión y el de la constante térmica del material, permite obtener la sección mínima a considerar por medio de la expresión vista anteriormente:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

El valor del tiempo de desconexión ya fue establecido con anterioridad:

$$t = 0,60 \text{ seg}$$

Por su parte, la constante adimensional a considerar se obtiene por medio de la siguiente tabla de la Referencia Bibliográfica 18:

$$k = 159$$

Tabla 6 - Valores de K para conductores de protección desnudos instalados de manera que no puedan dañar a los materiales situados en sus proximidades, a las temperaturas indicadas

				COLOCACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN		
				Visibles en lugares protegidos(*)	En condiciones normales	Con riesgo de incendio
M E T A L D E L C O N D U C T O R	Cobre	temperaturas	inicial	30°C	30°C	30°C
			final	500°C	200°C	150°C
		K		228	159	138
	Cobre-Acero (30 %)	temperaturas	inicial	30°C	30°C	30°C
			final	500°C	200°C	150°C
		K		132	92	79
	Aluminio (**)	temperaturas	inicial	30°C	30°C	30°C
			final	300°C	200°C	150°C
		K		151	105	92
	Acero	temperaturas	inicial	30°C	30°C	30°C
			final	500°C	200°C	150°C
		K		82	58	50

Figura MC-28: Constante adimensional en función del material y de las condiciones de trabajo de la barra.

Reemplazando en la fórmula inicial, se llega a lo siguiente:

$$S = \frac{10497,28 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{159} = 51,14 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, de la Referencia Bibliográfica 19, se seleccionan dos barras rígidas de cobre marca Genrod modelo 40 1050 de 50 mm x 10 mm x 250 mm y 500 mm² de sección nominal:

Código	Espesor x ancho. (mm)	Sección (mm ²)	Peso Kg./m	Corriente permanente C.A. 50 Hz N° de barras desnudas		
				1 I	2 II	3 III
40 0419	4 x 19	76	0,7	-	-	-
40 0320	3 x 20	60	0,53	200	350	-
40 0525	5 x 25	125	1,11	320	580	-
40 0530	5 x 30	150	1,33	380	670	-
40 1030	10 x 30	300	2,7	-	-	-
40 0540	5 x 40	200	1,77	480	830	-
40 1040	10 x 40	400	3,55	710	1290	1770
40 0550	5 x 50	250	2,23	580	990	1260
40 1050	10 x 50	500	4,46	850	1510	2040
40 0560	5 x 60	300	2,7	680	1150	1440
40 1060	10 x 60	600	5,3	980	1720	2300
40 0580	5 x 80	400	3,6	880	1450	1750
40 1080	10 x 80	800	7,1	1240	2100	2790
40 0599	5 x 100	500	4,5	1080	1700	2050
40 1099	10 x 100	1000	8,9	1490	2480	3200
40 1210	10 x 120	1200	10,8	-	-	-

Figura MC-29: Características de las barras rígidas de cobre de Genrod para la LSMT.

5.2.4.6. Determinación de la resistencia de PAT

De acuerdo con lo indicado por la Referencia Bibliográfica 2, la resistencia de PAT de protección no debe sobrepasar los 40 Ω. No obstante, se decide adoptar un valor más exigente como es el especificado en la Referencia Bibliográfica 20 que, para el mismo parámetro, establece como límite los 10 Ω.

Dado que la malla de protección está compuesta tanto por conductores como por jabalinas, la resistencia total del conjunto se establece a través de la expresión:

$$R = \frac{(R_1 * R_2) - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - (2 * R_{12})}$$

Donde:

- R : Resistencia total de la malla de PAT en Ω .
- R_1 : Resistencia de los conductores que vinculan a las jabalinas en Ω .
- R_2 : Resistencia del conjunto de jabalinas en Ω .
- R_{12} : Resistencia mutua entre los conductores de vinculación y el conjunto de jabalinas en Ω .

A su vez, los valores de estas variables se determinan por medio de las siguientes fórmulas:

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi * L_1} * \left(\ln \frac{2 * L_1}{h'} + \left(K_1 * \frac{L_1}{\sqrt{A}} \right) - K_2 \right)$$

$$R_2 = \frac{\rho}{2 * n * \pi * L_2} * \left(\ln \frac{8 * L_2}{d_2} - 1 + \left(2 * K_1 * \frac{L_2}{\sqrt{A}} * (\sqrt{n} - 1)^2 \right) \right)$$

$$R_{12} = \frac{\rho}{\pi * L_1} * \left(\ln \frac{2 * L_1}{L_2} + \left(K_1 * \frac{L_1}{\sqrt{A}} \right) - K_2 + 1 \right)$$

Donde:

- ρ : Resistividad aparente del suelo vista por las jabalinas en $\Omega \cdot m$.
- L_1 : Largo total de los conductores que conforman la malla en m.
- L_2 : Largo de cada jabalina en m.

- A : Área cubierta por la malla de protección en m^2 .
- n : Número de jabalinas.
- K_1 y K_2 : Constantes adimensionales dependientes de la geometría de la malla.
- d_2 : Diámetro de cada jabalina en m.
- h' : Altura aparente de la malla en m.

La resistividad aparente del suelo se estima de acuerdo a los valores promedio de zonas aledañas:

$$\rho = 10 \Omega * m$$

El largo total de los conductores de la malla se determina considerando las dimensiones del centro de transformación y la separación entre ambos elementos:

$$L_1 = (2 * 5162,67 \text{ mm}) + (2 * 3055,33 \text{ mm}) = 16436 \text{ mm} = 16,44 \text{ m}$$

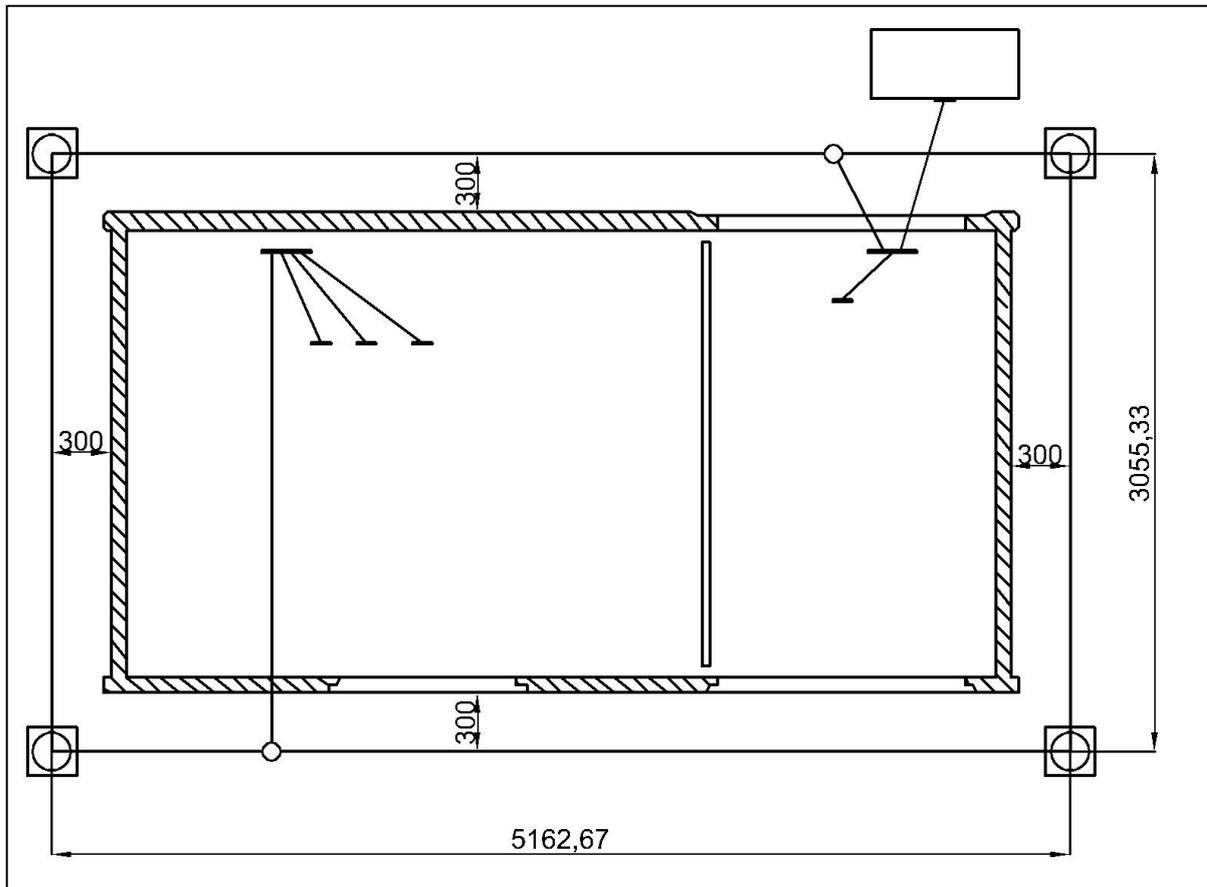


Figura MC-30: Dimensiones de la malla de PAT.

El largo de cada jabalina es un valor conocido a partir de la información brindada por el fabricante:

$$L_2 = 3 \text{ m}$$

El área cubierta por la malla se halla por medio de las dimensiones especificadas previamente:

$$A = 5162,67 \text{ mm} * 3055,33 \text{ mm} = 15773660,53 \text{ mm}^2 = 15,77 \text{ m}^2$$

El número de jabalinas a utilizar fue fijado con anterioridad:

$$n = 4 \text{ jabalinas}$$

Los coeficientes dependientes de las dimensiones del anillo (puntualmente, de su relación longitud/anchura) se obtienen a través de los siguientes gráficos:

$$\frac{b}{a} = \frac{5162,67 \text{ mm}}{3055,33 \text{ mm}} = 1,69$$

$$K_1 = 1,34$$

$$K_2 = 5,75$$

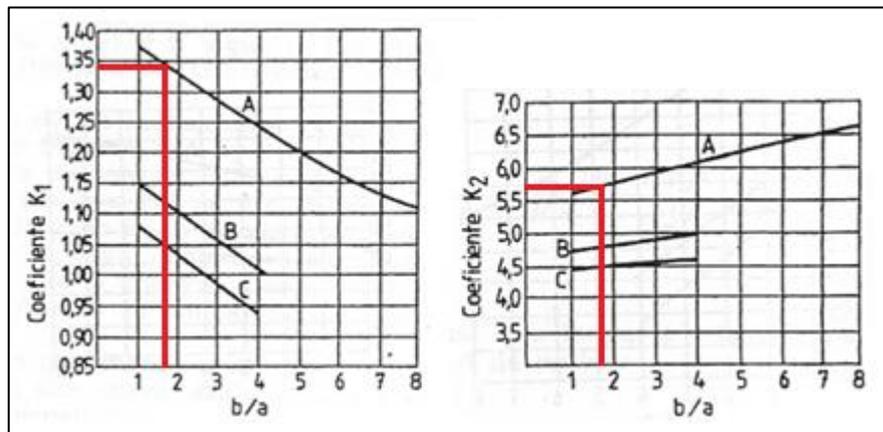


Figura MC-31: Constantes adimensionales en función de la geometría de la malla.

El diámetro de cada jabalina también es un valor brindado por el fabricante:

$$d_2 = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ m}$$

La altura aparente de la malla se obtiene por medio de la fórmula:

$$h' = \sqrt{d_1 * h}$$

Donde:

- d_1 : Diámetro de los conductores de la malla en m.
- h : Profundidad de enterramiento del anillo en m.

El diámetro de los conductores se establece a partir de su sección nominal:

$$d_1 = \sqrt{\frac{S * 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{70 \text{ mm}^2 * 4}{\pi}} = 9,44 \text{ mm} = 0,00944 \text{ m}$$

La profundidad de enterramiento de la malla ya fue especificada previamente:

$$h = 80 \text{ cm} = 0,80 \text{ m}$$

Por lo tanto, se llega a lo siguiente:

$$h' = \sqrt{0,00944 \text{ m} * 0,80 \text{ m}} = 0,087 \text{ m}$$

Reemplazando los valores obtenidos en las expresiones anteriores, se llega a que:

$$R_1 = \frac{10 \Omega * m}{\pi * 16,44 \text{ m}} * \left(\ln \frac{2 * 16,44 \text{ m}}{0,087 \text{ m}} + \left(1,34 * \frac{16,44 \text{ m}}{\sqrt{15,77 \text{ m}^2}} \right) - 5,75 \right) = 1,09 \Omega$$

$$R_2 = \frac{10 \Omega * m}{2 * 4 \text{ jabalinas} * \pi * 3 m} * \left(\ln \frac{8 * 3 m}{0,016 m} - 1 + \left(2 * 1,34 * \frac{3 m}{\sqrt{15,77 m^2}} * (\sqrt{4 \text{ jabalinas} - 1})^2 \right) \right)$$

$$R_2 = 1,08 \Omega$$

$$R_{12} = \frac{10 \Omega * m}{\pi * 16,44 m} * \left(\ln \frac{2 * 16,44 m}{3 m} + \left(1,34 * \frac{16,44 m}{\sqrt{15,77 m^2}} \right) - 5,75 + 1 \right) = 0,61 \Omega$$

$$R = \frac{(1,09 \Omega * 1,08 \Omega) - (0,61 \Omega)^2}{1,09 \Omega + 1,08 \Omega - (2 * 0,61 \Omega)} = 0,85 \Omega$$

Al ser este valor menor que el adoptado como límite (10 Ω), se entiende que el sistema de PAT propuesto es adecuado para proteger los centros.

Dado que el resultado obtenido puede presentar cierta variabilidad en la práctica, se aconseja realizar una medición de resistencia de PAT una vez finalizada la obra.

5.3. Selección de los elementos de la acometida

Las características de los componentes de esta sección se establecen respetando lo exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 21 y adaptándose a los requerimientos de la línea de 33 kV con que se cuenta.

En este sentido, al ser reticuladas las estructuras originales, se prescinde de collares y abrazaderas de sujeción y se aprovechan los elementos enterrados de PAT (jabalinas y conectores irreversibles) con que ya cuentan los soportes.

Una vez más, el número de unidades especificado corresponde a la cantidad necesaria para cada una de las líneas.

5.3.1. Selección de la cruceta

De la Referencia Bibliográfica 22, se selecciona una cruceta metálica marca Emprel S.R.L. modelo MN 110 de perfil UPN n°8:

Código	MN	A	B	C	D	E	F	L	Ø1	Ø2	Perfil
031301110080	110	280	480	510	600	760	1066	1820	Ø 14	Ø 18	UPN N° 8
031301110100	110	280	480	510	600	760	1066	1820	Ø 14	Ø 18	UPN N° 10
031301110120	110	280	480	510	600	760	1066	1820	Ø 14	Ø 18	UPN N° 12

Figura MC-32: Características de las crucetas metálicas de Emprel S.R.L.

5.3.2. Selección de los brazos

Trabajando nuevamente con la Referencia Bibliográfica 22, se eligen dos brazos metálicos marca Emprel S.R.L. modelo MN 41:

Código	MN	A	e	Ø1	Ø2	L
0306010400	40	38,1	8	14	18	1000
0306010401	40L	38,1	6	14	18	1000
0306010410	41	38,1	6	14	18	710
0306010411	41L	38,1	4,8	14	18	710

Figura MC-33: Características de los brazos metálicos de Emprel S.R.L.

Tanto los brazos como la cruceta se fijarán a la estructura reticulada del alimentador de la distribuidora a una altura de 5 m con respecto al nivel del suelo.

5.3.3. Selección de los seccionadores

De la Referencia Bibliográfica 23, se adoptan tres seccionadores unipolares a cuchilla marca Dosen modelo UAC-P-H-O que entregan los siguientes valores de tensión y corriente nominal y corriente máxima admisible durante 1 seg:

- $U_n = 35 \text{ kV} (> U_l = 33 \text{ kV})$
- $I_n = 600 \text{ A} (> I_l = 26,24 \text{ A})$
- $I_{max} = 20 \text{ kA} = 20000 \text{ A} (> I_{cc \text{ pa}} = 10497,28 \text{ A})$

Denominación	Unidad	UAC
Tensión nominal	kVef	15
Intensidad nominal		600
Intensidad máx. admisible durante 1 segundo	kVef	20
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 minuto bajo lluvia:		
Seccionador cerrado	kVef	45
Seccionador abierto	kVef	60
Tensión de ensayo a impulso, onda 1,2/50 useg. sin descarga:		
bajo lluvia:		
Seccionador cerrado	kVc	95
Seccionador abierto	kVc	110
Peso	kg	8,9

Figura MC-34: Características de los seccionadores unipolares a cuchilla de Dosen.

5.3.4. Selección de los descargadores

De la Referencia Bibliográfica 24, se seleccionan tres descargadores de sobretensiones marca Dosen modelo PV 10/36 con deslizador capaces de trabajar con los siguientes valores nominales de corriente y tensión:

- $I_n = 10 \text{ kA}$
- $U_n = 36 \text{ kV} (> U_l = 33 \text{ kV})$

In 10 KA Modelo	Tensión Nominal Ur kVef.	Tensión Operación Permanente Uc kVef.	Tensiones residuales máximas frente a impulsos de corriente:					Tensiones resistidas envoltura aislante	
			Maniobra 30/60 us 500 Ac. kVc	Atmosféricos			50 Hz Bajo lluvia kVef	Impluso En seco kVc	
				8/20 us		1/10 us			
				2.5 kAc kVc	5.0 kAc kVc	10 kAc kVc			5.0 kAc kVc
PV 10/3	3	2.55	7.95	9.80	10.6	12.0	12.2	35	65
PV 10/6	6	5.10	15.8	19.4	21.1	23.8	24.3	50	95
PV 10/9	9	7.65	23.8	29.2	31.7	35.8	36.5	50	95
PV 10/10	10	8.50	26.4	32.4	35.2	39.8	40.5	70	130
PV 10/12	12	10.2	31.7	38.9	42.3	47.8	48.6	70	130
PV 10/15	15	12.7	39.7	48.7	52.9	59.8	60.8	70	130
PV 10/18	18	15.3	47.6	58.4	63.5	71.8	73.0	95	175
PV 10/21	21	17.8	55.5	68.1	74.0	83.6	85.1	95	175
PV 10/24	24	20.4	63.5	77.8	84.6	95.6	97.3	115	215
PV 10/27	27	22.9	71.4	87.6	95.2	107	109	115	215
PV 10/30	30	25.5	79.5	97.5	106	120	122	130	240
PV 10/36	36	30.6	95.3	117	127	144	146	130	240

Figura MC-35: Características de los descargadores de sobretensiones de Dosen.

5.3.5. Selección de los conductores aéreos

De la Referencia Bibliográfica 25, se selecciona un conductor desnudo de cobre marca Prysmian modelo Pryscu de 35 mm^2 de sección nominal:

Características técnicas						
Cables según norma IRAM 2004						
Sección nominal	Formación del conductor	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Carga de rotura calculada	Intensidad de corriente admisible (1)	Caída de tensión (2)
mm ²	n° x mm ²	mm	kg/km	kgf	A	V/km
4	7 x 0,85	2,6	36	157	45	0,28
6	7 x 1,05	3,2	55	240	57	0,55
10	7 x 1,35	4,1	90	396	82	0,37
16	7 x 1,70	5,1	143	626	115	0,34
25	7 x 2,15	6,5	229	995	145	0,56
35	7 x 2,52	7,6	314	1352	180	0,18
50	7 x 3,02	9,1	452	1906	225	0,900
50	19 x 1,85	9,3	462	2006	225	0,900
70	19 x 2,15	10,8	624	2698	280	0,709
95	19 x 2,52	12,6	859	3672	345	0,588
120	19 x 2,85	14,3	1097	4640	400	0,506
150	37 x 2,25	15,8	1334	5740	465	0,440
185	37 x 2,52	17,7	1675	7150	530	0,400
240	37 x 2,85	20,0	2143	9035	635	0,351

Figura MC-36: Características de los conductores desnudos de cobre de Prysmian.

Están pensados para trabajar a la intemperie, a una temperatura ambiente de 40°C, con exposición directa al sol y con una velocidad de viento de 0,60 m/seg.

Se necesitarán unos 20 m de este tipo de cable.

5.3.6. Selección de los conectores a cuña

5.3.6.1. Selección de conectores tipo Ampact

Dado que este tipo de conector vincula los conductores aéreos de la acometida con los del alimentador, resulta necesario determinar el diámetro exterior de estos últimos.

Para ello, se recurre a la Referencia Bibliográfica 26 considerando que la línea de ENERSA cuenta con conductores desnudos de aluminio-acero de 70/12 mm² de sección nominal:

Sección nominal (Aluminio/Acero)	Formación aluminio	Formación acero	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada
mm ²	n° x mm	n° x mm	mm	kg/km
16/2,5	6 x 1,8	1 x 1,8	5,4	63
25/4	6 x 2,25	1 x 2,25	6,8	98
35/6	6 x 2,7	1 x 2,7	8,1	140
50/8	6 x 3,2	1 x 3,2	9,6	196
70/12	26 x 1,85	7 x 1,44	11,7	285
95/15	26 x 2,15	7 x 1,67	13,6	385
120/20	26 x 2,44	7 x 1,9	15,5	496
150/25	26 x 2,7	7 x 2,1	17,1	607
185/30	26 x 3,0	7 x 2,33	19,0	748
210/35	26 x 3,2	7 x 2,49	20,3	852
240/40	26 x 3,45	7 x 2,68	21,8	990
300/50	26 x 3,86	7 x 3,0	24,4	1239
340/30	48 x 3,0	7 x 2,33	25,0	1178
380/50	54 x 3,0	7 x 3,0	27,0	1454
435/55	54 x 3,2	7 x 3,2	28,8	1654
550/70	54 x 3,6	7 x 3,6	32,4	2093
680/85	54 x 4,0	19 x 2,4	36,0	2565

Figura MC-37: Características de los conductores desnudos de aluminio-acero de Prysmian.

Conociendo el diámetro de cada cable (11,70 mm para el alimentador y 7,60 mm para la acometida), de la Referencia Bibliográfica 27, se eligen tres conectores por presión de cuña marca Tyco Electronics modelo AMPACT Serie Azul 600403.

Los mismos son capaces de trabajar con conductores cuyo diámetro sea de entre 8,23 y 12,70 mm, en el caso del principal, y de entre 6,53 y 11,79 mm, en el caso del de derivación:

Tabla de selección por límites de diámetros:	Nr. de Catálogo	Suma de diámetros		Diámetro del conductor principal		Diámetro del conductor derivación	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
	Serie Azul (Principal: 1/0; 2/0; 3/0 ;4/0, Derivación: #6; #4; #2; 1/0; 2/0 ;4/0)						
Todos los valores en mm.	600403	20.22	15.77	12.70	8.23	11.79	6.53
	600411	22.89	18.69	14.53	9.25	11.79	6.53
	600466	17.96	13.86	14.53	9.25	5.18	4.11
	600447	19.33	14.48	14.53	9.25	6.55	5.18
	600448	21.49	17.53	14.53	9.25	10.11	6.53
	600455	19.53	15.80	14.53	9.25	5.18	4.11
	600456	20.90	16.87	14.53	9.25	6.55	5.18
	600458	24.46	20.42	14.53	9.25	11.79	6.53
	600459	27.13	21.79	14.53	9.25	14.53	9.25
	600465	27.13	23.83	14.53	9.25	14.53	9.25
	600466	28.70	24.28	14.53	9.25	14.53	9.25

Figura MC-38: Características de los conectores tipo Ampact de Tyco Electronics.

5.3.6.2. Selección de conectores tipo UDC

Estos componentes solo vinculan conductores de PAT, por lo que el único diámetro exterior a considerar es de 7,60 mm.

De la Referencia Bibliográfica 28, se adoptan cuatro conectores por presión de cuña marca Tyco Electronics modelo UDC simétricos tipo VII (blanco/rojo).

Tales elementos trabajan con cables cuyo diámetro sea de entre 4,66 y 10,11 mm, en el caso del principal, y de entre 4,66 y 8,30 mm, en el caso del de derivación:

Tabla de selección del UDC: Todos los valores en mm.

	Tipo ⁽¹⁾	Diámetro cond. principal		Diámetro cond. derivación		Suma de diámetros		Embalaje color	Nr. de cat. UDC	Nr. de Cat. Cubierta
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.			
Conectores Simétricos	I	8.12	3.17	7.42	3.17	14.01	10.60	Gris	881781-1	881224-1
	II	8.12	3.17	5.30	3.17	11.18	8.82	Verde	881783-1	881225-1
	III	6.55	2.54	4.65	1.27	9.50	7.40	Rojo	881785-1	881226-1
	IV	6.55	2.54	4.65	1.27	7.67	5.99	Azul	881787-1	881226-1
	V	4.93	2.54	4.65	1.27	6.20	4.58	Amarillo	881789-1	881226-1
	VI	10.61	8.01	9.36	6.54	18.72	16.79	Blanco/Azul	444031-1	602061-0
	VII	10.11	4.66	8.30	4.66	16.78	14.02	Blanco/Rojo	444033-1	602061-0
	VIII	10.11	8.01	10.11	8.01	20.22	18.73	Verde/Blanco	444385-1	602061-0
Conectores Asimétricos	A	9.36	5.60	5.10	1.74	10.95	9.10	Violeta	688652-1	688385-1
	B	9.36	6.20	5.10	1.74	13.11	10.95	Naranja	688653-1	688385-1
	C	12.74	8.20	5.10	1.74	14.75	13.11	Cafe	688654-1	688386-1
	D	12.74	9.50	5.10	1.74	17.00	14.75	Blanco	688655-1	688386-1
	F	8.33	5.60	5.10	1.74	9.10	7.20	Verde/Azul	688656-1	688385-1
	G	8.33	5.60	1.73	1.36	9.10	7.20	Violeta/Azul	688657-1	688385-1
	H	9.36	5.66	1.73	1.36	10.95	9.10	Naranja/Azul	688610-1 ⁽²⁾	688385-1
	J	11.10	9.34	5.10	1.74	13.11	10.95	Cafe/Azul	688611-1 ⁽²⁾	688386-1
K	11.10	9.34	1.73	1.36	13.11	10.95	Blanco/Azul	688612-1 ⁽²⁾	688386-1	
L	14.60	12.20	5.10	2.25	19.45	16.43	Gris/Azul	688685-1 ⁽²⁾	602061-1	

Figura MC-39: Características de los conectores tipo UDC de Tyco Electronics.

5.3.7. Selección de los terminales y mallas de conexión

5.3.7.1. Selección de los terminales para cables subterráneos

Estos elementos se utilizan solo en los conductores de potencia, por lo que la única sección nominal a considerar es de 185 mm².

De la Referencia Bibliográfica 6, se seleccionan tres terminales termocontraíbles de uso exterior con campanas para cable seco con armadura marca Raychem modelo HVT-E-353 que, en un nivel de tensión de 36 kV, trabajan con conductores unipolares cuya sección sea de entre 70 y 185 mm²:

CÓDIGO USO INFERIOR	CÓDIGO USO EXTERIOR	TENSIÓN	SECCIÓN CABLE (mm ²)
HVT-I-80	HVT-E-80	7,2 kV	1 x 16 a 1 x 35
HVT-I-81	HVT-E-81		1 x 50 a 1 x 95
HVT-I-82	HVT-E-82		1 x 120 a 1 x 240
HVT-I-83	HVT-E-83		1 x 300 a 1 x 500
HVT-3-I-80	HVT-3-E-80		3 x 16 a 3 x 35
HVT-3-I-81	HVT-3-E-81		3 x 50 a 3 x 95
HVT-3-I-82	HVT-3-E-82		3 x 120 a 3 x 185
HVT-3-I-83	HVT-3-E-83	3 x 240 a 3 x 300	
HVT-I-151	HVT-E-151	17,5 kV	1 x 16 a 1 x 70
HVT-I-152	HVT-E-152		1 x 95 a 1 x 150
HVT-I-153	HVT-E-153		1 x 185 a 1 x 400
HVT-I-154	HVT-E-154		1 x 500 a 1 x 800
HVT-3-I-151	HVT-3-E-151		3 x 16 a 3 x 70
HVT-3-I-152	HVT-3-E-152		3 x 95 a 3 x 150
HVT-3-I-153	HVT-3-E-153		3 x 185 a 3 x 300
HVT-I-352	HVT-E-352	36 kV	1 x 25 a 1 x 50
HVT-I-353	HVT-E-353		1 x 70 a 1 x 185
HVT-I-354	HVT-E-354		1 x 240 a 1 x 500
HVT-3-I-352	HVT-3-E-352		3 x 25 a 3 x 70
HVT-3-I-353	HVT-3-E-353		3 x 95 a 3 x 240

Figura MC-40: Características de los terminales termocontraibles para MT de Raychem.

También se seleccionan doce de estos terminales para uso interior sin campanas modelo HVT-I-353 que se utilizarán en las conexiones de cada centro de transformación.

5.3.7.2. Selección de los terminales para cables aéreos

Estas piezas se emplean solo en los conductores aéreos, por lo que la única sección nominal a considerar es de 35 mm².

De la Referencia Bibliográfica 17, se eligen tres terminales de indentar de un orificio y tubo standard marca LCT modelo SCC 35/2 (verde) que puede trabajar con conductores de cobre de 35 mm² de sección:

MODELO PART #	SECCIÓN mm ² CONDUCTOR mm ²	B	B (mm)	A	C	D	E	F	L	COLOR
SCC 1.5/2	1.5	5/32"	4	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 1.5/3	1.5	3/16"	5	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 2.5/1	2.5	5/32"	4	8	5	11	7	2.3	21	
SCC 2.5/2	2.5	3/16"	5	8	5	11	7	2.3	22	
SCC 4/1	4	5/32"	4	8	5	11	7	2.8	21	
SCC 4/2	4	3/16"	5	8	5	11	7	2.8	22	
SCC 6/1	6	3/16"	5	9	6	14	7	3.8	27	
SCC 6/2	6	1/4"	6.5	11	7	14	7	3.8	27	
SCC 10/1	10	3/16"	5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/2	10	1/4"	6.5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/3	10	5/16"	8	13	8	16	10	4.5	30	
SCC 16/1	16	1/4"	6.5	13	7	16	14	5.5	34	
SCC 16/2	16	5/16"	8	13	7	17	14	5.5	35	
SCC 16/3	16	3/8"	10	15	8	18	14	5.5	37	
SCC 25/1	25	1/4"	6.5	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/2	25	5/16"	8	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/3	25	3/8"	10	15	8	19	12	6.9	37	
SCC 25/4	25	1/2"	13	22	11	26	17	6.9	49	
SCC 35/0	35	1/4"	6.5	16	9	21	18	8.2	42	
SCC 35/1	35	5/16"	8	16	9	21	18	8.2	42	
SCC 35/2	35	3/8"	10	16	9	21	18	8.2	42	
SCC 35/3	35	1/2"	13	21	12	25	17	8.2	48	

Figura MC-41: Características de los terminales de indentar SCC 35/2 de LCT.

5.3.7.3. Selección de las mallas

Estos elementos se utilizan solo en los conductores de PAT, por lo que la única sección nominal a considerar es de 35 mm².

De la Referencia Bibliográfica 29, se adopta una malla flexible de cobre marca LCT de 35 mm² de sección:

SECCIÓN mm ² CONDUCTOR mm ²	ANCHO mm WIDTH mm	ESPESOR mm THICKNESS mm
6	7	1.5
10	9	1.5
16	17	2
25	20	2
35	25	2.5
50	28	4
70	29	7
95	30	8

Figura MC-42: Características de las mallas flexibles de LCT.

Se necesitarán unos 0,30 m de este tipo de malla.

5.3.8. Determinación de las dimensiones de la chapa de protección

El principal requerimiento para la protección metálica es que su extensión desde el nivel del suelo sea de unos 3 m.

Asimismo, se opta por realizarla a partir de dos medias cañas que, al encastrarse, envuelven el haz de conductores subterráneos.

6. Elección del tipo de línea de baja tensión (BT)

A diferencia de lo que ocurría con la LSMT, para el caso de la instalación de BT existe un requerimiento por parte del equipo de arquitectura de que el sistema de alimentación eléctrica sea subterráneo.

La adopción del mismo se justifica porque, con este tipo de solución, resulta más sencillo hacer un uso óptimo del espacio disponible, lo cual repercute positivamente en la estética y funcionalidad del emprendimiento.

A esto se suma el hecho de que, al colocar los conductores bajo tierra, se los resguarda de todo tipo de inclemencias atmosféricas, mejorando tanto la seguridad como la confiabilidad del suministro.

7. Elección de la traza de la línea de BT

7.1.Descripción de las instalaciones existentes

A día de hoy, el terreno no dispone de infraestructura eléctrica alguna por lo que los principales elementos a considerar para establecer la traza de la LSBT serán las posiciones de los centros de transformación y la disposición de los lotes habitacionales.

7.2.Justificación de la traza elegida

Se opta por trabajar con dos líneas que se “ramifican” desde los laterales hacia el centro del terreno por entenderse que, de esa manera, es posible abastecer los distintos lotes y vías con una instalación cuya traza es acotada y libre de obstáculos, al tiempo que respeta el lay-out propuesto.

En cuanto a los tableros principales, secundarios y de iluminación, su ubicación responde tanto a la necesidad de situarlos en las cercanías de los transformadores (en el primer caso) o de los centros de carga (en el segundo y tercer caso) para reducir la extensión de los conductores, como de la disponibilidad de espacio.

Se destaca que los pilares de medición se colocan sobre la línea frontal y sobre la medianera de cada lote con el fin de quitar la menor cantidad de espacio posible a las futuras edificaciones y que las luminarias se ubican buscando lograr niveles de iluminación adecuados a las características de las vías con que contará el predio.

8. Cálculo y selección de componentes de la LSBT

8.1. Selección de los materiales para las zanjas

8.1.1. Selección de los conductores subterráneos

8.1.1.1. Distribuidores desde los tableros secundarios hasta los pilares de medición

8.1.1.1.1. Cálculo de la potencia activa por unidad habitacional

Para determinar la potencia aparente por parcela, se comienza trabajando con el valor establecido como base en el apartado 4.2.2.2 de las presentes MC:

$$S_p = 11 \frac{kVA}{parcela}$$

Este valor debe ser afectado por un coeficiente de simultaneidad obtenido de la sección 771.9.1 de la Referencia Bibliográfica 2:

Grado de electrificación	Coeficiente de simultaneidad
Mínimo	1
Medio	0,9
Elevado	0,8
Superior	0,7

Figura MC-43: Coeficiente de simultaneidad en función del grado de electrificación.

Dado que el grado de electrificación a considerar para los lotes de la primera etapa del desarrollo es “superior”, corresponde adoptar un coeficiente de simultaneidad de 0,70.

Aplicando el mencionado coeficiente al valor inicial, se llega a la siguiente potencia aparente por parcela corregida:

$$S_{pc} = S_p * c_s = 11 \frac{kVA}{parcela} * 0,70 = 7,70 \frac{kVA}{parcela}$$

Finalmente, al considerar el mismo factor de potencia que en apartados anteriores, se llega a que la potencia activa por parcela será:

$$P_p = S_{pc} * \cos \varphi = 7,70 \frac{kVA}{parcela} * 0,85 = 6,55 \frac{kW}{parcela}$$

Dado que los pilares de medición son dobles, pues alimentan a dos lotes linderos en forma simultánea, la potencia activa a considerar será:

$$P_{pm} = 2 * P_p = 2 \frac{parcelas}{pilar\ de\ medición} * 6,55 \frac{kW}{parcela} = 13,10 \frac{kW}{pilar\ de\ medición}$$

8.1.1.1.2. Cálculo del distribuidor D11 (TS1 – Salida n°1)

8.1.1.1.2.1. Cálculo por corriente nominal

Dado que el conductor a calcular desempeña la función de distribuidor, se deberá respetar una configuración como la mostrada a continuación:

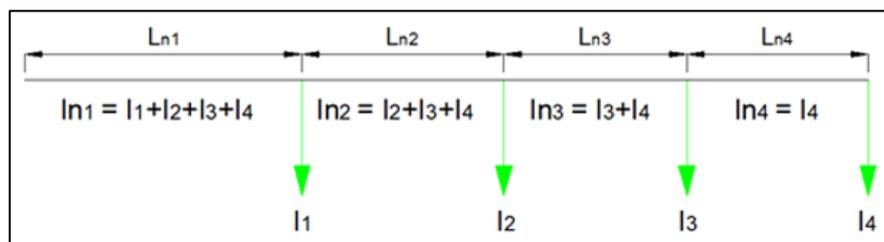


Figura MC-44: Distribuidor eléctrico genérico.

Esto lleva a que las verificaciones por corriente nominal y de cortocircuito deban hacerse considerando las condiciones de trabajo del primer tramo (que soporta la totalidad de la carga), por ser el que se encuentra exigido en mayor medida.

Por ello, se comienza por calcular la corriente de línea en un sistema trifásico a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

Donde:

- I_l : Corriente de línea en A.
- P : Potencia activa a transportar por cada una de las líneas en W.
- U_l : Tensión de línea en V.
- $\cos \varphi$: Factor de potencia adimensional.

El distribuidor D11 comienza su recorrido en el tablero secundario TS1 y abastece a los lotes 35 a 40 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² por ser ésta una de las que ENERSA adopta como normalizada para los distribuidores de sus obras de BT:

Características eléctricas (IRAM)					
Intensidad admisible 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
	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
mm ²	A	A	A	A	A
1,5	28	24	32	32	28
2,5	37	31	43	44	37
4	48	40	53	57	48
6	60	49	67	72	61
10	79	66	94	97	83
16	101	85	121	128	107
25	130	108	157	166	141
35	157	131	189	200	168
50	196	163	231	251	209
70	241	202	280	307	256
95	285	239	327	369	308
120	325	272	379	420	351
150	367	307	424	472	393
185	411	344	473	535	447
240	475	398	555	623	519
300	537	449	624	704	586
400	-	-	710	-	-
500	-	-	825	-	-
630	-	-	941	-	-

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de cobre							
Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
TRIPOLARES (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,7	1,8	10	135	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	11	175	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	12,5	235	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	13,5	305	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	15,5	450	2,44	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	18,5	705	1,54	0,075
25	7,1	0,9	1,8	24,5	1140	0,995	0,074
35	8,3	0,9	1,8	27	1480	0,707	0,072
50	8,1	1,0	1,8	28	1905	0,493	0,0726
70	-	1,1	1,9	28,5	2210	0,341	0,0707
95	-	1,1	2,0	32	2985	0,246	0,0685
120	-	1,2	2,1	35	3680	0,195	0,0689
150	-	1,4	2,3	38,5	4550	0,158	0,0693
185	-	1,6	2,4	42,5	5630	0,126	0,0696
240	-	1,7	2,6	47,5	7310	0,0961	0,0689
300	-	1,8	2,8	52	9115	0,0766	0,0685
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo y azul)							
1,5	1,5	0,7	1,8	11	160	17,00	0,103
2,5	2,0	0,7	1,8	12	210	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	13,5	280	6,30	0,0894
6	3,0	0,7	1,8	14,5	370	4,20	0,085
10	3,9	0,7	1,8	17	550	2,44	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	20	1080	1,54	0,075
25/16	7,1/4,9	0,9/0,7	1,8	25,5	1280	0,995	0,074
35/16	8,3/4,9	0,9/0,7	1,8	27,5	1610	0,707	0,072
50/25	8,1/5,9	1,0/0,9	1,8	29,5	2150	0,493	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	1,9	29	2560	0,341	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	33	3465	0,246	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	4365	0,195	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	40,5	5225	0,158	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	45	6575	0,126	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	8480	0,0961	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	56,5	10565	0,0766	0,0685

Figura MC-45: Características de los conductores subterráneos de cobre de 70/35 mm² para BT de Prysmian.

En las condiciones de instalación previstas por el fabricante, el cable elegido dispone de una corriente admisible de 256 A.

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

Las condiciones propuestas permiten que los conductores trabajen a 90°C, para lo cual deben ser colocados en forma directa en un plano horizontal y a una profundidad de 0,70 m en un suelo a 25°C y con una resistividad térmica de 100 °C*cm/W.

8.1.1.1.2.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Donde:

- S : Sección del conductor en mm².
- $I_{cc\ pa}$: Corriente de cortocircuito en el punto de alimentación en A.
- t : Duración de la interrupción o tiempo de desconexión en seg.
- k : Constante adimensional dependiente del tipo de conductor.

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

Donde:

- I_n : Corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D11 en A.
- $U_{cc\ t}$: Tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador en %.

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D11 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{66,73 A * 100\%}{4\%} = 1668,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Lógicamente, al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.2.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

Donde:

- ΔU_l : Caída de tensión en V.
- k : Constante adimensional dependiente del tipo de sistema.
- I_l : Corriente de línea en A.
- L : Longitud del circuito en km entendida como la distancia que separa los dos puntos entre los cuales se está calculando la caída de tensión.
- R : Resistencia del conductor a la temperatura de servicio en Ω/km .
- φ : Angulo de desfase entre la tensión y la corriente en $^\circ$.
- X : Reactancia del conductor a la temperatura de servicio en Ω/km .

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

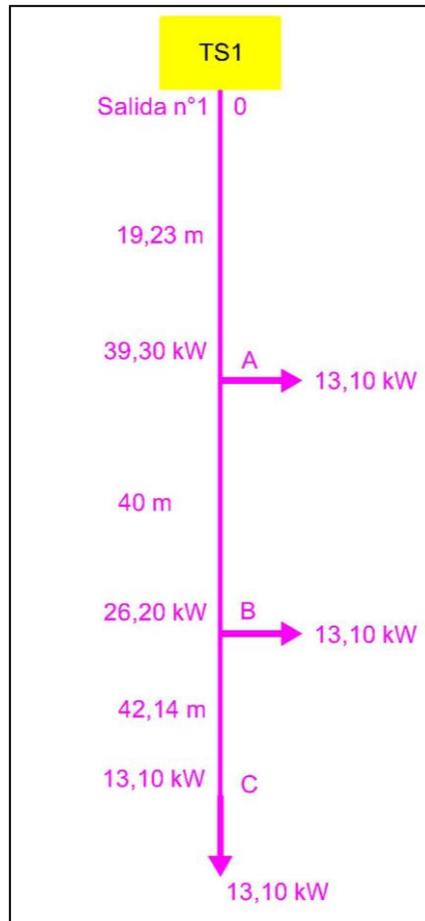


Figura MC-46: Diagrama de cargas del distribuidor D11.

$$I_{l_{0-A}} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{l_{A-B}} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{l_{B-C}} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,23 \text{ m} = 0,01923 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 40 \text{ m} = 0,04000 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 42,14 \text{ m} = 0,04214 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D11 (TS1-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,23	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	26,20	44,49	40,00	70/35	1,01	0,25
B-C	Trifásica	13,10	22,24	42,14	70/35	0,53	0,13
Total							0,57

Figura MC-47: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D11.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.2.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D11 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D11 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D11} = 19,23 \text{ m} + 40 \text{ m} + 42,14 \text{ m} = 101,37 \text{ m} = 102 \text{ m}$$

8.1.1.1.3. Cálculo del distribuidor D12 (TS1 – Salida n°2)

8.1.1.1.3.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D12 comienza su recorrido en el tablero secundario TS1 y abastece a los lotes 41 a 46 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.3.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D12 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc \text{ t}} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{66,73\ A * 100\%}{4\%} = 1668,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 11,24\ mm^2$$

Al ser la sección de $70/35\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.3.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

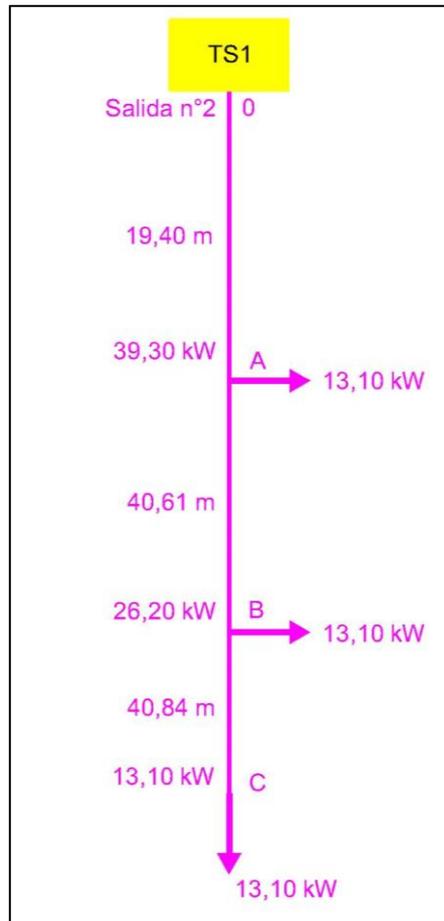


Figura MC-48: Diagrama de cargas del distribuidor D12.

$$I_{l0-A} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,40 \text{ m} = 0,01940 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 40,61 \text{ m} = 0,04061 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 40,84 \text{ m} = 0,04084 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D12 (TS1-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,40	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	26,20	44,49	40,61	70/35	1,02	0,26
B-C	Trifásica	13,10	22,24	40,84	70/35	0,52	0,13
Total							0,57

Figura MC-49: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D12.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.3.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D12 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D12 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D12} = 19,40 \text{ m} + 40,61 \text{ m} + 40,84 \text{ m} = 100,85 \text{ m} = 101 \text{ m}$$

8.1.1.1.4. Cálculo del distribuidor D21 (TS2 – Salida n°1)

8.1.1.1.4.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D21 comienza su recorrido en el tablero secundario TS2 y abastece a los lotes 14 a 18 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 5 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 32,75 \text{ kW} = 32750 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D12 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 55,61 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc \text{ t}} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 105 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{55,61\ A * 100\%}{4\%} = 1390,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1390,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 9,36\ mm^2$$

Al ser la sección de $70/35\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.4.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

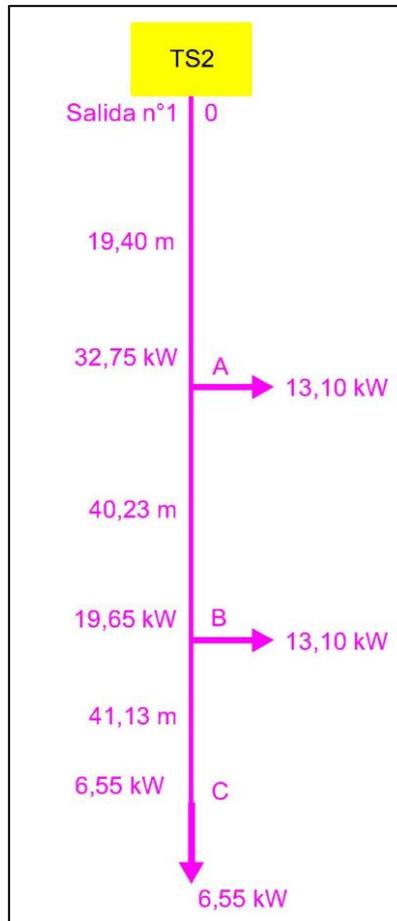


Figura MC-50: Diagrama de cargas del distribuidor D21.

$$I_{l_{0-A}} = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

$$I_{l_{A-B}} = \frac{19650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{l_{B-C}} = \frac{6650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 11,29 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,40 \text{ m} = 0,01940 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 40,23 \text{ m} = 0,04023 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 41,13 \text{ m} = 0,04113 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D21 (TS2-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	32,75	55,61	19,40	70/35	0,61	0,15
A-B	Trifásica	19,65	33,37	40,23	70/35	0,76	0,19
B-C	Trifásica	6,55	11,12	41,13	70/35	0,26	0,06
Total							0,41

Figura MC-51: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D21.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.4.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D21 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D21 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D21} = 19,40 \text{ m} + 40,23 \text{ m} + 41,13 \text{ m} = 100,76 \text{ m} = 101 \text{ m}$$

8.1.1.1.5. Cálculo del distribuidor D22 (TS2-Salida n°2)

8.1.1.1.5.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D22 comienza su recorrido en el tablero secundario TS2 y abastece a los lotes 19 a 24 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D22 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{66,73 A * 100\%}{4\%} = 1668,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.5.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

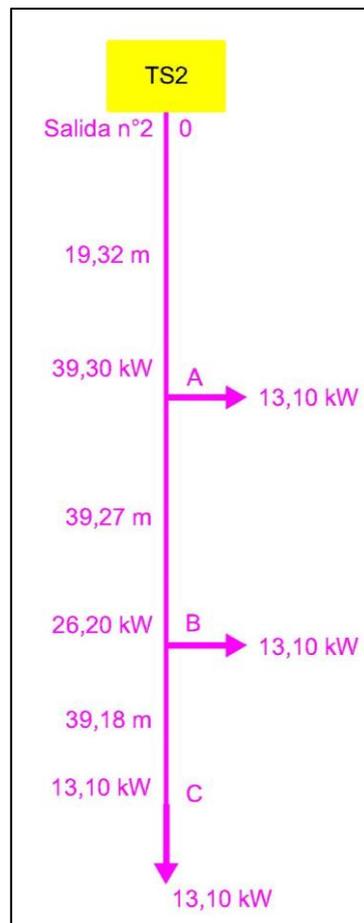


Figura MC-52: Diagrama de cargas del distribuidor D22.

$$I_{l0-A} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,32 \text{ m} = 0,01932 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,27 \text{ m} = 0,03927 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,18 \text{ m} = 0,03918 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D22 (TS2-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,32	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	26,20	44,49	39,27	70/35	0,99	0,25
B-C	Trifásica	13,10	22,24	39,18	70/35	0,49	0,12
Total							0,55

Figura MC-53: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D22.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.5.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D22 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D22 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D22} = 19,32 \text{ m} + 39,27 \text{ m} + 39,18 \text{ m} = 97,77 \text{ m} = 98 \text{ m}$$

8.1.1.1.6. Cálculo del distribuidor D31 (TS3-Salida n°1)

8.1.1.1.6.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D31 comienza su recorrido en el tablero secundario TS3 y abastece a los lotes 10 a 13 a través de 2 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 4 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 26,20 \text{ kW} = 26200 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D31 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 44,49 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{44,49 A * 100\%}{4\%} = 1112,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1112,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 7,49 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.6.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

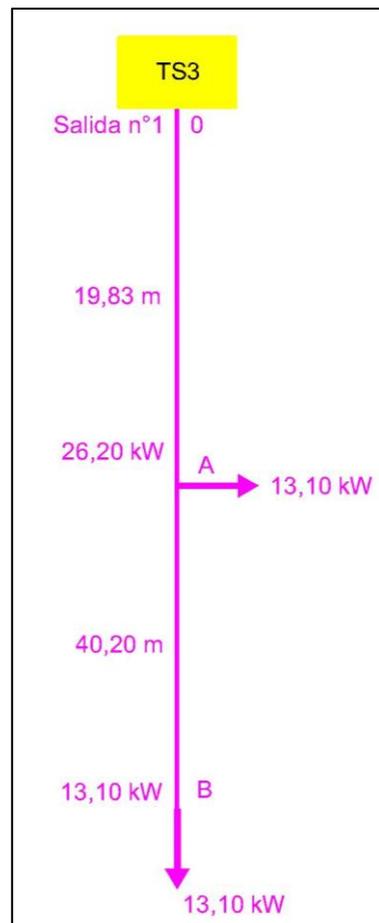


Figura MC-54: Diagrama de cargas del distribuidor D31.

$$I_{l0-A} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,83 \text{ m} = 0,01983 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 40,20 \text{ m} = 0,04020 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D31 (TS3-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	26,20	44,49	19,83	70/35	0,50	0,13
A-B	Trifásica	13,10	22,24	40,20	70/35	0,51	0,13
Total							0,25

Figura MC-55: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D31.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.6.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D31 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D31 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D31} = 19,83 \text{ m} + 40,20 \text{ m} = 60,03 \text{ m} = 60 \text{ m}$$

8.1.1.1.7. Cálculo del distribuidor D32 (TS3-Salida n°2)

8.1.1.1.7.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D32 comienza su recorrido en el tablero secundario TS3 y abastece a los lotes 6 a 9 a través de 2 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 4 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 26,20 \text{ kW} = 26200 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 119 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_l = \frac{26200 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 44,49 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.7.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D32 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 44,49 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{44,49 A * 100\%}{4\%} = 1112,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1112,25 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 7,49 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.7.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

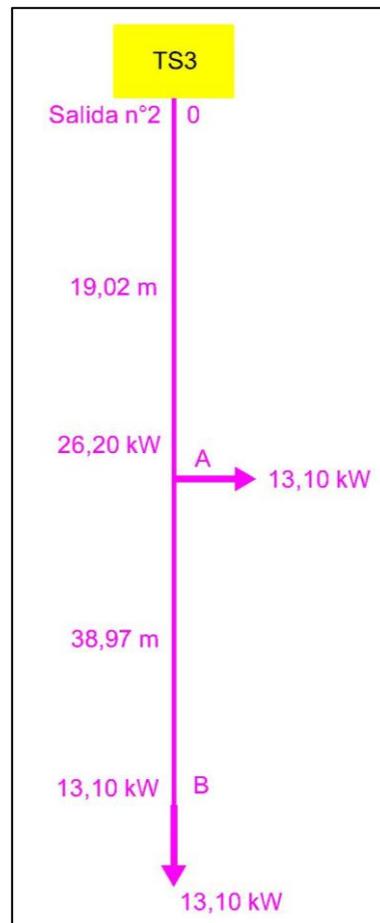


Figura MC-56: Diagrama de cargas del distribuidor D32.

$$I_{l_{0-A}} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{l_{A-B}} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,02 \text{ m} = 0,01902 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 38,97 \text{ m} = 0,03897 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D32 (TS3-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	26,20	44,49	19,02	70/35	0,48	0,12
A-B	Trifásica	13,10	22,24	38,97	70/35	0,49	0,12
Total							0,24

Figura MC-57: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D32.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.7.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D32 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D32 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D32} = 19,02 \text{ m} + 38,97 \text{ m} = 57,99 \text{ m} = 58 \text{ m}$$

8.1.1.1.8. Cálculo del distribuidor D33 (TS3-Salida n°3)

8.1.1.1.8.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D33 comienza su recorrido en el tablero secundario TS3 y abastece a los lotes 1 a 5 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 5 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 32,75 \text{ kW} = 32750 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible

de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.8.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D33 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 55,61\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{55,61\ A * 100\%}{4\%} = 1390,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de

menos de 300 mm²), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1390,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 9,36 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.8.3.Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

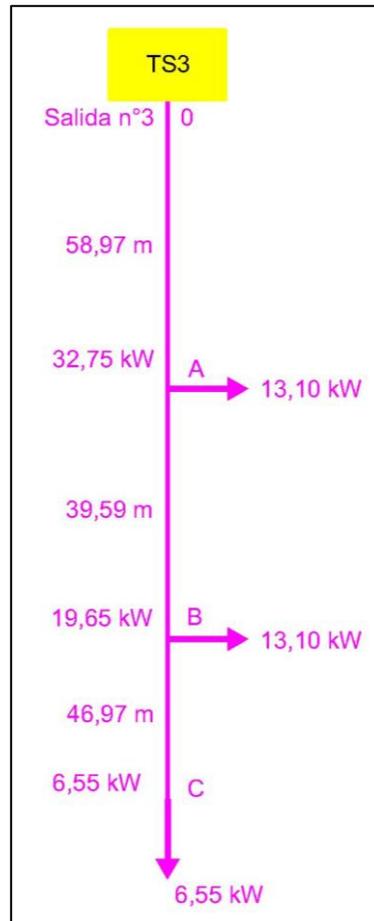


Figura MC-58: Diagrama de cargas del distribuidor 33.

$$I_{l0-A} = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{19650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{6550 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 11,12 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 58,97 \text{ m} = 0,05897 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,59 \text{ m} = 0,03959 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 46,97 \text{ m} = 0,04697 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D33 (TS3-Salida n°3)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	32,75	55,61	58,97	70/35	1,86	0,46
A-B	Trifásica	19,65	33,37	39,59	70/35	0,75	0,19
B-C	Trifásica	6,55	11,12	46,97	70/35	0,30	0,07
Total							0,73

Figura MC-59: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D33.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.8.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D33 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D33 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D33} = 58,97 \text{ m} + 39,59 \text{ m} + 46,97 \text{ m} = 145,53 \text{ m} = 146 \text{ m}$$

8.1.1.1.9. Cálculo del distribuidor D41 (TS4-Salida n°1)

8.1.1.1.9.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D41 comienza su recorrido en el tablero secundario TS4 y abastece a los lotes 89 a 94 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.9.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D41 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{66,73 A * 100\%}{4\%} = 1668,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.9.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

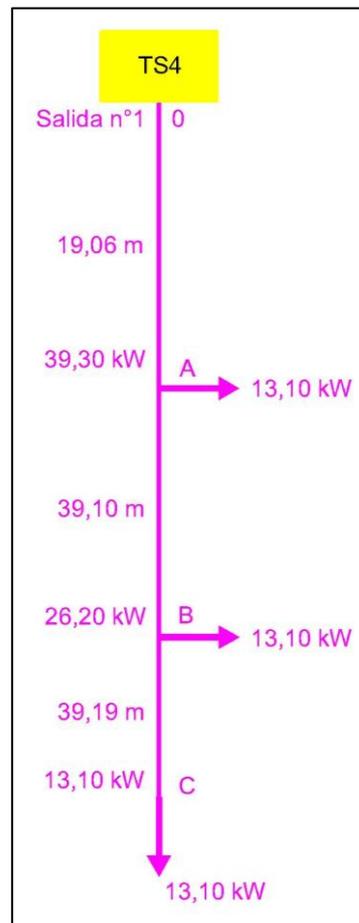


Figura MC-60: Diagrama de cargas del distribuidor D41.

$$I_{l0-A} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,06 \text{ m} = 0,01906 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,10 \text{ m} = 0,03910 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,19 \text{ m} = 0,03919 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D41 (TS4-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,06	70/35	0,72	0,18
A-B	Trifásica	26,20	44,49	39,10	70/35	0,99	0,25
B-C	Trifásica	13,10	22,24	39,19	70/35	0,49	0,12
Total							0,55

Figura MC-61: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D41.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.9.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D41 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D41 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D41} = 19,06 \text{ m} + 39,10 \text{ m} + 39,19 \text{ m} = 97,35 \text{ m} = 98 \text{ m}$$

8.1.1.1.10. Cálculo del distribuidor D42 (TS4-Salida n°2)

8.1.1.1.10.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D42 comienza su recorrido en el tablero secundario TS4 y abastece a los lotes 95 a 99 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 5 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 32,75 \text{ kW} = 32750 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D42 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 55,61 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{55,61 A * 100\%}{4\%} = 1390,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1390,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 9,36 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.10.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

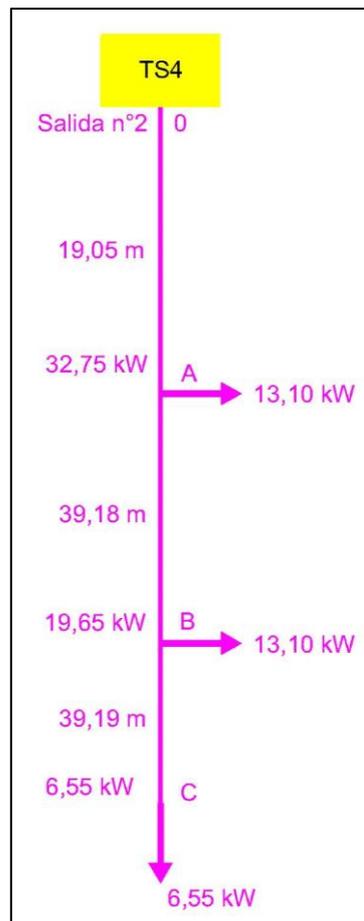


Figura MC-62: Diagrama de cargas del distribuidor D42.

$$I_{l0-A} = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{19650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{6550 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 11,12 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,05 \text{ m} = 0,01905 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,18 \text{ m} = 0,03918 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,19 \text{ m} = 0,03919 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D42 (TS4-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	32,75	55,61	19,05	70/35	0,60	0,15
A-B	Trifásica	19,65	33,37	39,18	70/35	0,74	0,19
B-C	Trifásica	6,55	11,12	39,19	70/35	0,25	0,06
Total							0,40

Figura MC-63: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D42.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.10.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D42 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D42 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D42} = 19,05 \text{ m} + 39,18 \text{ m} + 39,19 \text{ m} = 97,42 \text{ m} = 98 \text{ m}$$

8.1.1.1.11. Cálculo del distribuidor D51 (TS5-Salida n°1)

8.1.1.1.11.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D51 comienza su recorrido en el tablero secundario TS5 y abastece a los lotes 60 a 66 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 7 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 45,85 \text{ kW} = 45850 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{45850 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 77,86 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.11.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D51 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 77,86 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{77,86 A * 100\%}{4\%} = 1946,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1946,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 13,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.11.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

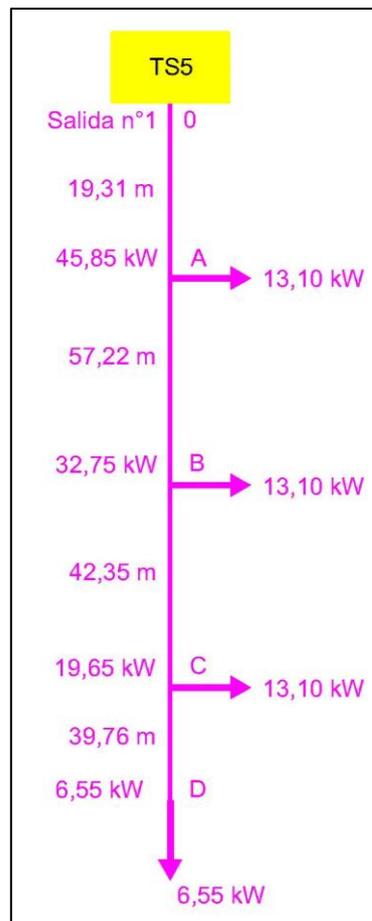


Figura MC-64: Diagrama de cargas del distribuidor D51.

$$I_{l0-A} = \frac{45850 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 77,86 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{19650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{IC-D} = \frac{6550 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 11,12 A$$

$$L_{0-A} = 19,31 m = 0,01931 km$$

$$L_{A-B} = 57,22 m = 0,05722 km$$

$$L_{B-C} = 42,35 m = 0,04235 km$$

$$L_{C-D} = 39,76 m = 0,03976 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 70/35 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D51 (TS5-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	45,85	77,86	19,31	70/35	0,85	0,21
A-B	Trifásica	32,75	55,61	57,22	70/35	1,80	0,45
B-C	Trifásica	19,65	33,37	42,35	70/35	0,80	0,20
C-D	Trifásica	6,55	11,12	39,76	70/35	0,25	0,06
Total							0,93

Figura MC-65: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D51.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.11.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D51 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D51 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D51} = 19,31 m + 57,22 m + 42,35 m + 39,76 m = 158,64 m = 159 m$$

8.1.1.1.12. Cálculo del distribuidor D52 (TS5-Salida n°2)

8.1.1.1.12.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D52 comienza su recorrido en el tablero secundario TS5 y abastece a los lotes 67 a 74 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 144 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$P = 8 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 52,40 \text{ kW} = 52400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.12.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D52 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 88,98 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{88,98 A * 100\%}{4\%} = 2224,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{2224,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 14,98 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.12.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

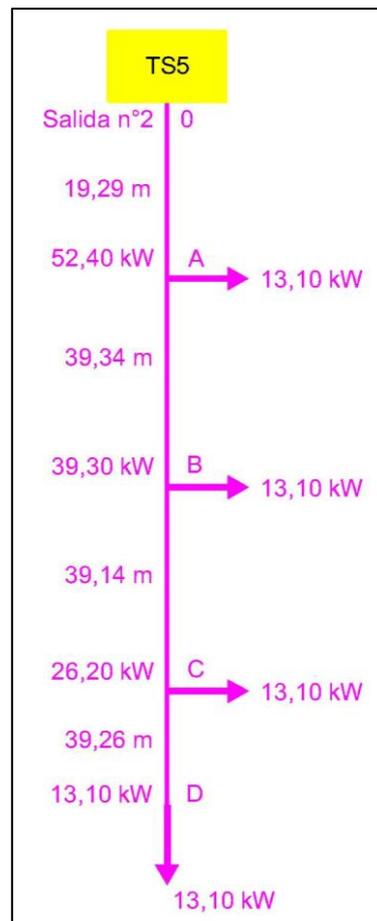


Figura MC-66: Diagrama de cargas del distribuidor D52.

$$I_{l0-A} = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{IC-D} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,29 \text{ m} = 0,01929 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,34 \text{ m} = 0,03934 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,14 \text{ m} = 0,03914 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 39,26 \text{ m} = 0,03926 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D52 (TS5-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	52,40	88,98	19,29	70/35	0,97	0,24
A-B	Trifásica	39,30	66,73	39,34	70/35	1,49	0,37
B-C	Trifásica	26,20	44,49	39,14	70/35	0,99	0,25
C-D	Trifásica	13,10	22,24	39,26	70/35	0,50	0,12
Total							0,99

Figura MC-67: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D52.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.12.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D52 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D52 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D52} = 19,29 \text{ m} + 39,34 \text{ m} + 39,14 \text{ m} + 39,26 \text{ m} = 137,03 \text{ m} = 137 \text{ m}$$

8.1.1.1.13. Cálculo del distribuidor D61 (TS6-Salida n°1)

8.1.1.1.13.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D61 comienza su recorrido en el tablero secundario TS6 y abastece a los lotes 47 a 52 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 149 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.13.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D61 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{66,73 A * 100\%}{4\%} = 1668,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.13.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

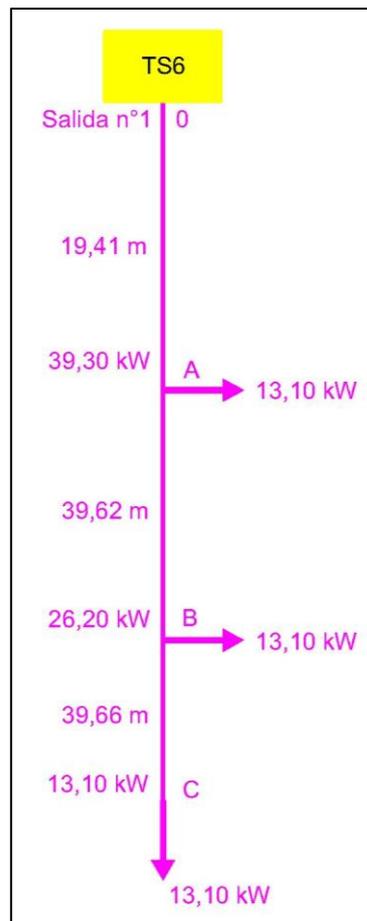


Figura MC-68: Diagrama de cargas del distribuidor D61.

$$I_{l0-A} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,41 \text{ m} = 0,01941 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,62 \text{ m} = 0,03962 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,66 \text{ m} = 0,03966 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D61 (TS6-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,41	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	26,20	44,49	39,62	70/35	1,00	0,25
B-C	Trifásica	13,10	22,24	39,66	70/35	0,50	0,13
Total							0,56

Figura MC-69: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D61.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.13.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D61 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D61 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D61} = 19,41 m + 39,62 m + 39,66 m = 98,69 m = 99 m$$

8.1.1.14. Cálculo del distribuidor D62 (TS6-Salida n°2)

8.1.1.14.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D62 comienza su recorrido en el tablero secundario TS6 y abastece a los lotes 53 a 59 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 7 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 45,85 \text{ kW} = 45850 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{45850 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 77,86 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{77,86 \text{ A}}{2} = 38,93 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 256 \text{ A} * 0,64 = 163,84 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.14.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D62 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 38,93\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{38,93\ A * 100\%}{4\%} = 973,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{973,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 6,56\ mm^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.14.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

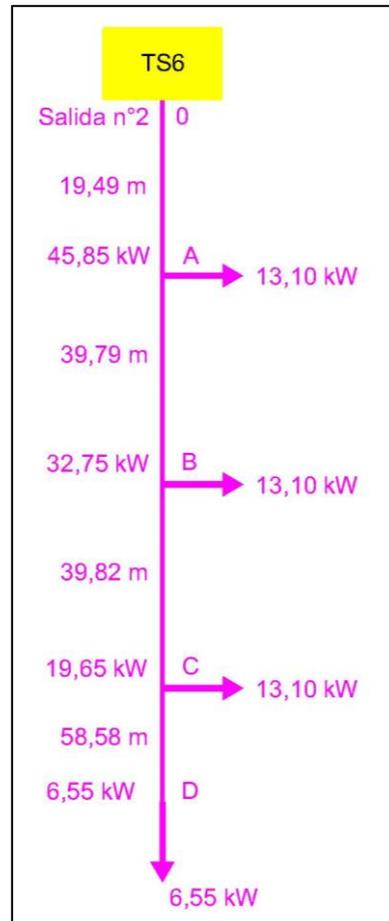


Figura MC-70: Diagrama de cargas del distribuidor D62.

$$I_{li0-A} = \frac{45850 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 38,93 \text{ A}$$

$$I_{liA-B} = \frac{32750 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 27,81 \text{ A}$$

$$I_{liB-C} = \frac{19650 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 16,68 \text{ A}$$

$$I_{LIC-D} = \frac{6550 W}{\frac{\sqrt{3} * 400 V * 0,85}{2}} = 5,56 A$$

$$L_{0-A} = 19,49 m = 0,01949 km$$

$$L_{A-B} = 39,79 m = 0,03979 km$$

$$L_{B-C} = 39,82 m = 0,03982 km$$

$$L_{C-D} = 58,58 m = 0,05858 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 70/35 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D62 (TS6-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	45,85	38,93	19,49	70/35	0,43	0,11
A-B	Trifásica	32,75	27,81	39,79	70/35	0,63	0,16
B-C	Trifásica	19,65	16,68	39,82	70/35	0,38	0,09
C-D	Trifásica	6,55	5,56	58,58	70/35	0,18	0,05
Total							0,40

Figura MC-71: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D62.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.14.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D62 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D62 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D62} = 2 * (19,49 m + 39,79 m + 39,82 m + 58,58 m) = 315,36 m = 316 m$$

8.1.1.1.15. Cálculo del distribuidor D71 (TS7-Salida n°1)

8.1.1.1.15.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D71 comienza su recorrido en el tablero secundario TS7 y abastece a los lotes 25 a 28 a través de 2 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 4 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 26,20 \text{ kW} = 26200 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.15.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D71 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 44,49 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{44,49 A * 100\%}{4\%} = 1112,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1112,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 7,49 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.15.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

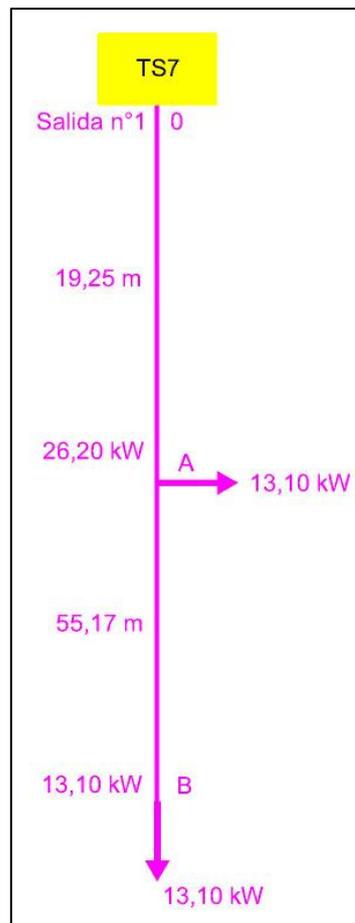


Figura MC-72: Diagrama de cargas del distribuidor D71.

$$I_{l0-A} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,25 \text{ m} = 0,01925 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 55,17 \text{ m} = 0,05517 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D71 (TS7-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	26,20	44,49	19,25	70/35	0,49	0,12
A-B	Trifásica	13,10	22,24	55,17	70/35	0,70	0,17
Total							0,30

Figura MC-73: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D71.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.15.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D71 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D71 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D71} = 19,25 \text{ m} + 55,17 \text{ m} = 74,42 \text{ m} = 75 \text{ m}$$

8.1.1.16. Cálculo del distribuidor D72 (TS7-Salida n°2)

8.1.1.16.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D72 comienza su recorrido en el tablero secundario TS7 y abastece a los lotes 29 a 34 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.16.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D72 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{66,73 A * 100\%}{4\%} = 1668,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.16.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

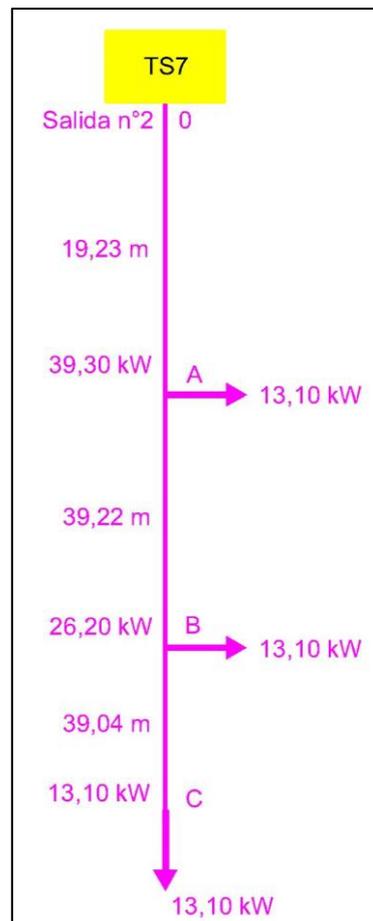


Figura MC-74: Diagrama de cargas del distribuidor D72.

$$I_{l0-A} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,23 \text{ m} = 0,01923 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,22 \text{ m} = 0,03922 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,04 \text{ m} = 0,03904 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D72 (TS7-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,23	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	26,20	44,49	39,22	70/35	0,99	0,25
B-C	Trifásica	13,10	22,24	39,04	70/35	0,49	0,12
Total							0,55

Figura MC-75: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D72.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.16.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D72 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D72 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D72} = 19,23 \text{ m} + 39,22 \text{ m} + 39,04 \text{ m} = 97,49 \text{ m} = 98 \text{ m}$$

8.1.1.1.17. Cálculo del distribuidor D81 (TS8-Salida n°1)

8.1.1.1.17.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D81 comienza su recorrido en el tablero secundario TS8 y abastece a los lotes 75 a 82 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 8 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 52,40 \text{ kW} = 52400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.17.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D81 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 88,98 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{88,98 A * 100\%}{4\%} = 2224,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{2224,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 14,98 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.17.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

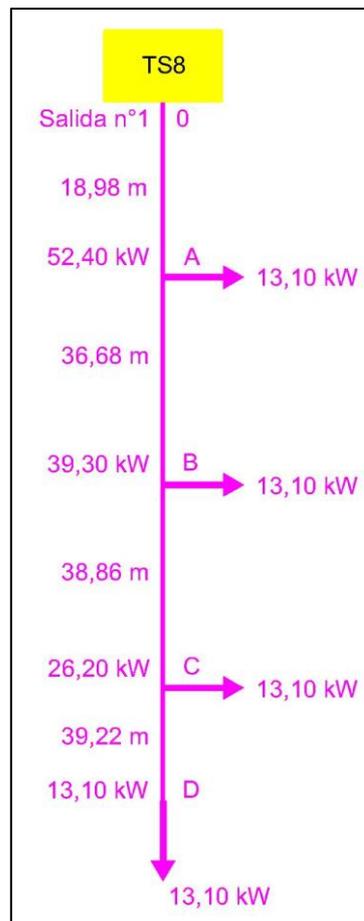


Figura MC-76: Diagrama de cargas del distribuidor D81.

$$I_{l0-A} = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{IC-D} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 18,98 \text{ m} = 0,01898 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 36,68 \text{ m} = 0,03668 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 38,86 \text{ m} = 0,03886 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 39,22 \text{ m} = 0,03922 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D81 (TS8-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	52,40	88,98	18,98	70/35	0,96	0,24
A-B	Trifásica	39,30	66,73	36,68	70/35	1,39	0,35
B-C	Trifásica	26,20	44,49	38,86	70/35	0,98	0,25
C-D	Trifásica	13,10	22,24	39,22	70/35	0,49	0,12
Total							0,96

Figura MC-77: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D81.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.17.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D81 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D81 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D81} = 18,98 \text{ m} + 36,68 \text{ m} + 38,86 \text{ m} + 39,22 \text{ m} = 133,74 \text{ m} = 134 \text{ m}$$

8.1.1.1.18. Cálculo del distribuidor D82 (TS8-Salida n°2)

8.1.1.1.18.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D82 comienza su recorrido en el tablero secundario TS8 y abastece a los lotes 83 a 88 a través de 3 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 175 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$P = 6 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.18.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D82 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 66,73 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{66,73 A * 100\%}{4\%} = 1668,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1668,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.18.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

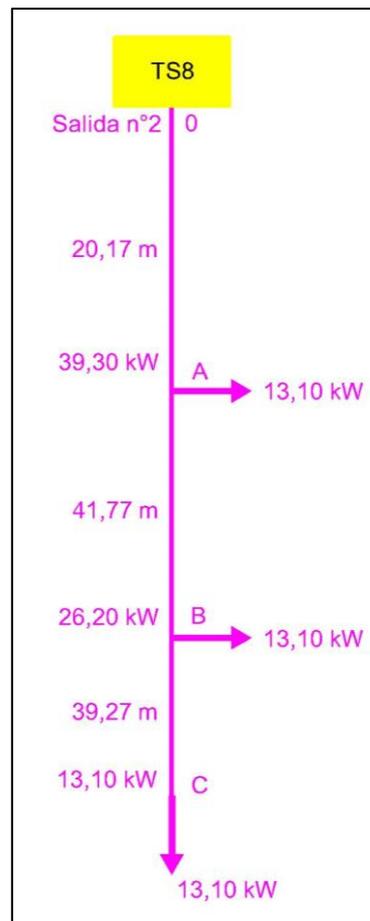


Figura MC-78: Diagrama de cargas del distribuidor D82.

$$I_{l0-A} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 20,17 \text{ m} = 0,02017 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 41,77 \text{ m} = 0,04177 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,27 \text{ m} = 0,03927 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D82 (TS8-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	20,17	70/35	0,76	0,19
A-B	Trifásica	26,20	44,49	41,77	70/35	1,05	0,26
B-C	Trifásica	13,10	22,24	39,27	70/35	0,50	0,12
Total							0,58

Figura MC-79: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D82.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.18.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D82 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D82 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D82} = 20,17 \text{ m} + 41,77 \text{ m} + 39,27 \text{ m} = 101,21 \text{ m} = 102 \text{ m}$$

8.1.1.1.19. Cálculo del distribuidor D91 (TS9-Salida n°1)

8.1.1.1.19.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D91 comienza su recorrido en el tablero secundario TS9 y abastece a los lotes 100 a 107 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 8 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 52,40 \text{ kW} = 52400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{88,98 \text{ A}}{2} = 44,49 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 256 \text{ A} * 0,64 = 163,84 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.19.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D91 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 44,49\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{44,49\ A * 100\%}{4\%} = 1112,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1112,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 7,49\ mm^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.19.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

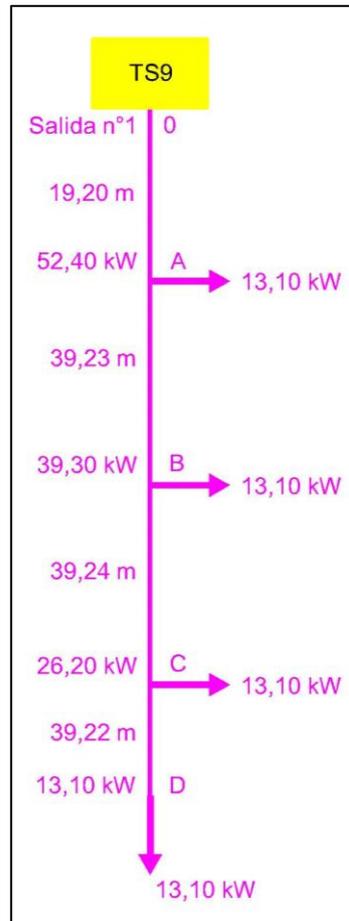


Figura MC-80: Diagrama de cargas del distribuidor D91.

$$I_{li0-A} = \frac{52400 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{liA-B} = \frac{39300 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{liB-C} = \frac{26200 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 22,24 \text{ A}$$

$$I_{lic-D} = \frac{13100 W}{\frac{\sqrt{3} * 400 V * 0,85}{2}} = 11,12 A$$

$$L_{0-A} = 19,20 m = 0,01920 km$$

$$L_{A-B} = 39,23 m = 0,03923 km$$

$$L_{B-C} = 39,24 m = 0,03924 km$$

$$L_{C-D} = 39,22 m = 0,03922 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 70/35 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D91 (TS9-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	52,40	44,49	19,20	70/35	0,48	0,12
A-B	Trifásica	39,30	33,37	39,23	70/35	0,74	0,19
B-C	Trifásica	26,20	22,24	39,24	70/35	0,49	0,12
C-D	Trifásica	13,10	11,12	39,22	70/35	0,25	0,06
Total							0,49

Figura MC-81: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D91.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.19.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D91 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D91 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D91} = 2 * (19,20 \text{ m} + 39,23 \text{ m} + 39,24 \text{ m} + 39,22 \text{ m}) = 273,78 \text{ m} = 274 \text{ m}$$

8.1.1.1.20. Cálculo del distribuidor D92 (TS9-Salida n°2)

8.1.1.1.20.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D92 comienza su recorrido en el tablero secundario TS9 y abastece a los lotes 108 a 115 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 186 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$P = 8 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 52,40 \text{ kW} = 52400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{88,98 \text{ A}}{2} = 44,49 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 256 \text{ A} * 0,64 = 163,84 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.20.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D92 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 44,49\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{44,49\ A * 100\%}{4\%} = 1112,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1112,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 7,49\ mm^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.20.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

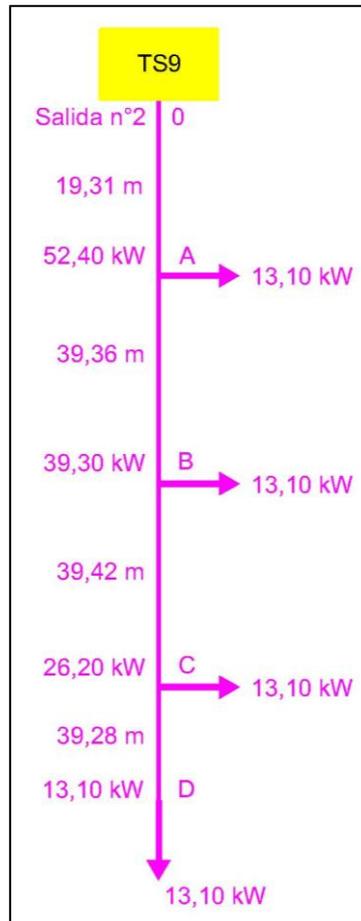


Figura MC-82: Diagrama de cargas del distribuidor D92.

$$I_{li0-A} = \frac{52400 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{liA-B} = \frac{39300 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{liB-C} = \frac{26200 \text{ W}}{\frac{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85}{2}} = 22,24 \text{ A}$$

$$I_{lic-D} = \frac{13100 W}{\frac{\sqrt{3} * 400 V * 0,85}{2}} = 11,12 A$$

$$L_{0-A} = 19,31 m = 0,01931 km$$

$$L_{A-B} = 39,36 m = 0,03936 km$$

$$L_{B-C} = 39,42 m = 0,03942 km$$

$$L_{C-D} = 39,28 m = 0,03928 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 70/35 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D92 (TS9-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	52,40	44,49	19,31	70/35	0,49	0,12
A-B	Trifásica	39,30	33,37	39,36	70/35	0,74	0,19
B-C	Trifásica	26,20	22,24	39,42	70/35	0,50	0,12
C-D	Trifásica	13,10	11,12	39,28	70/35	0,25	0,06
Total							0,49

Figura MC-83: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D92.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.20.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D92 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D92 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D92} = 2 * (19,31 m + 39,36 m + 39,42 m + 39,28 m) = 274,74 m = 275 m$$

8.1.1.1.21. Cálculo del distribuidor D101 (TS10-Salida n°1)

8.1.1.1.21.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D101 comienza su recorrido en el tablero secundario TS10 y abastece a los lotes 123 a 130 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 192 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$P = 8 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 52,40 \text{ kW} = 52400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.2.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D101 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 88,98 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{88,98 A * 100\%}{4\%} = 2224,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{2224,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 14,98 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.21.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

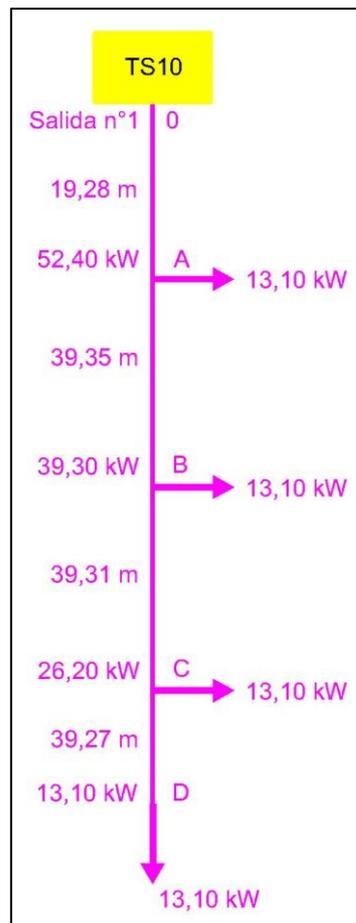


Figura MC-84: Diagrama de cargas del distribuidor D101.

$$I_{I0-A} = \frac{52400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 88,98 \text{ A}$$

$$I_{IA-B} = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

$$I_{IB-C} = \frac{26200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 44,49 \text{ A}$$

$$I_{IC-D} = \frac{13100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 22,24 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 19,28 \text{ m} = 0,01928 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 39,35 \text{ m} = 0,03935 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 39,31 \text{ m} = 0,03931 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 39,27 \text{ m} = 0,03927 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D101 (TS10-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	52,40	88,98	19,28	70/35	0,97	0,24
A-B	Trifásica	39,30	66,73	39,35	70/35	1,49	0,37
B-C	Trifásica	26,20	44,49	39,31	70/35	0,99	0,25
C-D	Trifásica	13,10	22,24	39,27	70/35	0,50	0,12
Total							0,99

Figura MC-85: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D101.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.21.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D101 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D101 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D101} = 19,28 m + 39,35 m + 39,31 m + 39,27 m = 137,21 m = 138 m$$

8.1.1.1.22. Cálculo del distribuidor D102 (TS10-Salida n°2)

8.1.1.1.22.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El distribuidor D102 comienza su recorrido en el tablero secundario TS10 y abastece a los lotes 116 a 122 a través de 4 pilares de medición dobles, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 7 \text{ parcelas} * 6,55 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 45,85 \text{ kW} = 45850 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{45850 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 77,86 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.22.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor D102 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 77,86 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{77,86 A * 100\%}{4\%} = 1946,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1946,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 13,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.1.22.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Tanto la corriente de línea como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

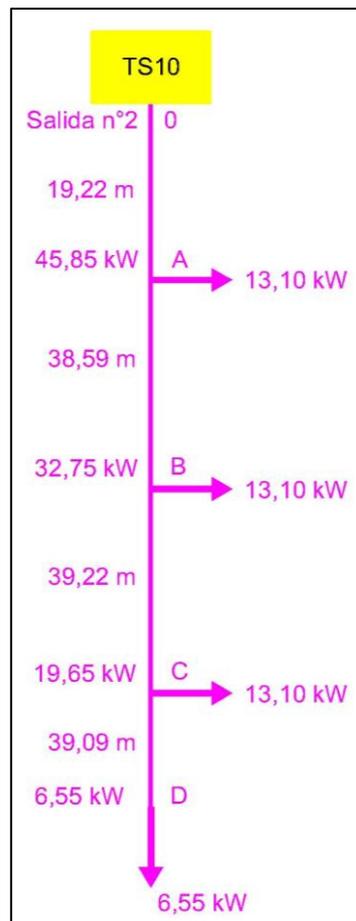


Figura MC-86: Diagrama de cargas del distribuidor D102.

$$I_{l0-A} = \frac{45850 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 77,86 \text{ A}$$

$$I_{lA-B} = \frac{32750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 55,61 \text{ A}$$

$$I_{lB-C} = \frac{19650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 33,37 \text{ A}$$

$$I_{IC-D} = \frac{6550 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 11,12 A$$

$$L_{0-A} = 19,22 m = 0,01922 km$$

$$L_{A-B} = 38,59 m = 0,03859 km$$

$$L_{B-C} = 39,22 m = 0,03922 km$$

$$L_{C-D} = 39,09 m = 0,03909 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/km$ y $X = 0,0707 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 70/35 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor D102 (TS10-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	45,85	77,86	19,22	70/35	0,85	0,21
A-B	Trifásica	32,75	55,61	38,59	70/35	1,22	0,30
B-C	Trifásica	19,65	33,37	39,22	70/35	0,74	0,19
C-D	Trifásica	6,55	11,12	39,09	70/35	0,25	0,06
Total							0,76

Figura MC-87: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D102.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.1.22.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor D102 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor D102 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{D102} = 19,22 \text{ m} + 38,59 \text{ m} + 39,22 \text{ m} + 39,09 \text{ m} = 136,12 \text{ m} = 137 \text{ m}$$

8.1.1.2. Distribuidores desde los tableros de iluminación hasta las luminarias

8.1.1.2.1. Diseño del sistema de iluminación

Como primer paso para el diseño del sistema de iluminación a utilizar, se enumeran las características más relevantes de la vías de circulación en cuestión.

Observando el lay-out del predio, se entiende que las mencionadas vías tendrán una velocidad de tránsito bastante reducida (alrededor de 40 km/h) por tratarse de calles residenciales en las que, probablemente, exista presencia de peatones y de vehículos estacionados.

Adicionalmente, se estima que las calzadas de las mismas, junto a las cuales se colocan los postes de iluminación, cuentan con un ancho promedio $a_n = 8 m$.

Teniendo presente lo anterior y la clasificación por velocidades de paso y presencia de peatones propuesta en la Referencia Bibliográfica 31, se determina que las vías en cuestión pertenecen a la “Clase F” y que corresponde trabajar con el denominado “método de las iluminancias”:

Tabla 1 - Clasificación de calzadas

Clase	Carácter del tránsito	Descripción	Ejemplos
A*	MUY RÁPIDO $V > 100$ km/h	Calzadas de manos separadas, dos o más carriles por mano, libre de cruces a nivel, control de accesos y salidas	AUTOPISTAS
B*	RÁPIDO $V \leq 100$ km/h	Calzadas para tránsito rápido, importante, sin separadores de tránsito.	TRAMOS DE RUTAS NACIONALES, PROVINCIALES
C**	SEMIRÁPIDO $V \leq 60$ km/h	Calzadas de una o dos direcciones de desplazamiento, con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	AVENIDAS PRINCIPALES VÍAS DE ENLACE ENTRE SECTORES IMPORTANTES
D**	LENTO $V \leq 40$ km/h	Calzadas con desplazamiento lento y trabado; con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	ARTERIAS COMERCIALES, CENTROS DE COMPRA
E**	MODERADO $V \leq 50$ km/h	Acumulan y conducen el tránsito desde un barrio hacia vías de tránsito de orden superior, (clases A, B, C, D).	AVENIDAS SECUNDARIAS CALLES COLECTORAS DE TRÁNSITO
F**	LENTO $V \leq 40$ km/h	Calles residenciales de una o dos manos; con tránsito exclusivamente local. Presencia de peatones y obstáculos.	CALLES RESIDENCIALES

* Sin presencia de peatones.
** Con presencia de peatones.

Figura MC-88: Clasificación de las calzadas en función de sus características de tránsito.

Recurriendo nuevamente a la Referencia Bibliográfica 31, se obtienen los valores de iluminancia inicial promedio, uniformidad y grado de apantallamiento a respetar para que la visibilidad sea adecuada:

Tabla 3 - Características del alumbrado por el método de las iluminancias

Clase	Valores mínimos			Grado mínimo de apantallamiento
	Nivel inicial promedio E _{med} (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

Figura MC-89: Iluminancia inicial promedio, uniformidad y grado de apantallamiento en función de la clasificación de las calzadas.

Como puede observarse, los mencionados valores de referencia serán:

$$E_{med} = 10 \text{ lx}$$

$$G_1 = \frac{1}{4}$$

$$G_2 = \frac{1}{8}$$

Grado de apantallamiento: No apantallado

A continuación, de la Referencia Bibliográfica 32, se elige como fuente una farola LED para alumbrado exterior modelo Garden Pro 50 de la marca BAEL (con una potencia $P_l = 50 \text{ W} = 0,05 \text{ kW}$) por sus buenas características de luminosidad y durabilidad:

	GARDEN PRO 50	GARDEN PRO 100	GARDEN PRO 150
Potencia eléctrica	50 W	100 W	150 W
Flujo luminoso / CRI	-6.000 lúmenes />80	-12.000 lúmenes />80	-18.000 lúmenes />80
Tipo de LED	SMD 2835 Epistar		
Fuente (aliment.)	85-265 Vca		
Factor de potencia	>0,95		
Ángulo de apertura	Asimétrico		
Temperatura color	5000°K		
Hermeticidad	IP 66		
Temperatura amb.	-30°C a +40°C		
Dimensiones	430x160x40	610x210x40	720x250x40
Peso	-1,14 Kg	-1,92 Kg	-3,2 Kg
Anclaje Columna	Ø50 mm	Ø60 mm	Ø60 mm

Figura MC-90: Características de las luminarias Garden Pro de BAEL.

Conociendo el flujo luminoso emitido por cada unidad (en este caso, $\phi_L = 6000 \text{ lm}$), es posible determinar la altura con respecto a la calzada a la cual deberán trabajar a partir de la información brindada por la Referencia Bibliográfica 33:

Tabla 1 - Altura de la luminaria recomendable en función del flujo luminoso de la lámpara

Flujo luminoso de la lámpara (lm)	Altura de la luminaria (m)
< 10 000	< 7
10 000 a 19 000	7 a 9
> 19 000	> 9

Figura MC-91: Altura de la luminaria en función del flujo luminoso de la lámpara.

Como puede apreciarse, la altura de instalación de las luminarias deberá ser menor a 7 m y, con el objetivo de evitar deslumbramientos, se opta por trabajar con el siguiente valor:

$$h = 6 \text{ m}$$

En base a los valores obtenidos anteriormente, se elabora el siguiente esquema que muestra cómo quedarán dispuestas las luminarias con respecto al camino:

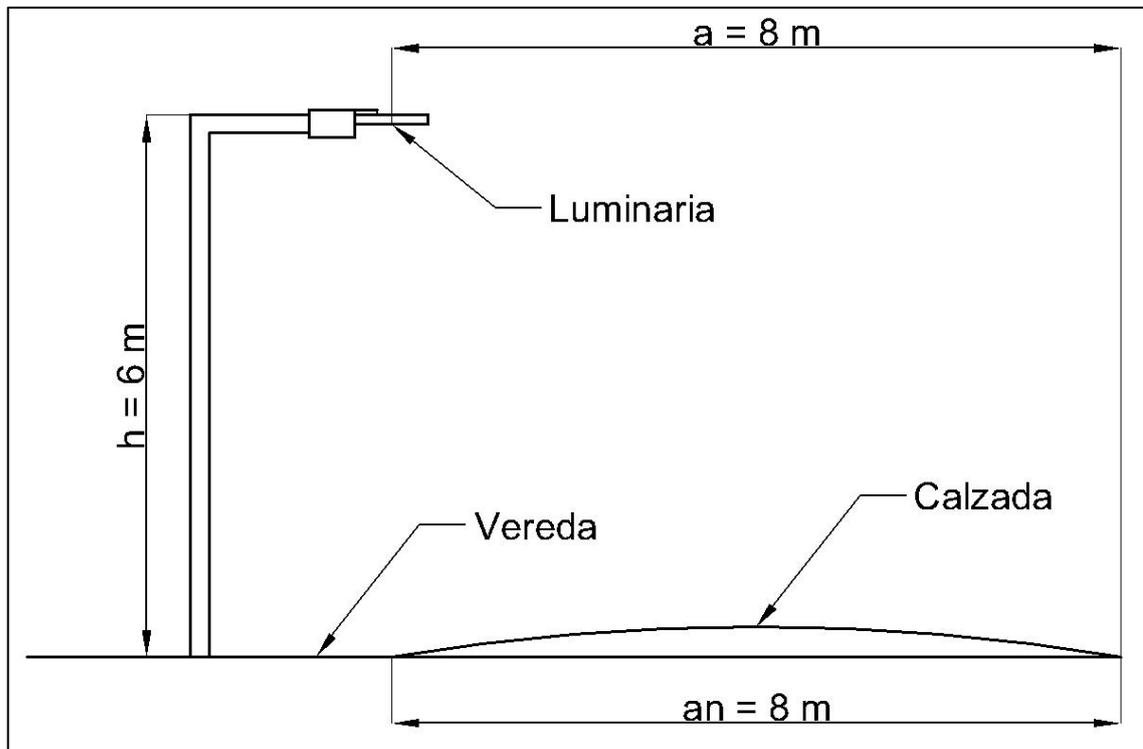


Figura MC-92: Vista frontal de la geometría de montaje de las luminarias.

A partir del mismo, se determina un factor de montaje que permite establecer la distribución más adecuada para el sistema de iluminación de acuerdo a lo indicado en la Referencia Bibliográfica 33:

$$\frac{a}{h} = \frac{8 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 1,33$$

Tipo	Relación entre A y H	
Unilateral	$A/H < 1$	
Tresbolillo	$1 < A/H < 1,5$	
Enfrentadas	$A/H > 1,5$	

Figura MC-93: Geometría más adecuada en función del factor de montaje.

Se entiende entonces que, para las condiciones de trabajo propuestas, la geometría de montaje más adecuada es la de “tresbolillo” y que, en aquellos tramos donde no existan veredas enfrentadas, la misma deberá complementarse con una disposición “unilateral” que resulta más práctica para el tendido de los distribuidores de luminarias.

La separación entre dos luminarias consecutivas se realiza a partir de despejar la siguiente expresión que determina el nivel de iluminancia media que actúa sobre la superficie de la calzada:

$$E_{med} = \frac{u * \phi_L}{A} = \frac{u * \phi_L}{a_n * S}$$

$$S = \frac{u * \phi_L}{a_n * E_{med}}$$

Donde:

- u : Factor de utilización de la luminaria expresado en forma porcentual.
- A : Area de calzada cubierta por cada luminaria en m^2 .
- S : Distancia de separación entre dos luminarias consecutivas en m.

Dado que los valores de flujo luminoso, ancho de la calzada y nivel de iluminancia media ya fueron establecidos ($\phi_L = 6000 \text{ lm}$, $a_n = 8 \text{ m}$ y $E_{med} = 10 \text{ lx}$, respectivamente), se recurre a la Referencia Bibliográfica 34 para identificar el factor de utilización que fija el porcentaje de flujo emitido por la luminaria sobre el lado de la calzada:

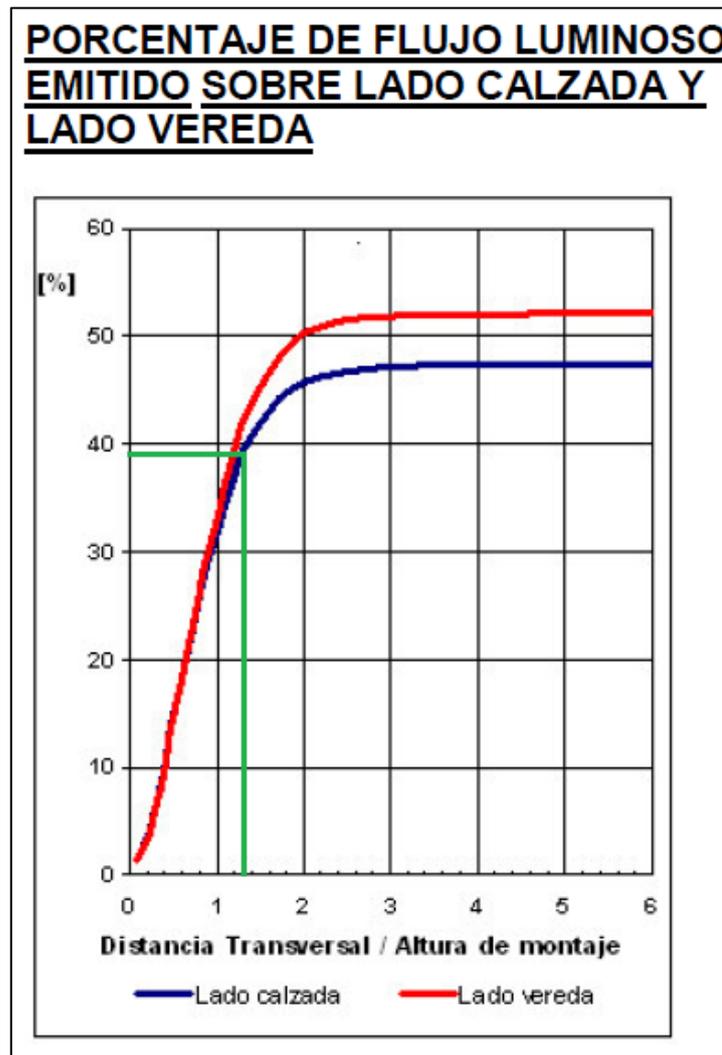


Figura MC-94: Factor de utilización en función del de montaje.

Se aprecia que, en este caso, el valor a considerar para el mencionado factor es $u = 38\% = 0,38$.

Reemplazando en la expresión anterior, se obtiene la distancia de separación máxima entre luminarias consecutivas:

$$S_{max} = \frac{0,38 * 6000 \text{ lm}}{8 \text{ m} * 10 \text{ lx}} = 28,50 \text{ m}$$

Sabiendo que este límite no debe ser superado si se quiere lograr un nivel de iluminancia media mayor al requerido, se establece la siguiente distancia de separación entre luminarias:

$$S = 28 \text{ m}$$

Al reorganizar los distintos parámetros obtenidos, se calcula el nivel de iluminancia media con el que las distintas vías de circulación contarán en la práctica:

$$E_{med} = \frac{0,38 * 6000 \text{ lm}}{8 \text{ m} * 28 \text{ m}} = 10,18 \text{ lx}$$

Debido a que el valor obtenido resulta mayor al que exige la normativa de referencia para la clase de vía en cuestión ($E_{med} = 10 \text{ lx}$), se entiende que las consideraciones efectuadas son correctas.

En base al lay-out propuesto para la propiedad y a la distancia de separación previamente adoptada, se determina que el número de unidades requerido es de 87 luminarias.

8.1.1.2.2. Cálculo del distribuidor de iluminación DI11 (TI1-Salida n°1)

8.1.1.2.2.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente en un sistema monofásico (como es el de iluminación) a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI11 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI1 y abastece a 6 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,30 \text{ kW} = 300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm^2 que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación:

Características eléctricas (IRAM)

Intensidad admisible para cables con conductores de cobre

Sección nominal	Método D1 Caño enterrado  (12)	Método D1 Caño enterrado  (13)	Método D2 Directamente enterrado  (14)	Método D2 Directamente enterrado  (15)	Método D2 Directamente enterrado  (16)
mm ²	A	A	A	A	A
1,5	28	24	32	32	28
2,5	37	31	43	44	37
4	48	40	53	57	48
6	60	49	67	72	61
10	79	66	94	97	83
16	101	85	121	128	107
25	130	108	157	166	141
35	157	131	189	200	168
50	196	163	231	251	209
70	241	202	280	307	256
95	285	239	327	369	308
120	325	272	379	420	351
150	367	307	424	472	393
185	411	344	473	535	447
240	475	398	555	623	519
300	537	449	624	704	586
400	-	-	710	-	-
500	-	-	825	-	-
630	-	-	941	-	-

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de cobre							
Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	ohm/km	ohm/km
UNIPOLARES (almas de color marrón)							
4	2,5	0,7	1,4	7	80	6,3	0,187
6	3,0	0,7	1,4	7,6	100	4,2	0,176
10	3,8	0,7	1,4	8,5	145	2,44	0,166
16	4,7	0,7	1,4	9,5	205	1,54	0,159
25	5,9	0,9	1,4	12	315	0,995	0,151
35	7	0,9	1,4	13,5	410	0,707	0,147
50	8,1	1,0	1,4	15	560	0,493	0,144
70	9,6	1,1	1,4	17	755	0,347	0,141
95	11,3	1,1	1,5	19	955	0,264	0,139
120	12,8	1,2	1,5	22,5	1245	0,207	0,136
150	14,3	1,4	1,6	24	1535	0,166	0,137
185	16	1,6	1,6	26,5	1855	0,137	0,137
240	18,4	1,7	1,7	31	2440	0,105	0,134
300	20,7	1,8	1,8	28,5	3015	0,0802	0,137
400	22,9	2,0	1,9	31,5	3805	0,0643	0,137
500	26,6	2,2	2,0	36	4975	0,0522	0,136
630	30,0	2,4	2,2	40	6360	0,0428	0,135
BIPOLARES (almas de color marrón y negro)							
1,5	1,5	0,7	1,8	10	120	17,2	0,103
2,5	2	0,7	1,8	10,5	150	10,20	0,0957
4	2,5	0,7	1,8	11,5	195	6,30	0,0894
6	3	0,7	1,8	13	250	2,44	0,085
10	3,9	0,7	1,8	14,5	360	4,20	0,0797
16	4,9	0,7	1,8	17,5	565	1,54	0,075
25	7,1	0,9	1,8	23	925	0,995	0,074
35	8,3	0,9	1,8	25,5	1190	0,707	0,072

Figura MC-95: Características de los conductores subterráneos de cobre de 16 mm² para BT de Prysmian.

8.1.1.2.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI11 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,60\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{1,60\ A * 100\%}{4\%} = 40\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{40\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,27\ mm^2$$

Al ser la sección de $16\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.2.3.Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

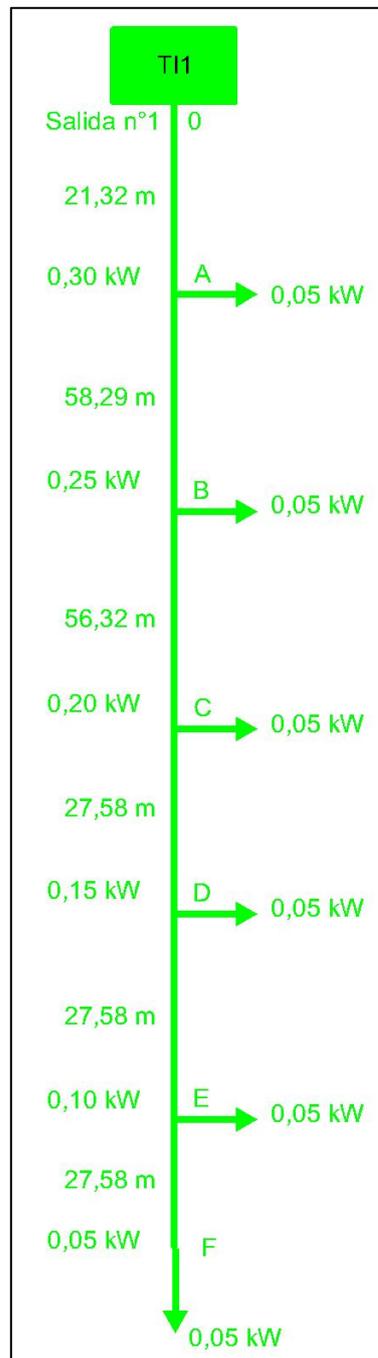


Figura MC-96: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación D111.

$$I_{0-A} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{250 W}{220 V * 0,85} = 1,34 A$$

$$I_{B-C} = \frac{200 W}{220 V * 0,85} = 1,07 A$$

$$I_{C-D} = \frac{150 W}{220 V * 0,85} = 0,80 A$$

$$I_{D-E} = \frac{100 W}{220 V * 0,85} = 0,53 A$$

$$I_{E-F} = \frac{50 W}{220 V * 0,85} = 0,27 A$$

$$L_{0-A} = 21,32 m = 0,02132 km$$

$$L_{A-B} = 58,29 m = 0,05829 km$$

$$L_{B-C} = 56,32 m = 0,05632 km$$

$$L_{C-D} = 27,58 m = 0,02758 km$$

$$L_{D-E} = 27,58 m = 0,02758 km$$

$$L_{E-F} = 27,58 m = 0,02758 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI11 (TI1-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,30	1,60	21,32	16	0,09	0,04
A-B	Monofásica	0,25	1,34	58,29	16	0,21	0,10
B-C	Monofásica	0,20	1,07	56,32	16	0,16	0,07
C-D	Monofásica	0,15	0,80	27,58	16	0,06	0,03
D-E	Monofásica	0,10	0,53	27,58	16	0,04	0,02
E-F	Monofásica	0,05	0,27	27,58	16	0,02	0,01
Total							0,27

Figura MC-97: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI11.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI11 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI11 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI11} = 21,32 \text{ m} + 58,29 \text{ m} + 56,32 \text{ m} + 27,58 \text{ m} + 27,58 \text{ m} + 27,58 \text{ m}$$

$$L_{DI11} = 218,67 \text{ m} = 219 \text{ m}$$

8.1.1.2.3. Cálculo del distribuidor de iluminación DI12 (TI1-Salida n°2)

8.1.1.2.3.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI12 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI1 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI12 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de

menos de 300 mm²), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,09 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.3.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

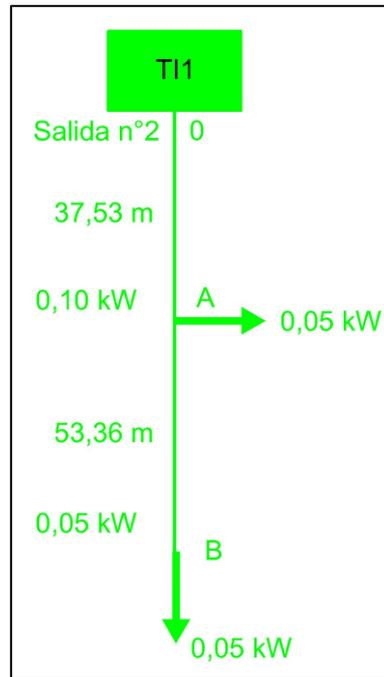


Figura MC-98: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación D112.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 37,53 \text{ m} = 0,03753 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 53,36 \text{ m} = 0,05336 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI12 (TI1-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	37,53	16	0,05	0,02
A-B	Monofásica	0,05	0,27	53,36	16	0,04	0,02
Total							0,04

Figura MC-99: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI12.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.3.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI12 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI12 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI12} = 37,53 \text{ m} + 53,36 \text{ m} = 90,89 \text{ m} = 91 \text{ m}$$

8.1.1.2.4. Cálculo del distribuidor de iluminación DI21 (TI2-Salida n°1)

8.1.1.2.4.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI21 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI2 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI21 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,09\ mm^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.4.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

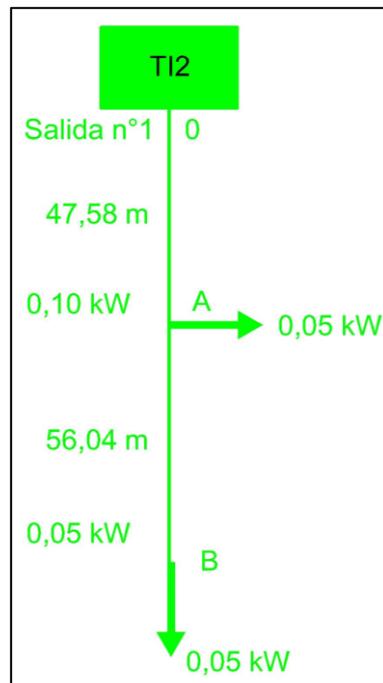


Figura MC-100: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI21.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 47,58 \text{ m} = 0,04758 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 56,04 \text{ m} = 0,05604 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI21 (TI2-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	47,58	16	0,07	0,03
A-B	Monofásica	0,05	0,27	56,04	16	0,04	0,02
Total							0,05

Figura MC-101: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI21.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.4.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI21 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI21 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI21} = 47,58 \text{ m} + 56,04 \text{ m} = 103,62 \text{ m} = 104 \text{ m}$$

8.1.1.2.5. Cálculo del distribuidor de iluminación DI22 (TI2-Salida n°2)

8.1.1.2.5.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI22 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI2 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI22 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de

menos de 300 mm²), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,09 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.5.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

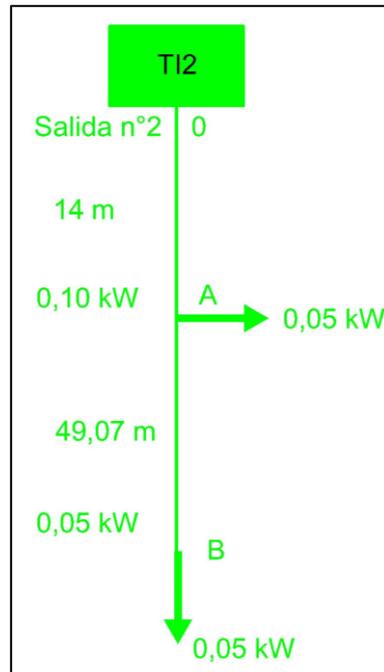


Figura MC-102: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI22.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 14 \text{ m} = 0,01400 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 49,07 \text{ m} = 0,04907 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI22 (TI2-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	14,00	16	0,02	0,01
A-B	Monofásica	0,05	0,27	49,07	16	0,04	0,02
Total							0,03

Figura MC-103: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI22.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.5.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI22 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI22 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI22} = 14 \text{ m} + 49,07 \text{ m} = 63,07 \text{ m} = 63 \text{ m}$$

8.1.1.2.6. Cálculo del distribuidor de iluminación DI31 (TI3-Salida n°1)

8.1.1.2.6.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI31 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI3 y abastece a 7 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 7 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,35 \text{ kW} = 350 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{350 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,87 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI31 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,87\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{1,87\ A * 100\%}{4\%} = 46,75\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de

menos de 300 mm²), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{46,75 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,31 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.6.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

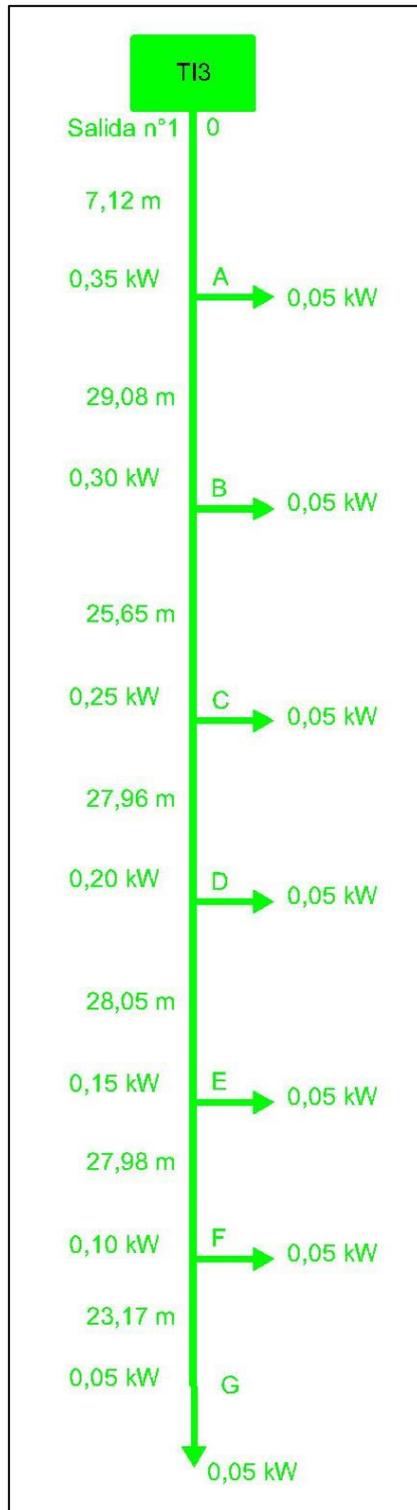


Figura MC-104: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI31.

$$I_{0-A} = \frac{350 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,87 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

$$I_{C-D} = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,07 \text{ A}$$

$$I_{D-E} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{E-F} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{F-G} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 7,12 \text{ m} = 0,00712 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 29,08 \text{ m} = 0,02908 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 25,65 \text{ m} = 0,02565 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 27,96 \text{ m} = 0,02796 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 28,05 \text{ m} = 0,02805 \text{ km}$$

$$L_{E-F} = 27,98 \text{ m} = 0,02798 \text{ km}$$

$$L_{F-G} = 23,17 \text{ m} = 0,02317 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI31 (TI3-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,35	1,87	7,12	16	0,04	0,02
A-B	Monofásica	0,30	1,60	29,08	16	0,13	0,06
B-C	Monofásica	0,25	1,34	25,65	16	0,09	0,04
C-D	Monofásica	0,20	1,07	27,96	16	0,08	0,04
D-E	Monofásica	0,15	0,80	28,05	16	0,06	0,03
E-F	Monofásica	0,10	0,53	27,98	16	0,04	0,02
F-G	Monofásica	0,05	0,27	23,17	16	0,02	0,01
Total							0,21

Figura MC-105: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI31.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.6.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI31 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI31 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI31} = 7,12 m + 29,08 m + 25,65 m + 27,96 m + 28,05 m + 27,98 m + 23,17 m$$

$$L_{DI31} = 169,01 m = 169 m$$

8.1.1.2.7. Cálculo del distribuidor de iluminación DI32 (TI3-Salida n°2)

8.1.1.2.7.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI32 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI3 y abastece a 3 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 3 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,15 kW = 150 W$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm^2 que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.7.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI32 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,80 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,80 A * 100\%}{4\%} = 20 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{20 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,13 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm^2 adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.7.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

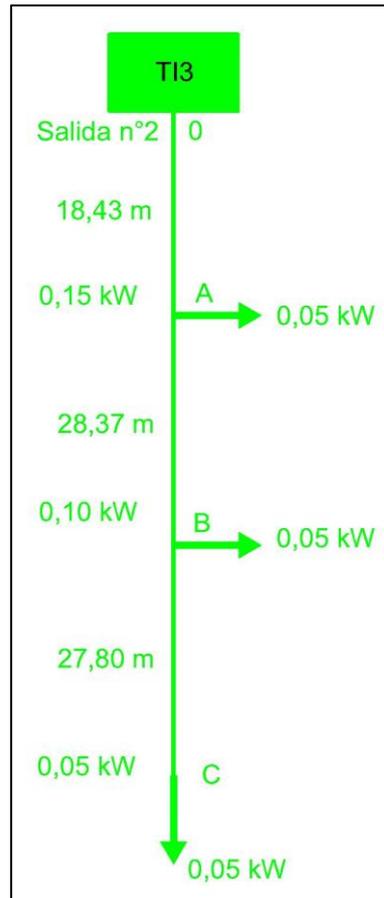


Figura MC-106: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI32.

$$I_{0-A} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{50 W}{220 V * 0,85} = 0,27 A$$

$$L_{0-A} = 18,43 m = 0,01843 km$$

$$L_{A-B} = 28,37 m = 0,02837 km$$

$$L_{B-C} = 27,80 m = 0,02780 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI32 (TI3-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,15	0,80	18,43	16	0,04	0,02
A-B	Monofásica	0,10	0,53	28,37	16	0,04	0,02
B-C	Monofásica	0,05	0,27	27,80	16	0,02	0,01
Total							0,05

Figura MC-107: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI32.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.7.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI32 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI32 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI32} = 18,43 \text{ m} + 28,37 \text{ m} + 27,80 \text{ m} = 74,60 \text{ m} = 75 \text{ m}$$

8.1.1.2.8. Cálculo del distribuidor de iluminación DI33 (TI3-Salida n°3)

8.1.1.2.8.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI33 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI3 y abastece a 5 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 5 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,25 kW = 250 W$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 kV = 220 V$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{250 W}{220 V * 0,85} = 1,34 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm^2 que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.8.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI33 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,34 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{1,34 A * 100\%}{4\%} = 33,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{33,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,23 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm^2 adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.8.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

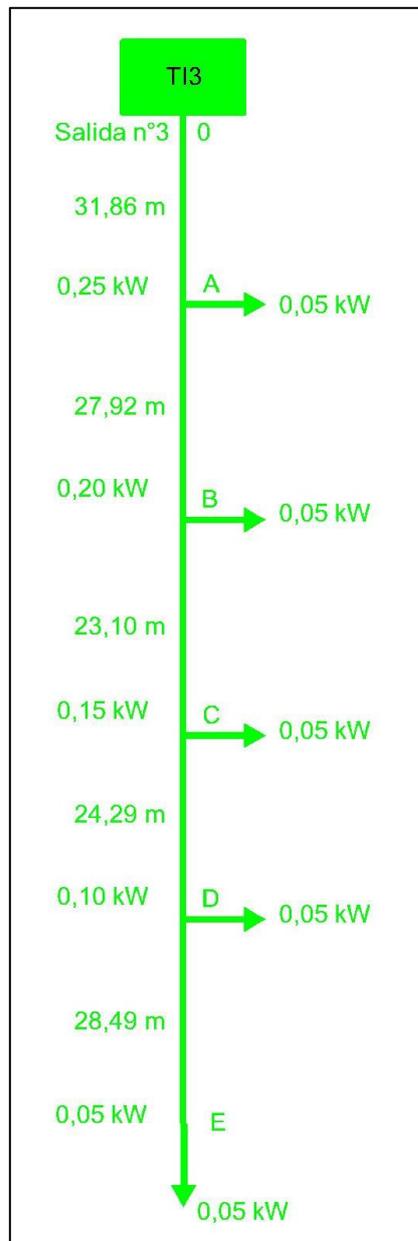


Figura MC-108: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI33.

$$I_{0-A} = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,07 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{C-D} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{D-E} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 31,86 \text{ m} = 0,03186 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 27,92 \text{ m} = 0,02792 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 23,10 \text{ m} = 0,02310 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 24,29 \text{ m} = 0,02492 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 28,49 \text{ m} = 0,02849 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 250 de 598
---	------------	---------	-------------------

Distribuidor de iluminación DI33 (TI3-Salida n°3)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,25	1,34	31,86	16	0,11	0,05
A-B	Monofásica	0,20	1,07	27,92	16	0,08	0,04
B-C	Monofásica	0,15	0,80	23,10	16	0,05	0,02
C-D	Monofásica	0,10	0,53	24,29	16	0,04	0,02
D-E	Monofásica	0,05	0,27	28,49	16	0,02	0,01
Total							0,14

Figura MC-109: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI33.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.8.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI33 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI33 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI33} = 31,86 \text{ m} + 27,92 \text{ m} + 23,10 \text{ m} + 24,29 \text{ m} + 28,49 \text{ m} = 135,66 \text{ m} = 136 \text{ m}$$

8.1.1.2.9. Cálculo del distribuidor de iluminación DI41 (TI4-Salida n°1)

8.1.1.2.9.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI41 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI4 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.9.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI41 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,09\ mm^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.9.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

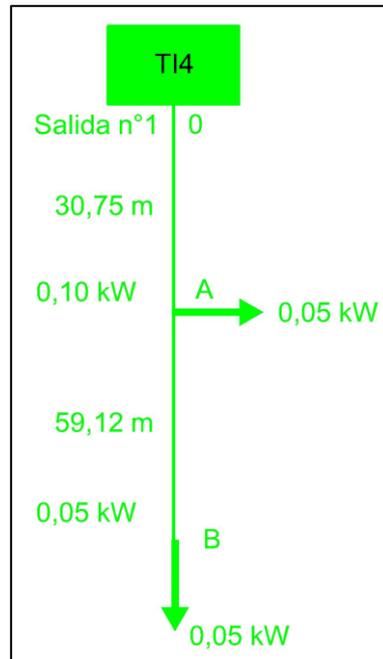


Figura MC-110: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI41.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 30,75 \text{ m} = 0,03075 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 59,12 \text{ m} = 0,05912 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI41 (TI4-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	30,75	16	0,04	0,02
A-B	Monofásica	0,05	0,27	59,12	16	0,04	0,02
Total							0,04

Figura MC-111: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI41.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.9.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI41 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI41 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI41} = 30,75 \text{ m} + 59,12 \text{ m} = 89,87 \text{ m} = 90 \text{ m}$$

8.1.1.2.10. Cálculo del distribuidor de iluminación DI42 (TI4-Salida n°2)

8.1.1.2.10.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI42 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI4 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI42 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,09\ mm^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.10.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

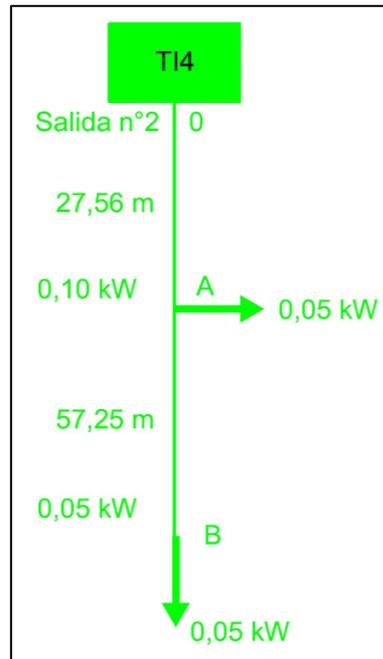


Figura MC-112: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI42.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 27,56 \text{ m} = 0,02756 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 57,25 \text{ m} = 0,05725 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI42 (TI4-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	27,56	16	0,04	0,02
A-B	Monofásica	0,05	0,27	57,25	16	0,04	0,02
Total							0,04

Figura MC-113: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI42.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.10.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI42 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI42 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI42} = 27,56 \text{ m} + 57,25 \text{ m} = 84,81 \text{ m} = 85 \text{ m}$$

8.1.1.2.11. Cálculo del distribuidor de iluminación DI51 (TI5-Salida n°1)

8.1.1.2.11.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI51 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI5 y abastece a 5 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 5 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,25 \text{ kW} = 250 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.11.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI51 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,34\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{1,34\ A * 100\%}{4\%} = 33,50\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{33,50\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,23\ mm^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.11.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

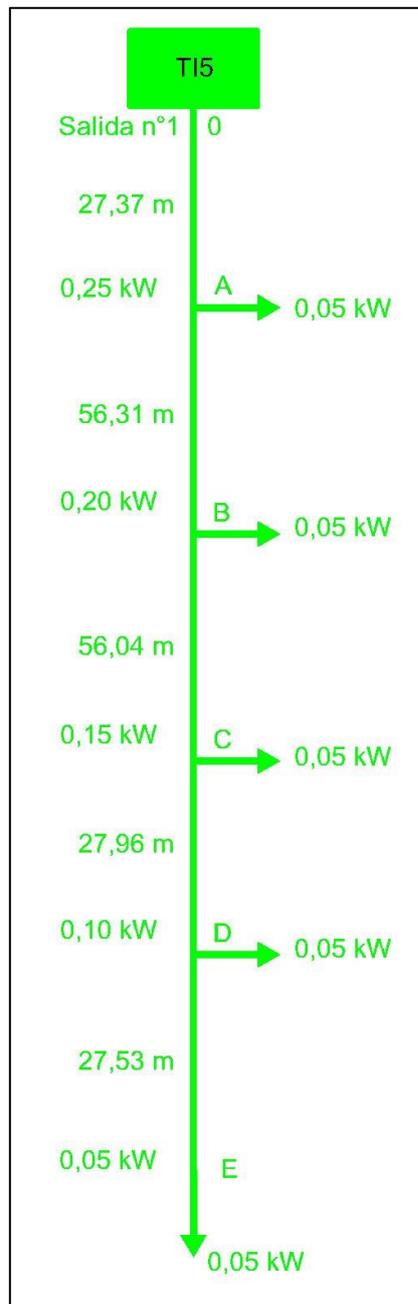


Figura MC-114: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI51.

$$I_{0-A} = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,07 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{C-D} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{D-E} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 27,37 \text{ m} = 0,02737 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 56,31 \text{ m} = 0,05631 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 56,04 \text{ m} = 0,05604 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 27,96 \text{ m} = 0,02796 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 27,53 \text{ m} = 0,02753 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI51 (TI5-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,25	1,34	27,37	16	0,10	0,04
A-B	Monofásica	0,20	1,07	56,31	16	0,16	0,07
B-C	Monofásica	0,15	0,80	56,04	16	0,12	0,06
C-D	Monofásica	0,10	0,53	27,96	16	0,04	0,02
D-E	Monofásica	0,05	0,27	27,53	16	0,02	0,01
Total							0,20

Figura MC-115: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI51.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.11.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI51 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI51 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI51} = 27,37 m + 56,31 m + 56,04 m + 27,96 m + 27,53 m = 195,21 m = 196 m$$

8.1.1.2.12. Cálculo del distribuidor de iluminación DI52 (TI5-Salida n°2)

8.1.1.2.12.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI52 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI5 y abastece a 3 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 3 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,15 \text{ kW} = 150 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.12.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI52 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,80\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,80\ A * 100\%}{4\%} = 20\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{20\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,13\ mm^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.12.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

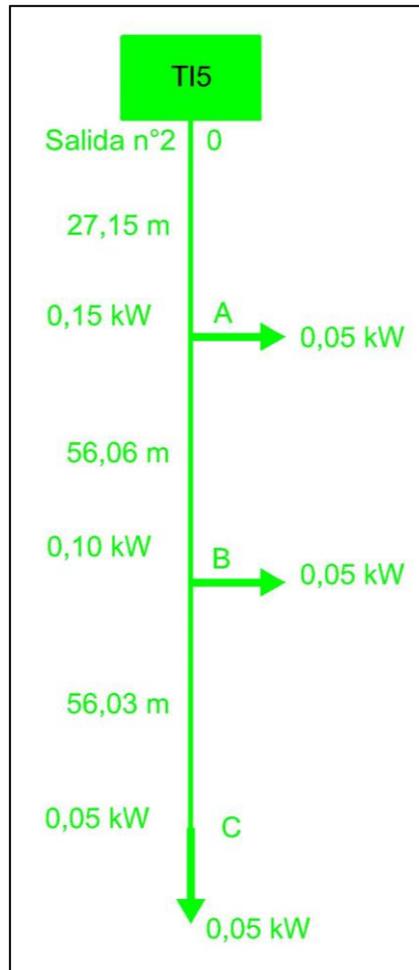


Figura MC-116: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI52.

$$I_{0-A} = \frac{150 W}{220 V * 0,85} = 0,80 A$$

$$I_{A-B} = \frac{100 W}{220 V * 0,85} = 0,53 A$$

$$I_{B-C} = \frac{50 W}{220 V * 0,85} = 0,27 A$$

$$L_{0-A} = 27,15 m = 0,02715 km$$

$$L_{A-B} = 56,06 \text{ m} = 0,05606 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 56,03 \text{ m} = 0,05603 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI52 (TI5-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,15	0,80	27,15	16	0,06	0,03
A-B	Monofásica	0,10	0,53	56,06	16	0,08	0,04
B-C	Monofásica	0,05	0,27	56,03	16	0,04	0,02
Total							0,08

Figura MC-117: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI52.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.12.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI52 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI52 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI52} = 27,15 \text{ m} + 56,06 \text{ m} + 56,03 \text{ m} = 139,24 \text{ m} = 140 \text{ m}$$

8.1.1.2.13. Cálculo del distribuidor de iluminación DI61 (TI6-Salida n°1)

8.1.1.2.13.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI61 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI6 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.13.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI61 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc \text{ t}} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 274 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,09\ mm^2$$

Al ser la sección de $16\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.13.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 275 de 598
---	------------	---------	-------------------

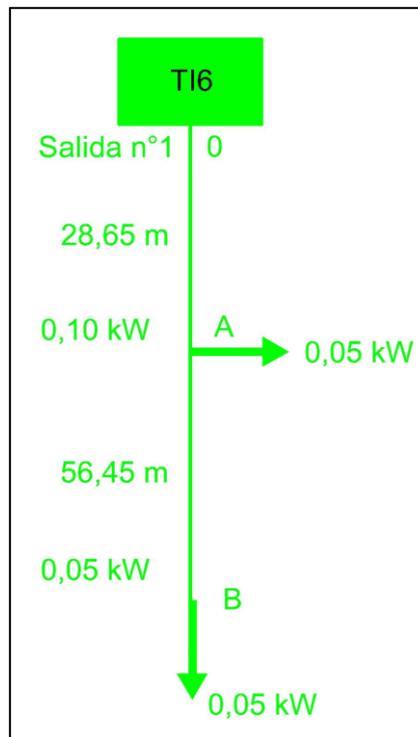


Figura MC-118: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI61.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 28,65 \text{ m} = 0,02865 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 56,45 \text{ m} = 0,05645 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 276 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI61 (TI6-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	28,65	16	0,04	0,02
A-B	Monofásica	0,05	0,27	56,45	16	0,04	0,02
Total							0,04

Figura MC-119: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI61.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.13.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI61 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI61 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI61} = 28,65 \text{ m} + 56,45 \text{ m} = 85,10 \text{ m} = 86 \text{ m}$$

8.1.1.2.14. Cálculo del distribuidor de iluminación DI62 (TI6-Salida n°2)

8.1.1.2.14.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI62 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI6 y abastece a 9 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 9 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,45 \text{ kW} = 450 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{450 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 2,41 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.14.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI62 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 2,41\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{2,41\ A * 100\%}{4\%} = 60,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ mseg = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{60,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,41\ mm^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.14.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

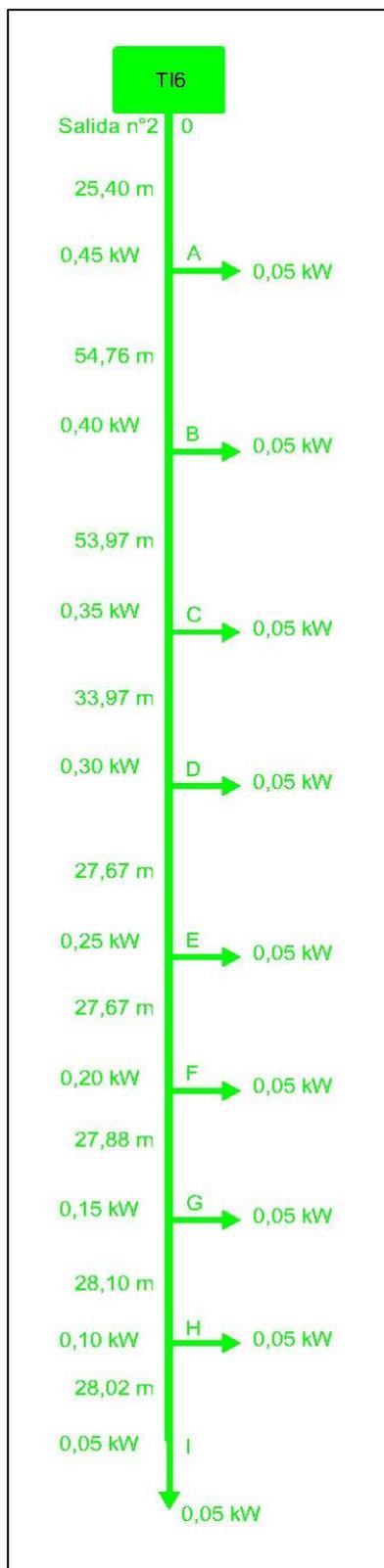


Figura MC-120: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI62.

$$I_{0-A} = \frac{450 W}{220 V * 0,85} = 2,41 A$$

$$I_{A-B} = \frac{400 W}{220 V * 0,85} = 2,14 A$$

$$I_{B-C} = \frac{350 W}{220 V * 0,85} = 1,87 A$$

$$I_{C-D} = \frac{300 W}{220 V * 0,85} = 1,60 A$$

$$I_{D-E} = \frac{250 W}{220 V * 0,85} = 1,34 A$$

$$I_{E-F} = \frac{200 W}{220 V * 0,85} = 1,07 A$$

$$I_{F-G} = \frac{150 W}{220 V * 0,85} = 0,80 A$$

$$I_{G-H} = \frac{100 W}{220 V * 0,85} = 0,53 A$$

$$I_{H-I} = \frac{50 W}{220 V * 0,85} = 0,27 A$$

$$L_{0-A} = 25,40 m = 0,02540 km$$

$$L_{A-B} = 54,76 m = 0,05476 km$$

$$L_{B-C} = 53,97 m = 0,05397 km$$

$$L_{C-D} = 33,97 \text{ m} = 0,03397 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 27,67 \text{ m} = 0,02767 \text{ km}$$

$$L_{E-F} = 27,67 \text{ m} = 0,02767 \text{ km}$$

$$L_{F-G} = 27,88 \text{ m} = 0,02788 \text{ km}$$

$$L_{G-H} = 28,10 \text{ m} = 0,02810 \text{ km}$$

$$L_{H-I} = 28,02 \text{ m} = 0,02802 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI62 (TI6-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,45	2,41	25,40	16	0,16	0,07
A-B	Monofásica	0,40	2,14	54,76	16	0,32	0,14
B-C	Monofásica	0,35	1,87	53,97	16	0,27	0,12
C-D	Monofásica	0,30	1,60	33,97	16	0,15	0,07
D-E	Monofásica	0,25	1,34	27,67	16	0,10	0,05
E-F	Monofásica	0,20	1,07	27,67	16	0,08	0,04
F-G	Monofásica	0,15	0,80	27,88	16	0,06	0,03
G-H	Monofásica	0,10	0,53	28,10	16	0,04	0,02
H-I	Monofásica	0,05	0,27	28,02	16	0,02	0,01
Total							0,55

Figura MC-121: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI62.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.14.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI62 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI62 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI62} = 25,40 m + 54,76 m + 53,97 m + 33,97 m + 27,67 m + 27,67 m + 27,88 m \\ + 28,10 m + 28,02 m$$

$$L_{DI62} = 307,44 m = 308 m$$

8.1.1.2.15. Cálculo del distribuidor de iluminación DI71 (TI7-Salida n°1)

8.1.1.2.15.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI71 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI7 y abastece a 2 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 2 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,10 kW = 100 W$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 kV = 220 V$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{100 W}{220 V * 0,85} = 0,53 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.15.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI71 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,53\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,53\ A * 100\%}{4\%} = 13,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de

menos de 300 mm²), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{13,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,09 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.15.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

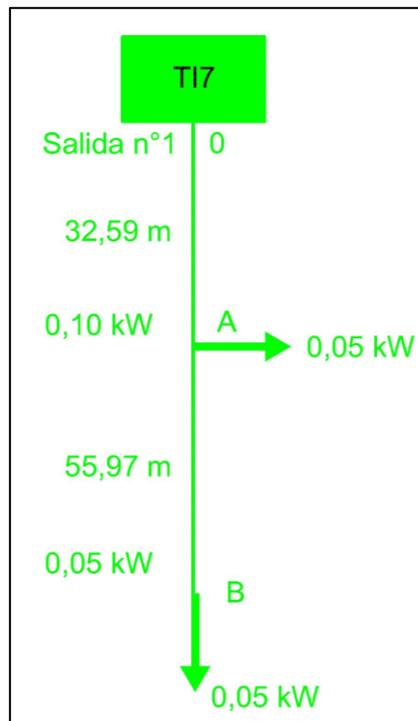


Figura MC-122: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI71.

$$I_{0-A} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 32,59 \text{ m} = 0,03259 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 55,97 \text{ m} = 0,05597 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,075 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI71 (TI7-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,10	0,53	32,59	16	0,05	0,02
A-B	Monofásica	0,05	0,27	55,97	16	0,04	0,02
Total							0,04

Figura MC-123: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI71.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.15.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI71 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI71 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI71} = 32,59 \text{ m} + 55,97 \text{ m} = 88,56 \text{ m} = 89 \text{ m}$$

8.1.1.2.16. Cálculo del distribuidor de iluminación DI72 (TI7-Salida n°2)

8.1.1.2.16.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI72 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI7 y abastece a 3 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 3 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,15 \text{ kW} = 150 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.16.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI72 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,80\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,80\ A * 100\%}{4\%} = 20\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de

menos de 300 mm²), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{20 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,13 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.16.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

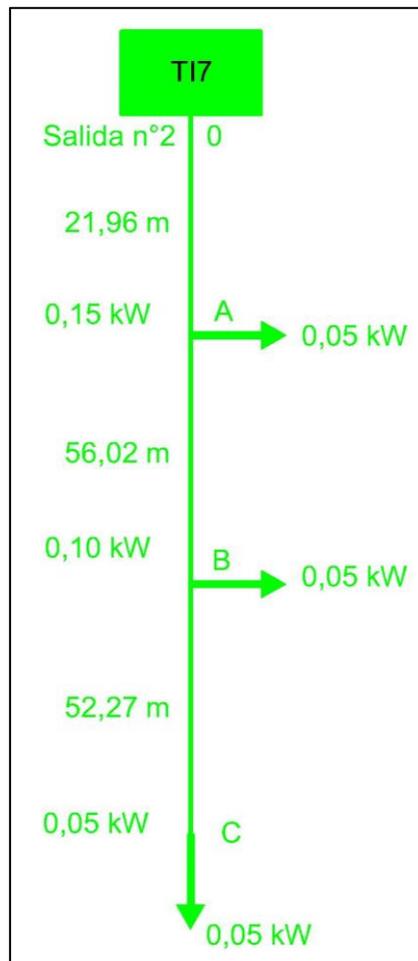


Figura MC-124: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI72.

$$I_{0-A} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 21,96 \text{ m} = 0,02196 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 56,02 \text{ m} = 0,05602 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 52,27 \text{ m} = 0,05227 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI72 (TI7-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,15	0,80	21,96	16	0,05	0,02
A-B	Monofásica	0,10	0,53	56,02	16	0,08	0,04
B-C	Monofásica	0,05	0,27	52,27	16	0,04	0,02
Total							0,08

Figura MC-125: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI72.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.16.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI72 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI72 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI72} = 21,96 \text{ m} + 56,02 \text{ m} + 52,27 \text{ m} = 130,25 \text{ m} = 131 \text{ m}$$

8.1.1.2.17. Cálculo del distribuidor de iluminación DI81 (TI8-Salida n°1)

8.1.1.2.17.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI81 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI8 y abastece a 3 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 3 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,15 \text{ kW} = 150 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.17.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI81 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,80 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,80 A * 100\%}{4\%} = 20 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{20 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,13 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm^2 adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.17.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

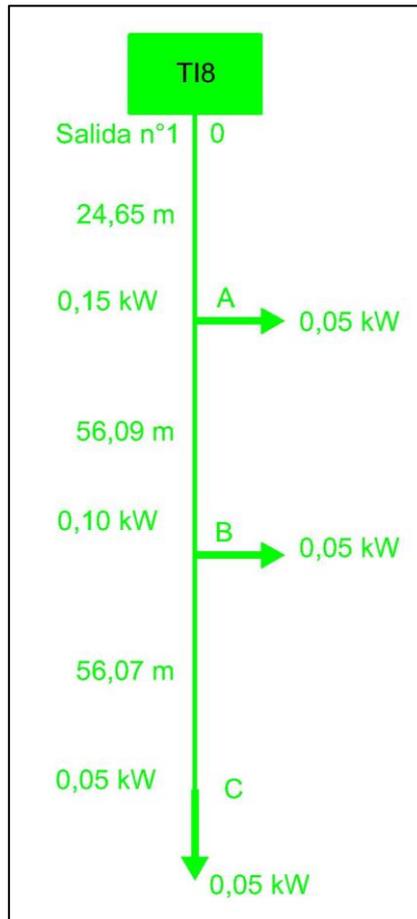


Figura MC-126: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI81.

$$I_{0-A} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 24,65 \text{ m} = 0,02465 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 56,09 \text{ m} = 0,05609 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 56,07 \text{ m} = 0,05607 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI81 (TI8-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,15	0,80	24,65	16	0,05	0,02
A-B	Monofásica	0,10	0,53	56,09	16	0,08	0,04
B-C	Monofásica	0,05	0,27	56,07	16	0,04	0,02
Total							0,08

Figura MC-127: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI81.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.17.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI81 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI81 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI81} = 24,65 \text{ m} + 56,09 \text{ m} + 56,07 \text{ m} = 136,81 \text{ m} = 137 \text{ m}$$

8.1.1.2.18. Cálculo del distribuidor de iluminación DI82 (TI8-Salida n°2)

8.1.1.2.18.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI82 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI8 y abastece a 5 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 5 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,25 \text{ kW} = 250 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.18.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI82 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,34 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{1,34 A * 100\%}{4\%} = 33,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{33,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,23 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm^2 adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.18.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

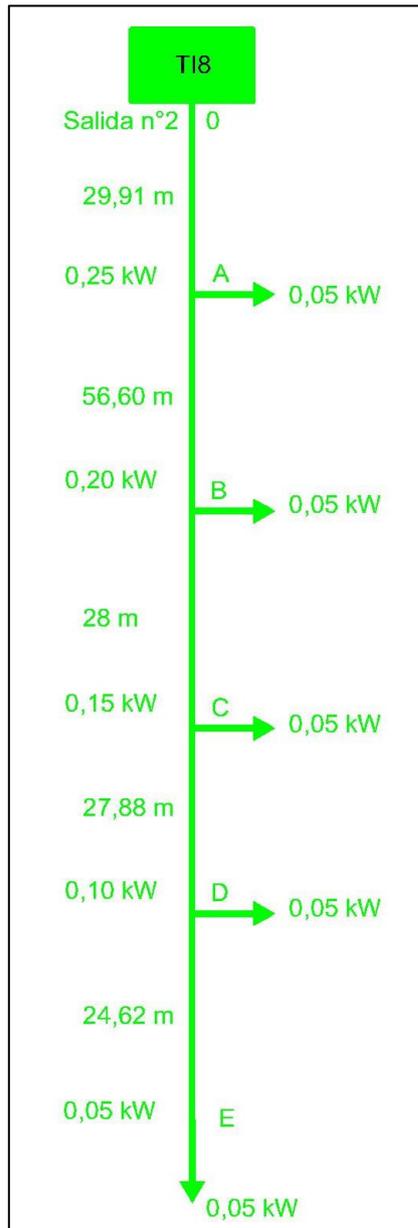


Figura MC-128: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI82.

$$I_{0-A} = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,07 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{C-D} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{D-E} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 29,91 \text{ m} = 0,02991 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 56,60 \text{ m} = 0,05660 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 28 \text{ m} = 0,02800 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 27,88 \text{ m} = 0,02788 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 24,62 \text{ m} = 0,02462 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI82 (TI8-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,25	1,34	29,91	16	0,11	0,05
A-B	Monofásica	0,20	1,07	56,60	16	0,16	0,07
B-C	Monofásica	0,15	0,80	28,00	16	0,06	0,03
C-D	Monofásica	0,10	0,53	27,88	16	0,04	0,02
D-E	Monofásica	0,05	0,27	24,62	16	0,02	0,01
Total							0,18

Figura MC-129: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI82.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.18.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI82 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI82 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI82} = 29,91 \text{ m} + 56,60 \text{ m} + 28 \text{ m} + 27,88 \text{ m} + 24,62 \text{ m} = 167,01 \text{ m} = 167 \text{ m}$$

8.1.1.2.19. Cálculo del distribuidor de iluminación DI91 (TI9-Salida n°1)

8.1.1.2.19.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI91 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI9 y abastece a 3 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 3 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{kW}{\text{luminaria}} = 0,15 \text{ kW} = 150 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.19.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI91 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 0,80\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{0,80\ A * 100\%}{4\%} = 20\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{20 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,13 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm^2 adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.19.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

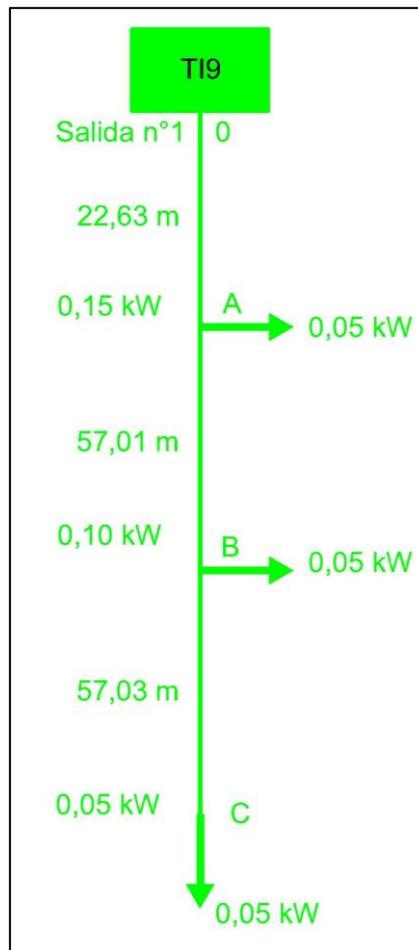


Figura MC-130: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI91.

$$I_{0-A} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 22,63 \text{ m} = 0,02263 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 57,01 \text{ m} = 0,05701 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 57,03 \text{ m} = 0,05703 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI91 (TI9-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,15	0,80	22,63	16	0,05	0,02
A-B	Monofásica	0,10	0,53	57,01	16	0,08	0,04
B-C	Monofásica	0,05	0,27	57,03	16	0,04	0,02
Total							0,08

Figura MC-131: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI91.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.19.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI91 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI91 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI91} = 22,63 \text{ m} + 57,01 \text{ m} + 57,03 \text{ m} = 136,67 \text{ m} = 137 \text{ m}$$

8.1.1.2.20. Cálculo del distribuidor de iluminación DI92 (TI9-Salida n°2)

8.1.1.2.20.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI92 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI9 y abastece a 6 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,30 \text{ kW} = 300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.20.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI92 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,60 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc \text{ t}} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 312 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{1,60\ A * 100\%}{4\%} = 40\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{40\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,27\ mm^2$$

Al ser la sección de $16\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.20.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 313 de 598
---	------------	---------	-------------------

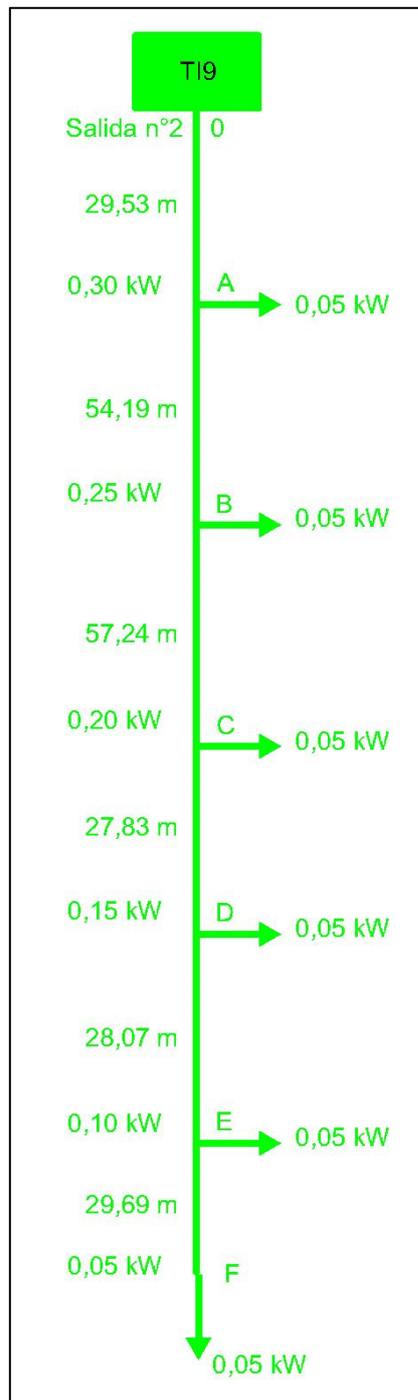


Figura MC-132: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI92.

$$I_{0-A} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{250 W}{220 V * 0,85} = 1,34 A$$

$$I_{B-C} = \frac{200 W}{220 V * 0,85} = 1,07 A$$

$$I_{C-D} = \frac{150 W}{220 V * 0,85} = 0,80 A$$

$$I_{D-E} = \frac{100 W}{220 V * 0,85} = 0,53 A$$

$$I_{E-F} = \frac{50 W}{220 V * 0,85} = 0,27 A$$

$$L_{0-A} = 29,53 m = 0,02953 km$$

$$L_{A-B} = 54,19 m = 0,05419 km$$

$$L_{B-C} = 57,24 m = 0,05724 km$$

$$L_{C-D} = 27,83 m = 0,02783 km$$

$$L_{D-E} = 28,07 m = 0,02807 km$$

$$L_{E-F} = 29,69 m = 0,02969 km$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI92 (TI9-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,30	1,60	29,53	16	0,13	0,06
A-B	Monofásica	0,25	1,34	54,19	16	0,20	0,09
B-C	Monofásica	0,20	1,07	57,24	16	0,17	0,08
C-D	Monofásica	0,15	0,80	27,83	16	0,06	0,03
D-E	Monofásica	0,10	0,53	28,07	16	0,04	0,02
E-F	Monofásica	0,05	0,27	29,69	16	0,02	0,01
Total							0,28

Figura MC-133: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI92.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.20.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI92 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI92 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI92} = 29,53 \text{ m} + 54,19 \text{ m} + 57,24 \text{ m} + 27,83 \text{ m} + 28,07 \text{ m} + 29,69 \text{ m}$$

$$L_{DI92} = 226,55 \text{ m} = 227 \text{ m}$$

8.1.1.2.21. Cálculo del distribuidor de iluminación DI101 (TI10-Salida n°1)

8.1.1.2.21.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI101 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI10 y abastece a 9 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 9 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,45 \text{ kW} = 450 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{450 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 2,41 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.21.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI101 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 2,41\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{2,41\ A * 100\%}{4\%} = 60,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{60,25 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,41 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 16 mm^2 adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.1.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

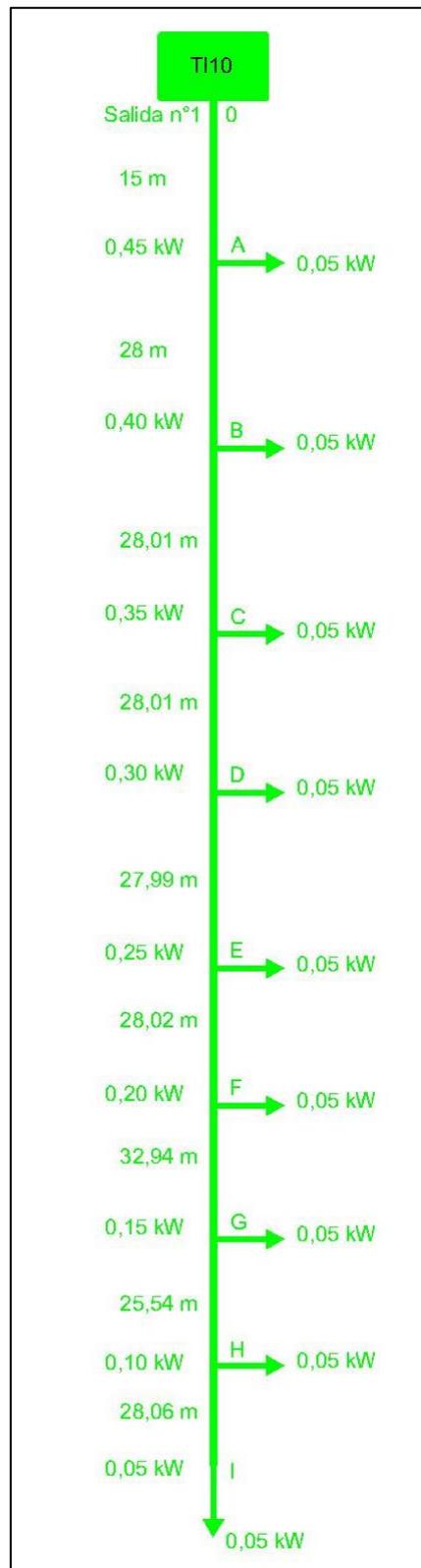


Figura MC-134: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI101.

$$I_{0-A} = \frac{450 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 2,41 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{400 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 2,14 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{350 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,87 \text{ A}$$

$$I_{C-D} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

$$I_{D-E} = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

$$I_{E-F} = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,07 \text{ A}$$

$$I_{F-G} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{G-H} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{H-I} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 15 \text{ m} = 0,01500 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 28 \text{ m} = 0,02800 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 28,01 \text{ m} = 0,02801 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 28,01 \text{ m} = 0,02801 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 27,99 \text{ m} = 0,02799 \text{ km}$$

$$L_{E-F} = 28,02 \text{ m} = 0,02802 \text{ km}$$

$$L_{F-G} = 32,94 \text{ m} = 0,03294 \text{ km}$$

$$L_{G-H} = 25,54 \text{ m} = 0,02554 \text{ km}$$

$$L_{H-I} = 28,06 \text{ m} = 0,02806 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm² estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI101 (TI1-Salida n°1)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,45	2,41	15,00	16	0,10	0,04
A-B	Monofásica	0,40	2,14	28,00	16	0,16	0,07
B-C	Monofásica	0,35	1,87	28,01	16	0,14	0,06
C-D	Monofásica	0,30	1,60	28,01	16	0,12	0,06
D-E	Monofásica	0,25	1,34	27,99	16	0,10	0,05
E-F	Monofásica	0,20	1,07	28,02	16	0,08	0,04
F-G	Monofásica	0,15	0,80	32,94	16	0,07	0,03
G-H	Monofásica	0,10	0,53	25,54	16	0,04	0,02
H-I	Monofásica	0,05	0,27	28,06	16	0,02	0,01
Total							0,38

Figura MC-135: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI101.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.21.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI101 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI101 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI101} = 15 \text{ m} + 28 \text{ m} + 28,01 \text{ m} + 28,01 \text{ m} + 27,99 \text{ m} + 28,02 \text{ m} + 32,94 \text{ m} + 25,54 \text{ m} + 28,06 \text{ m}$$

$$L_{DI101} = 241,57 \text{ m} = 242 \text{ m}$$

8.1.1.2.22. Cálculo del distribuidor de iluminación DI102 (TI10-Salida n°2)

8.1.1.2.22.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

El distribuidor de iluminación DI102 comienza su recorrido en el tablero de iluminación TI10 y abastece a 6 luminarias, por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 6 \text{ luminarias} * 0,05 \frac{\text{kW}}{\text{luminaria}} = 0,30 \text{ kW} = 300 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión es $U = 0,22 \text{ kV} = 220 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{300 W}{220 V * 0,85} = 1,60 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 16 mm² que entrega una corriente admisible de 128 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor de iluminación.

8.1.1.2.22.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc t}}$$

La corriente nominal en el primer tramo del distribuidor DI102 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I = 1,60 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{1,60\ A * 100\%}{4\%} = 40\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de $300\ mm^2$), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{40\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{115} = 0,27\ mm^2$$

Al ser la sección de $16\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

8.1.1.2.22.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U = k * I * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema monofásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = 2$$

Tanto la corriente como la longitud del circuito dependen del tramo de distribuidor considerado (debido a que la carga soportada por cada uno de ellos es diferente), por lo que será necesario tener en cuenta la siguiente distribución de consumos:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 326 de 598
---	------------	---------	-------------------

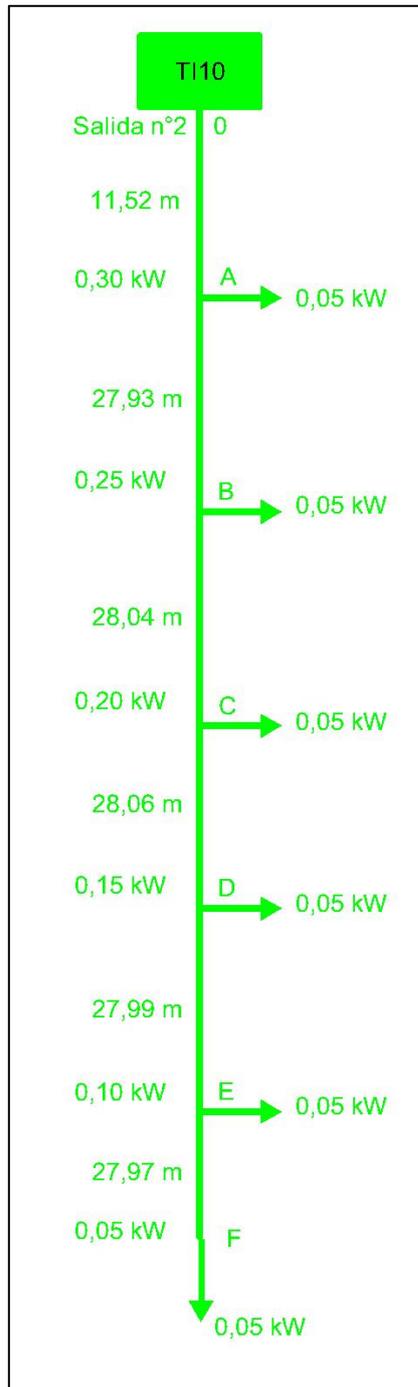


Figura MC-136: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI102.

$$I_{0-A} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

$$I_{A-B} = \frac{250 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,34 \text{ A}$$

$$I_{B-C} = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 1,07 \text{ A}$$

$$I_{C-D} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,80 \text{ A}$$

$$I_{D-E} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,53 \text{ A}$$

$$I_{E-F} = \frac{50 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0,85} = 0,27 \text{ A}$$

$$L_{0-A} = 11,52 \text{ m} = 0,01152 \text{ km}$$

$$L_{A-B} = 27,93 \text{ m} = 0,02793 \text{ km}$$

$$L_{B-C} = 28,04 \text{ m} = 0,02804 \text{ km}$$

$$L_{C-D} = 28,06 \text{ m} = 0,02806 \text{ km}$$

$$L_{D-E} = 27,99 \text{ m} = 0,02799 \text{ km}$$

$$L_{E-F} = 27,97 \text{ m} = 0,02797 \text{ km}$$

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 1,54 \Omega/km$ y $X = 0,075 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia utilizado ($\cos \varphi = 0,85$), se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 16 mm^2 estará dada por la siguiente tabla:

Distribuidor de iluminación DI102 (TI10-Salida n°2)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Monofásica	0,30	1,60	11,52	16	0,05	0,02
A-B	Monofásica	0,25	1,34	27,93	16	0,10	0,05
B-C	Monofásica	0,20	1,07	28,04	16	0,08	0,04
C-D	Monofásica	0,15	0,80	28,06	16	0,06	0,03
D-E	Monofásica	0,10	0,53	27,99	16	0,04	0,02
E-F	Monofásica	0,05	0,27	27,97	16	0,02	0,01
Total							0,16

Figura MC-137: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI102.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

8.1.1.2.22.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el distribuidor de iluminación DI102 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, bipolares y de 16 mm^2 de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el distribuidor de iluminación DI102 se establece considerando las de los respectivos tramos que lo componen:

$$L_{DI102} = 11,52 \text{ m} + 27,93 \text{ m} + 28,04 \text{ m} + 28,06 \text{ m} + 27,99 \text{ m} + 27,97 \text{ m}$$

$$L_{DI102} = 151,51 \text{ m} = 152 \text{ m}$$

8.1.1.3. Alimentadores desde los tableros secundarios hasta los tableros de iluminación

8.1.1.3.1. Cálculo del alimentador de iluminación AI11 (TS1-TI1)

8.1.1.3.1.1. Cálculo por corriente nominal

Dado que el conductor a calcular desempeña la función de alimentador, se deberá recurrir a la expresión vista anteriormente para determinar la corriente de línea en un sistema trifásico:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI11 comienza su recorrido en el tablero secundario TS1 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI1 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI11 y DI12), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,30 \text{ kW} + 0,10 \text{ kW} = 0,40 \text{ kW} = 400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,68 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI11 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,68 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,68 A * 100\%}{4\%} = 17 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{17 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.1.3.Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,68 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 8,88 \text{ m} = 0,00888 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,68 \text{ A} * 0,00888 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00342 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00342 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00085 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.1.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI11 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI11 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI11} = 8,88 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

8.1.1.3.2. Cálculo del alimentador de iluminación AI22 (TS2-TI2)

8.1.1.3.2.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI22 comienza su recorrido en el tablero secundario TS2 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI2 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI21 y DI22), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,10 \text{ kW} + 0,10 \text{ kW} = 0,20 \text{ kW} = 200 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,34 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI22 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,34 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,34 A * 100\%}{4\%} = 8,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{8,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,06 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.2.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,34 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 5,38 \text{ m} = 0,00538 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,34 \text{ A} * 0,00538 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00104 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00104 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00026 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.2.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI22 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI22 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI22} = 5,38 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

8.1.1.3.3. Cálculo del alimentador de iluminación AI33 (TS3-TI3)

8.1.1.3.3.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI33 comienza su recorrido en el tablero secundario TS3 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI3 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI31, DI32 y DI33), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,35 \text{ kW} + 0,15 \text{ kW} + 0,25 \text{ kW} = 0,75 \text{ kW} = 750 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 1,27 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI33 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 1,27 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{1,27 A * 100\%}{4\%} = 31,75 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{31,75 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,21 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 1,27 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 4,68 \text{ m} = 0,00468 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 1,27 \text{ A} * 0,00468 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00338 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00338 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00084 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.3.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI33 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI33 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI33} = 4,68 \text{ m} = 5 \text{ m}$$

8.1.1.3.4. Cálculo del alimentador de iluminación AI44 (TS4-TI4)

8.1.1.3.4.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI44 comienza su recorrido en el tablero secundario TS4 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI4 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI41 y DI42), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,10 \text{ kW} + 0,10 \text{ kW} = 0,20 \text{ kW} = 200 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{200 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,34 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI44 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,34 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,34 A * 100\%}{4\%} = 8,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{8,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,06 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.4.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,34 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 9,50 \text{ m} = 0,00950 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,34 \text{ A} * 0,00950 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00183 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00183 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00046 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.4.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI44 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI44 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI44} = 9,50 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

8.1.1.3.5. Cálculo del alimentador de iluminación AI55 (TS5-TI5)

8.1.1.3.5.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI55 comienza su recorrido en el tablero secundario TS5 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI5 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI51 y DI52), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,25 \text{ kW} + 0,15 \text{ kW} = 0,40 \text{ kW} = 400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,68 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.5.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI55 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,68 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,68 A * 100\%}{4\%} = 17 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{17 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.5.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,68 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 22,83 \text{ m} = 0,02283 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,68 \text{ A} * 0,02283 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00879 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00879 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00220 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.5.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI55 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI55 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI55} = 22,83 \text{ m} = 23 \text{ m}$$

8.1.1.3.6. Cálculo del alimentador de iluminación AI66 (TS6-TI6)

8.1.1.3.6.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI66 comienza su recorrido en el tablero secundario TS6 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI6 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI61 y DI62), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,10 \text{ kW} + 0,45 \text{ kW} = 0,55 \text{ kW} = 550 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{550 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,93 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI66 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,93 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,93 A * 100\%}{4\%} = 23,25 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{23,25 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,16 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.6.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,93 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 6,97 \text{ m} = 0,00697 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,93 \text{ A} * 0,00697 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00369 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00369 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00092 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.6.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI66 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI66 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI66} = 6,97 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

8.1.1.3.7. Cálculo del alimentador de iluminación AI77 (TS7-TI7)

8.1.1.3.7.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI77 comienza su recorrido en el tablero secundario TS7 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI7 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI71 y DI72), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,10 \text{ kW} + 0,15 \text{ kW} = 0,25 \text{ kW} = 250 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{250 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,42 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.7.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI77 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,42 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,42 A * 100\%}{4\%} = 10,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{10,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,07 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.7.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,42 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 15,39 \text{ m} = 0,01539 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,42 \text{ A} * 0,01539 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00370 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00370 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00093 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.7.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI77 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI77 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI77} = 15,39 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

8.1.1.3.8. Cálculo del alimentador de iluminación AI88 (TS8-TI8)

8.1.1.3.8.1. Cálculo por corriente nominal

Repetiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI88 comienza su recorrido en el tablero secundario TS8 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI8 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI81 y DI82), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,15 \text{ kW} + 0,25 \text{ kW} = 0,40 \text{ kW} = 400 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,68 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.8.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI88 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,68 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,68 A * 100\%}{4\%} = 17 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{17 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.8.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,68 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 6,18 \text{ m} = 0,00618 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,68 \text{ A} * 0,00618 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00238 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00238 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00059 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.8.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI88 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI88 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI88} = 6,18 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

8.1.1.3.9. Cálculo del alimentador de iluminación AI99 (TS9-TI9)

8.1.1.3.9.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI99 comienza su recorrido en el tablero secundario TS9 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI9 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI91 y DI92), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,15 \text{ kW} + 0,30 \text{ kW} = 0,45 \text{ kW} = 450 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{450 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 0,76 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.9.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI99 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 0,76 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{0,76 A * 100\%}{4\%} = 19 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{19 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,13 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.9.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 0,76 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 15,47 \text{ m} = 0,01547 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 0,76 \text{ A} * 0,01547 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00670 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00670 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00168 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.9.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI99 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI99 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI99} = 15,47 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

8.1.1.3.10. Cálculo del alimentador de iluminación AI1010 (TS10-TI10)

8.1.1.3.10.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador de iluminación AI1010 comienza su recorrido en el tablero secundario TS10 y lo finaliza en el tablero de iluminación TI10 (desde el cual parten los distribuidores de iluminación DI101 y DI102), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 0,45 \text{ kW} + 0,30 \text{ kW} = 0,75 \text{ kW} = 750 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 1,27 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.3.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc \text{ t}}}$$

La corriente nominal en el alimentador AI1010 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 1,27 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{1,27 A * 100\%}{4\%} = 31,75 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 115$, dado que los conductores son de cobre aislado en PVC y de menos de 300 mm^2), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{31,75 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 0,21 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $70/35 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.3.10.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 1,27 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero secundario y el de iluminación y se estima que es $L = 10,52 \text{ m} = 0,01052 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,341 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0707 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $70/35 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 1,27 \text{ A} * 0,01052 \text{ km} * \left(0,341 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0707 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right) = 0,00760 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,00760 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,00190 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es despreciable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y de los distribuidores de iluminación.

8.1.1.3.10.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador de iluminación AI1010 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador de iluminación AI1010 ya fue establecida previamente:

$$L_{AI1010} = 10,52 \text{ m} = 11 \text{ m}$$

8.1.1.4. Alimentadores desde los tableros principales hasta los tableros secundarios

8.1.1.4.1. Cálculo del alimentador secundario AS11 (TP1-TS1)

8.1.1.4.1.1. Cálculo por corriente nominal

Dado que el conductor a calcular desempeña la función de alimentador, se deberá recurrir a la expresión vista anteriormente para determinar la corriente de línea en un sistema trifásico:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS11 comienza su recorrido en el tablero principal TP1 y lo finaliza en el tablero secundario TS1 (desde el cual parten los distribuidores D11 y D12 y el alimentador de iluminación AI11), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 39,30 \text{ kW} + 39,30 \text{ kW} + 0,40 \text{ kW} = 79 \text{ kW} = 79000 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{79000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 134,15 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador:

Características eléctricas (IRAM)					
Intensidad admisible para cables con conductores de aluminio					
Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
mm ²	A	A	A	A	A
16	83	69	98	104	88
25	105	88	128	136	115
35	127	106	153	163	137
50	-	127	180	-	162
70	-	156	221	-	198
95	-	186	265	-	239
120	-	211	302	-	272
150	-	238	338	-	305
185	-	267	384	-	347
240	-	308	448	-	403
300	-	349	507	-	456
400	-	-	583	-	-

Características técnicas (IRAM) - Cables con conductores de aluminio							
Sección nominal	Diámetro del conductor	Espesor de aislación nominal	Espesor de envoltura nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica a 90°C y 50 Hz	Reactancia a 50 Hz
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
TRIPOLARES (almas de color marrón, negro y rojo)							
16	4,8	0,7	1,8	20	500	2,44	0,076
25	6,0	0,9	1,8	23	700	1,53	0,075
35	7,0	0,9	1,8	26	850	1,112	0,0732
50	8,2	1	1,8	29	1080	0,821	0,0726
70	-	1,1	1,9	28	960	0,567	0,0707
95	-	1,1	2	31	1250	0,410	0,0685
120	-	1,2	2,2	35	1550	0,324	0,0689
150	-	1,4	2,3	38	1900	0,264	0,0693
185	-	1,6	2,5	43	2350	0,210	0,0696
240	-	1,7	2,6	48	2950	0,160	0,0689
300	-	1,8	2,8	53	3600	0,128	0,0685
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo y azul)							
16	4,8	0,7	1,8	22	580	2,44	0,076
25/16	6,0/4,8	0,9/0,7	1,8	24	750	1,53	0,075
35/16	7,0/4,8	0,9/0,7	1,8	26	890	1,112	0,0732
50/25	8,2/6,0	1,0/0,9	1,8	30	1150	0,821	0,0726
70/35	-	1,1/0,9	2	30	1120	0,567	0,0707
95/50	-	1,1/1,0	2,1	34	1450	0,410	0,0685
120/70	-	1,2/1,1	2,2	37	1800	0,324	0,0689
150/70	-	1,4/1,1	2,3	41	2150	0,264	0,0693
185/95	-	1,6/1,1	2,5	46	2700	0,210	0,0696
240/120	-	1,7/1,2	2,7	51	3400	0,160	0,0689
300/150	-	1,8/1,4	2,9	57	4200	0,128	0,0685

Figura MC-138: Características de los conductores subterráneos de aluminio de 185/95 mm² para BT de Prysmian.

8.1.1.4.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc} \rho a * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS11 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 134,15\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{134,15\ A * 100\%}{4\%} = 3353,75\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{3353,75\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 27,64\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.1.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 134,15 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 171,57 m = 0,17157 km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 mm^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 134,15 A * 0,17157 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 8,59 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{8,59 V * 100\%}{400 V} = 2,15 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.1.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS11 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS11 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS11} = 171,57 m = 172 m$$

8.1.1.4.2. Cálculo del alimentador secundario AS12 (TP1-TS2)

8.1.1.4.2.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS12 comienza su recorrido en el tablero principal TP1 y lo finaliza en el tablero secundario TS2 (desde el cual parten los distribuidores D21 y D22 y el alimentador de iluminación AI22), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 32,75 \text{ kW} + 39,30 \text{ kW} + 0,20 \text{ kW} = 72,25 \text{ kW} = 72250 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{72250 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 122,69 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para el alimentador.

8.1.1.4.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS12 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_l = 122,69\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{122,69\ A * 100\%}{4\%} = 3067,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{3067,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 25,28\ mm^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.2.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_l * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea resulta ser $I_l = 122,69 \text{ A}$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 159,62 \text{ m} = 0,15962 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0696 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 185/95 mm² de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 122,69 A * 0,15962 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 7,31 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{7,31 V * 100\%}{400 V} = 1,83 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.2.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS12 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS12 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS12} = 159,62 m = 160 m$$

8.1.1.4.3. Cálculo del alimentador secundario AS13 (TP1-TS3)

8.1.1.4.3.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS13 comienza su recorrido en el tablero principal TP1 y lo finaliza en el tablero secundario TS3 (desde el cual parten los distribuidores D31, D32 y D33 y el alimentador de iluminación AI33), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 26,20 \text{ kW} + 26,20 \text{ kW} + 32,75 \text{ kW} + 0,75 \text{ kW} = 85,90 \text{ kW} = 85900 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{85900 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 145,87 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{145,87 \text{ A}}{2} = 72,93 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 A * 0,64 = 222,08 A$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS13 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 72,93 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 381 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{72,93\ A * 100\%}{4\%} = 1823,25\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1823,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 15,02\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.3.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 72,93\ A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 221,63\ m = 0,22163\ km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 72,93 \text{ A} * 0,22163 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 6,03 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{6,03 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 1,51 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.3.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS13 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS13 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS13} = 2 * 221,63 \text{ m} = 443,26 = 444 \text{ m}$$

8.1.1.4.4. Cálculo del alimentador secundario AS24 (TP2-TS4)

8.1.1.4.4.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS24 comienza su recorrido en el tablero principal TP2 y lo finaliza en el tablero secundario TS4 (desde el cual parten los distribuidores D41 y D42 y el alimentador de iluminación AI44), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 39,30 \text{ kW} + 32,75 \text{ kW} + 0,20 \text{ kW} = 72,25 \text{ kW} = 72250 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{72250 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 122,69 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{122,69 A}{2} = 61,34 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 A * 0,64 = 222,08 A$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS24 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 61,34 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{61,34 A * 100\%}{4\%} = 1533,50 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ mseg} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1533,50 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 12,64 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $185/95 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.4.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 61,34 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 296,44 m = 0,29644 km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 mm^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 61,34 A * 0,29644 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 6,78 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{6,78 V * 100\%}{400 V} = 1,70 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS24 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS24 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS24} = 2 * 296,44 m = 592,88 m = 593 m$$

8.1.1.4.5. Cálculo del alimentador secundario AS25 (TP2-TS5)

8.1.1.4.5.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS25 comienza su recorrido en el tablero principal TP2 y lo finaliza en el tablero secundario TS5 (desde el cual parten los distribuidores D51 y D52 y el alimentador de iluminación AI55), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 45,85 kW + 52,40 kW + 0,40 kW = 98,65 kW = 98650 W$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 kV = 400 V$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 388 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_l = \frac{98650 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 167,52 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por tres conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{167,52 \text{ A}}{3} = 55,84 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de tres conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,70 * 0,80 = 0,56$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 \text{ A} * 0,56 = 194,32 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.5.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS25 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 55,84\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{55,84\ A * 100\%}{4\%} = 1396\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1396\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 11,50\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.5.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 390 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 55,84 \text{ A}$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 334,86 \text{ m} = 0,33486 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0696 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 55,84 \text{ A} * 0,33486 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 6,98 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{6,98 V * 100\%}{400 V} = 1,74 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.5.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS25 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS25 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS25} = 3 * 334,86 m = 1004,58 m = 1005 m$$

8.1.1.4.6. Cálculo del alimentador secundario AS36 (TP3-TS6)

8.1.1.4.6.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS36 comienza su recorrido en el tablero principal TP3 y lo finaliza en el tablero secundario TS6 (desde el cual parten los distribuidores D61 y D62 y el alimentador de iluminación AI66), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 39,30 \text{ kW} + 45,85 \text{ kW} + 0,55 \text{ kW} = 85,70 \text{ kW} = 85700 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{85700 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 145,53 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{145,53 \text{ A}}{2} = 72,76 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 \text{ A} * 0,64 = 222,08 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.6.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS36 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 72,76\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{72,76\ A * 100\%}{4\%} = 1819\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1819 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 14,99 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.6.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 72,76 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 317,02 m = 0,31702 km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 185/95 mm² de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 72,76 A * 0,31702 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 8,61 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{8,61 V * 100\%}{400 V} = 2,15 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.6.4. Selección de conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS36 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS36 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS36} = 2 * 317,02 m = 634,04 m = 634 m$$

8.1.1.4.7. Cálculo del alimentador secundario AS37 (TP3-TS7)

8.1.1.4.7.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS37 comienza su recorrido en el tablero principal TP3 y lo finaliza en el tablero secundario TS7 (desde el cual parten los distribuidores D71 y D72 y el alimentador de iluminación AI77), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 26,20 \text{ kW} + 39,30 \text{ kW} + 0,25 \text{ kW} = 65,75 \text{ kW} = 65750 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{65750 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 111,65 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{111,65 \text{ A}}{2} = 55,82 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 A * 0,64 = 222,08 A$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.7.2.Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS37 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 55,82 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 398 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{55,82\ A * 100\%}{4\%} = 1395,50\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1395,50\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 11,50\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.7.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 55,82\ A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 346,54\ m = 0,34654\ km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 55,82 \text{ A} * 0,34654 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 7,22 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{7,22 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 1,80 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.7.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS37 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS37 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS37} = 2 * 346,54 \text{ m} = 693,08 \text{ m} = 693 \text{ m}$$

8.1.1.4.8. Cálculo del alimentador secundario AS48 (TP4-TS8)

8.1.1.4.8.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS48 comienza su recorrido en el tablero principal TP4 y lo finaliza en el tablero secundario TS8 (desde el cual parten los distribuidores D81 y D82 y el alimentador de iluminación AI88), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 52,40 \text{ kW} + 39,30 \text{ kW} + 0,40 \text{ kW} = 92,10 \text{ kW} = 92100 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{92100 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 156,39 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{156,39 A}{2} = 78,20 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 A * 0,64 = 222,08 A$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.8.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS48 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 78,20 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{78,20 A * 100\%}{4\%} = 1955 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1955 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 16,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $185/95 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.8.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 78,20 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 162,69 m = 0,16269 km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 mm^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 78,20 A * 0,16269 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 4,75 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{4,75 V * 100\%}{400 V} = 1,19 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.8.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS48 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS48 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS48} = 2 * 162,69 m = 325,38 m = 326 m$$

8.1.1.4.9. Cálculo del alimentador secundario AS49 (TP4-TS9)

8.1.1.4.9.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS49 comienza su recorrido en el tablero principal TP4 y lo finaliza en el tablero secundario TS9 (desde el cual parten los distribuidores D91 y D92 y el alimentador de iluminación AI99), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 52,40 kW + 52,40 kW + 0,45 kW = 105,25 kW = 105250 W$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 kV = 400 V$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 405 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_l = \frac{105250 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 178,72 A$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{178,72 A}{2} = 89,36 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 A * 0,64 = 222,08 A$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.9.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS49 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 89,36\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{89,36\ A * 100\%}{4\%} = 2234\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{2234\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 18,41\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.9.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 407 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 89,36 \text{ A}$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 274,11 \text{ m} = 0,27411 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0696 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 89,36 \text{ A} * 0,27411 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 9,14 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{9,14 V * 100\%}{400 V} = 2,28 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.9.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS49 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS49 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS49} = 2 * 274,11 m = 548,22 m = 549 m$$

8.1.1.4.10. Cálculo del alimentador secundario AS410 (TP4-TS10)

8.1.1.4.10.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador secundario AS410 comienza su recorrido en el tablero principal TP4 y lo finaliza en el tablero secundario TS10 (desde el cual parten los distribuidores D101 y D102 y el alimentador de iluminación AI1010), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 52,40 \text{ kW} + 45,85 \text{ kW} + 0,75 \text{ kW} = 99 \text{ kW} = 99000 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{99000 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 168,11 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por tres conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{168,11 \text{ A}}{3} = 56,04 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de tres conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,70 * 0,80 = 0,56$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 \text{ A} * 0,56 = 194,32 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.10.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AS410 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 56,04\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{56,04\ A * 100\%}{4\%} = 1401\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{1401 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 11,54 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.4.10.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 56,04 \text{ A}$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el tablero principal y el secundario y se estima que es $L = 343,34 \text{ m} = 0,34334 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0696 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 185/95 mm² de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 56,04 A * 0,34334 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 7,18 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{7,18 V * 100\%}{400 V} = 1,79 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.4.10.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador secundario AS410 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador secundario AS410 ya fue establecida previamente:

$$L_{AS410} = 3 * 343,34 m = 1030,02 m = 1030 m$$

8.1.1.5. Alimentadores desde los transformadores hasta los tableros principales

8.1.1.5.1. Cálculo del alimentador principal AP11 (T1-TP1)

8.1.1.5.1.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador principal AP11 comienza su recorrido en el transformador T1 y lo finaliza en el tablero principal TP1 (desde el cual parten los alimentadores secundarios AS11, AS12 y AS13), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 79 \text{ kW} + 72,25 \text{ kW} + 85,90 \text{ kW} = 237,15 \text{ kW} = 237150 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{237150 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 402,70 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{402,70 \text{ A}}{2} = 201,35 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 \text{ A} * 0,64 = 222,08 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.1.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AP11 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 201,35 \text{ A}$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc pa} = \frac{201,35 A * 100\%}{4\%} = 5033,75 A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600 \text{ msec} = 0,60 \text{ seg}$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{5033,75 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 41,48 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de $185/95 \text{ mm}^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.1.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 201,35 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el transformador y el tablero principal y se estima que es $L = 4,50 \text{ m} = 0,00450 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0696 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 201,35 \text{ A} * 0,00450 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 0,34 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,34 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,08 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.5.1.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador principal AP11 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador principal AP11 ya fue establecida previamente:

$$L_{AP11} = 2 * 4,50 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

8.1.1.5.2. Cálculo del alimentador principal AP12 (T1-TP2)

8.1.1.5.2.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador principal AP12 comienza su recorrido en el transformador T1 y lo finaliza en el tablero principal TP2 (desde el cual parten los alimentadores secundarios AS24 y AS25), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 72,25 \text{ kW} + 98,65 \text{ kW} = 170,90 \text{ kW} = 170900 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 418 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_l = \frac{170900 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 290,20 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{290,20 \text{ A}}{2} = 145,10 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 \text{ A} * 0,64 = 222,08 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.2.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc \text{ pa}} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AP12 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 145,10\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{145,10\ A * 100\%}{4\%} = 3627,50\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{3627,50\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 29,89\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.2.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 145,10 \text{ A}$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el transformador y el tablero principal y se estima que es $L = 4,50 \text{ m} = 0,00450 \text{ km}$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/\text{km}$ y $X = 0,0696 \Omega/\text{km}$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 145,10 \text{ A} * 0,00450 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 0,24 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,24 V * 100\%}{400 V} = 0,06 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.5.2.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador principal AP12 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador principal AP12 ya fue establecida previamente:

$$L_{AP12} = 2 * 4,50 m = 9 m$$

8.1.1.5.3. Cálculo del alimentador principal AP23 (T2-TP3)

8.1.1.5.3.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador principal AP23 comienza su recorrido en el transformador T2 y lo finaliza en el tablero principal TP3 (desde el cual parten los alimentadores secundarios AS36 y AS37), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 85,70 \text{ kW} + 65,75 \text{ kW} = 151,45 \text{ kW} = 151450 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{151450 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 257,18 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por dos conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{257,18 \text{ A}}{2} = 128,59 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A .

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 \text{ A} * 0,64 = 222,08 \text{ A}$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.3.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AP23 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 128,59\ A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

$$I_{cc\ pa} = \frac{128,59\ A * 100\%}{4\%} = 3214,75\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{3214,75 A * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 26,49 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.3.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 128,59 A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el transformador y el tablero principal y se estima que es $L = 4,50 m = 0,00450 km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfase:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de 185/95 mm² de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 128,59 A * 0,00450 km * \left(0,210 \frac{\Omega}{km} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{km} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 0,22 V$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,22 V * 100\%}{400 V} = 0,05 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.5.3.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador principal AP23 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador principal AP23 ya fue establecida previamente:

$$L_{AP23} = 2 * 4,50 m = 9 m$$

8.1.1.5.4. Cálculo del alimentador principal AP24 (T2-TP4)

8.1.1.5.4.1. Cálculo por corriente nominal

Repitiendo el procedimiento utilizado anteriormente, se comienza por calcular la corriente de línea a través de la siguiente fórmula:

$$I_l = \frac{P}{\sqrt{3} * U_l * \cos \varphi}$$

El alimentador principal AP24 comienza su recorrido en el transformador T2 y lo finaliza en el tablero principal TP4 (desde el cual parten los alimentadores secundarios AS48, AS49 y AS410), por lo que la potencia activa a considerar resulta:

$$P = 92,10 \text{ kW} + 105,25 \text{ kW} + 99 \text{ kW} = 296,35 \text{ kW} = 296350 \text{ W}$$

A su vez, considerando que la tensión de línea es $U_l = 0,40 \text{ kV} = 400 \text{ V}$ y que el factor de potencia es $\cos \varphi = 0,85$, se tiene lo siguiente:

$$I_l = \frac{296350 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 503,23 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el alimentador está compuesto por tres conductores, por lo que la corriente de línea individual a considerar resulta:

$$I_{li} = \frac{503,23 \text{ A}}{3} = 167,74 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a $185/95 \text{ mm}^2$ que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A.

No obstante, como se prevé la utilización de tres conductores en paralelo, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,70 * 0,80 = 0,56$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

La corriente admisible corregida resulta entonces:

$$I_{ac} = 347 A * 0,56 = 194,32 A$$

Dado que el valor obtenido es superior al calculado previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.4.2. Cálculo por corriente de cortocircuito

Luego, se calcula la sección demandada por los conductores para resistir el efecto de un cortocircuito a través de la fórmula del apartado 771.19.2.2.3 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$S = \frac{I_{cc\ pa} * \sqrt{t}}{k}$$

Para establecer la corriente de cortocircuito en el punto de alimentación se recurre a la fórmula:

$$I_{cc\ pa} = \frac{I_n * 100\%}{U_{cc\ t}}$$

La corriente nominal en el alimentador AP24 ya fue establecida anteriormente:

$$I_n = I_{li} = 167,74 A$$

De la ficha técnica de la Referencia Bibliográfica 11, se tiene que la tensión de cortocircuito en el lado de BT del transformador es $U_{cc\ t} = 4\%$, obteniéndose entonces la siguiente corriente de corriente de cortocircuito en el punto de alimentación:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 428 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{167,74\ A * 100\%}{4\%} = 4193,50\ A$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional son valores ya conocidos ($t = 600\ msec = 0,60\ seg$ y $k = 94$, dado que los conductores son de cobre aislado en XLPE), por lo que la sección requerida por los cables para resistir al cortocircuito estará dada por:

$$S = \frac{4193,50\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 34,56\ mm^2$$

Al ser la sección de $185/95\ mm^2$ adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el alimentador.

8.1.1.5.4.3. Cálculo por caída de tensión

Por último, se calcula la caída de tensión por medio de la expresión que aparece en la sección 771.19.7 de la Referencia Bibliográfica 2:

$$\Delta U_l = k * I_{li} * L * (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

En un sistema trifásico como el proyectado, el valor de la constante inicial será:

$$k = \sqrt{3}$$

Como ya fue explicado, la corriente de línea individual resulta ser $I_{li} = 167,74\ A$.

La longitud del circuito estará dada por la separación que existe entre el transformador y el tablero principal y se estima que es $L = 4,50\ m = 0,00450\ km$.

Al igual que la corriente admisible, la resistencia y la reactancia del conductor se fijan en función de la sección elegida y, para este caso, resultan ser $R = 0,210 \Omega/km$ y $X = 0,0696 \Omega/km$.

Teniendo presente el valor del factor de potencia, se determina el seno del ángulo de desfasaje:

$$\sin \varphi = \sin(\cos^{-1} 0,85) = 0,53$$

Retomando la expresión inicial, se tiene que la caída de tensión experimentada por la instalación cuando se utilicen conductores de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección será:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 167,74 \text{ A} * 0,00450 \text{ km} * \left(0,210 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,85 + 0,0696 \frac{\Omega}{\text{km}} * 0,53 \right)$$

$$\Delta U_l = 0,28 \text{ V}$$

Expresado en forma de porcentaje de la tensión nominal, dicho valor resulta ser:

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,28 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,07 \%$$

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (3%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

8.1.1.5.4.4. Selección de los conductores

Teniendo en cuenta las distintas verificaciones, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el alimentador principal AP24 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de $185/95 \text{ mm}^2$ de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar el alimentador principal AP24 ya fue establecida previamente:

$$L_{AP24} = 3 * 4,50 m = 13,50 m$$

8.1.1.6. Cálculo de las caídas de tensión porcentuales acumuladas en condiciones normales de trabajo

A continuación, se detalla la caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos con el objetivo de mostrar que, en todos los casos, el mencionado parámetro se encuentra por debajo del límite impuesto por ENERSA en condiciones normales de trabajo (3%):

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
0,08	AS11	D11	2,80	
		0,57		
		D12	2,80	
		0,57		
		0,00085	AI11	2,50
			DI11	
	DI12	2,27		
	0,04			

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
0,08	AS12	D21	2,32	
		0,41		
		D22	2,46	
		0,55		
		0,00026	AI22	1,96
			DI21	
	DI22	1,94		
	0,03			

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
0,08	AS13	D31	1,84
		0,25	
		D32	1,83
	0,24		
	0,00084	D33	2,32
		0,73	
		AI33 DI31	1,80
		0,21	
	0,00084	DI32	1,64
		0,05	
0,00084	DI33	1,73	
	0,14		

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
0,06	AS24	D41	2,31	
		0,55		
	1,70	D42	2,16	
		0,40		
	0,00046	AI44 DI41	1,80	
		0,04		
		0,00046	DI42	1,80
			0,04	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
0,06	AS25	D51	2,73	
		0,93		
	1,74	D52	2,79	
		0,99		
	0,00220	AI55 DI51	2,00	
		0,20		
		0,00220	DI52	1,88
			0,08	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP23	AS36	D61	2,76	
0,05	2,15	0,56		
		D62	2,60	
		0,40		
		AI66	DI61	2,24
		0,00092	0,04	
			DI62	2,75
0,55				

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP23	AS37	D71	2,15	
0,05	1,80	0,30		
		D72	2,40	
		0,55		
		AI77	DI71	1,89
		0,00093	0,04	
			DI72	1,93
0,08				

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP24	AS48	D81	2,22	
0,07	1,19	0,96		
		D82	1,84	
		0,58		
		AI88	DI81	1,34
		0,00059	0,08	
			DI82	1,44
0,18				

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP24	AS49	D91	2,84	
		0,49		
0,07	2,28	D92	2,84	
		0,49		
		AI99	DI91	2,43
			0,08	
		0,00168	DI92	2,63
	0,28			

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP24	AS410	D101	2,85	
		0,99		
0,07	1,79	D102	2,62	
		0,76		
		AI1010	DI101	2,24
			0,38	
		0,00190	DI102	2,02
	0,16			

Figura MC-139: Caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos de la LSBT en condiciones normales de trabajo.

8.1.1.7. Cálculo de los cierres entre distribuidores

Con el objetivo de garantizar la continuidad del servicio, se realizan “cierres” entre pilares de medición próximos de manera que, ante la eventual falla de alguno de los distribuidores, exista la posibilidad de alimentar los lotes correspondientes con otro de ellos.

Dado que se trata de condiciones de emergencia, se considera que los conductores que componen las mencionadas conexiones deberán ser capaces de manejar el 60% de la potencia correspondiente a las condiciones de trabajo normal (es decir, $P_p = 0,60 * 6,55 \text{ kW/parcela} = 3,93 \text{ kW/parcela}$) sin generar una caída de tensión porcentual acumulada mayor al 10%.

8.1.1.7.1. Cierre entre los distribuidores D12 y D61

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D12 y D61, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 12 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 47,16 \text{ kW} = 47160 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{47160 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 80,08 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc\ pa} = \frac{80,08 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2002 \text{ A}$$

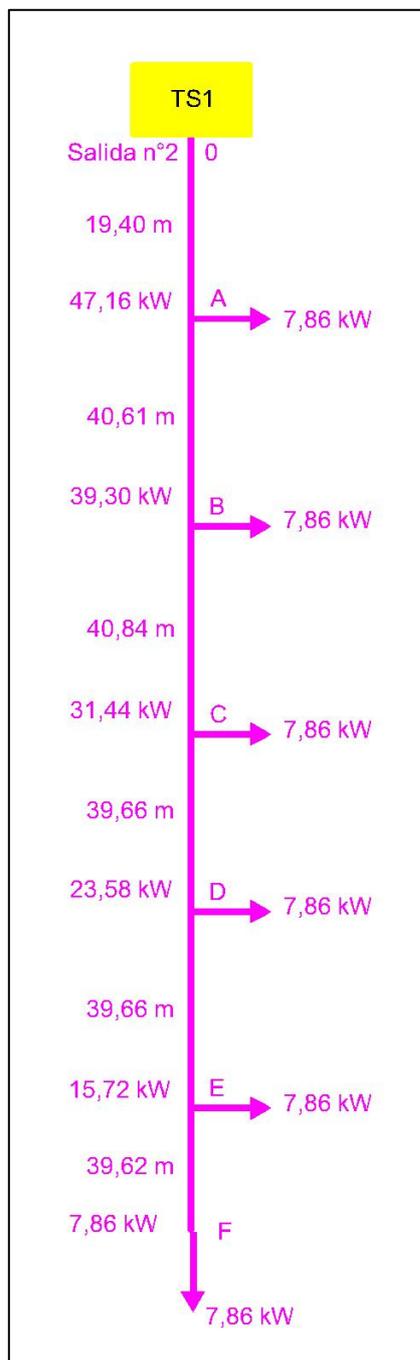
$$S = \frac{2002 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 13,48 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

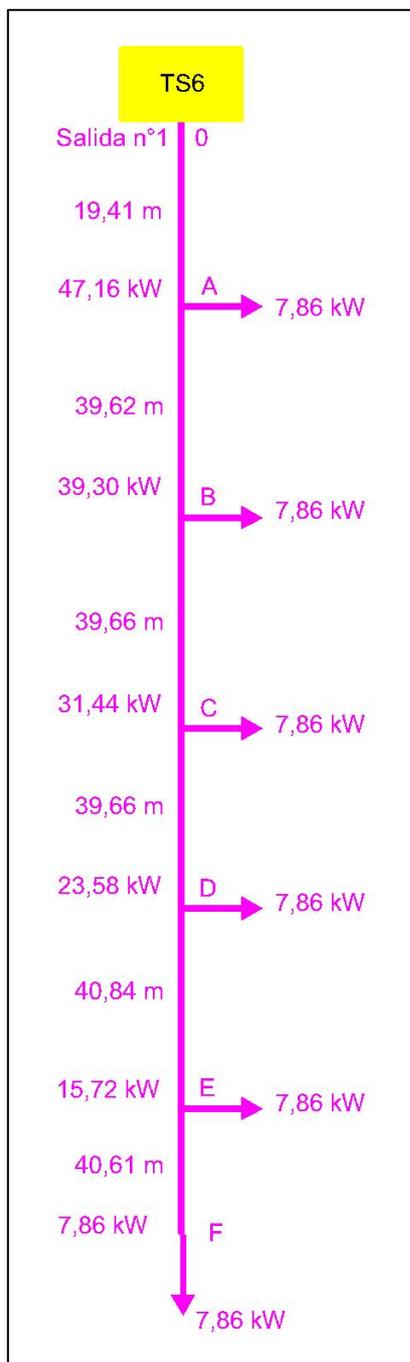
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D12 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D61 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D12 y D61 (en caso de falla del distribuidor D61)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	47,16	80,08	19,40	70/35	0,88	0,22
A-B	Trifásica	39,30	66,73	40,61	70/35	1,54	0,38
B-C	Trifásica	31,44	53,39	40,84	70/35	1,24	0,31
C-D	Trifásica	23,58	40,04	39,66	70/35	0,90	0,23
D-E	Trifásica	15,72	26,69	39,66	70/35	0,60	0,15
E-F	Trifásica	7,86	13,35	39,62	70/35	0,30	0,07
Total							1,36

Figura MC-140: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D12 y D61 en caso de falla del distribuidor D61.

Por otro lado, también se verifica considerando que el distribuidor D61 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D12 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D12 y D61 (en caso de falla del distribuidor D12)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	47,16	80,08	19,41	70/35	0,88	0,22
A-B	Trifásica	39,30	66,73	39,62	70/35	1,50	0,37
B-C	Trifásica	31,44	53,39	39,66	70/35	1,20	0,30
C-D	Trifásica	23,58	40,04	39,66	70/35	0,90	0,23
D-E	Trifásica	15,72	26,69	40,84	70/35	0,62	0,15
E-F	Trifásica	7,86	13,35	40,61	70/35	0,31	0,08
Total							1,35

Figura MC-141: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D12 y D61 en caso de falla del distribuidor D12.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D12 y D61 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D12-D61} = 39,66 m = 40 m$$

8.1.1.7.2. Cierre entre los distribuidores D22 y D71

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D22 y D71, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 10 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 39,30 \text{ kW} = 39300 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{39300 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,73 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

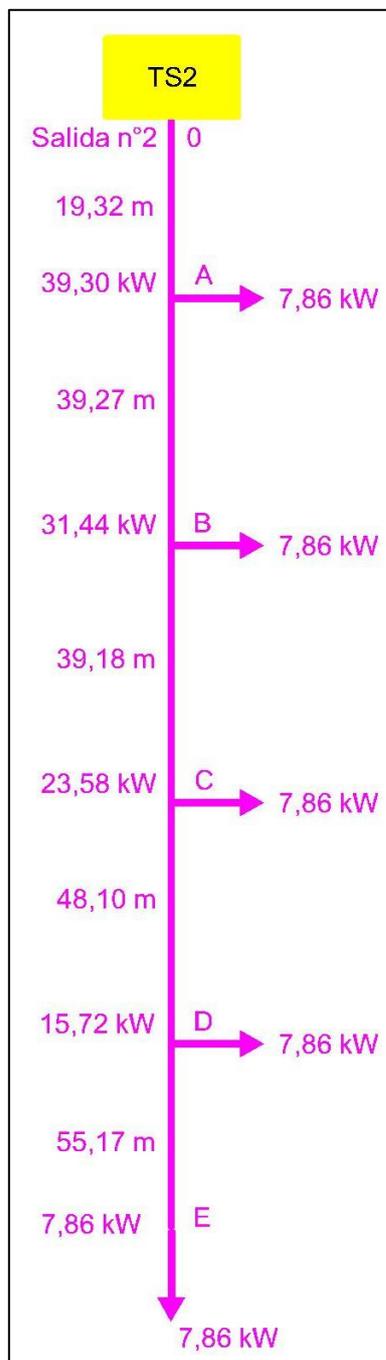
A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cca} = \frac{66,73 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1668,25 \text{ A}$$

$$S = \frac{1668,25 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 11,24 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

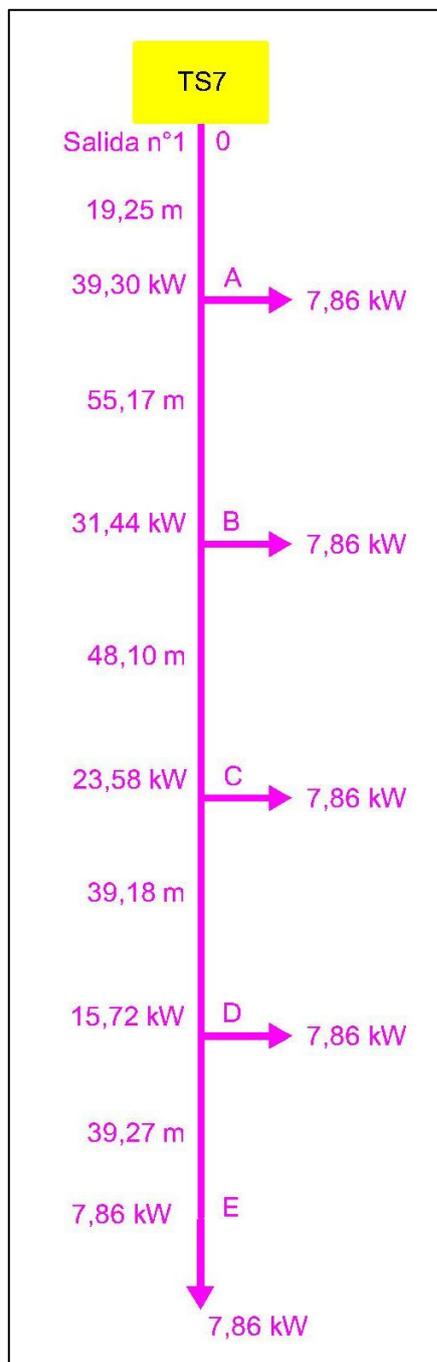
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D22 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D71 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D22 y D71 (en caso de falla del distribuidor D71)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,32	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	31,44	53,39	39,27	70/35	1,19	0,30
B-C	Trifásica	23,58	40,04	39,18	70/35	0,89	0,22
C-D	Trifásica	15,72	26,69	48,10	70/35	0,73	0,18
D-E	Trifásica	7,86	13,35	55,17	70/35	0,42	0,10
Total							0,99

Figura MC-142: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D22 y D71 en caso de falla del distribuidor D71.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D71 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D22 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D22 y D71 (en caso de falla del distribuidor D22)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	39,30	66,73	19,25	70/35	0,73	0,18
A-B	Trifásica	31,44	53,39	55,17	70/35	1,67	0,42
B-C	Trifásica	23,58	40,04	48,10	70/35	1,09	0,27
C-D	Trifásica	15,72	26,69	39,18	70/35	0,59	0,15
D-E	Trifásica	7,86	13,35	39,27	70/35	0,30	0,07
Total							1,10

Figura MC-143: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D22 y D71 en caso de falla del distribuidor D22.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D22 y D71 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D22-D71} = 48,10 m = 49 m$$

8.1.1.7.3. Cierre entre los distribuidores D52 y D81

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D52 y D81, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 16 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 62,88 \text{ kW} = 62880 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{62800 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 106,78 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

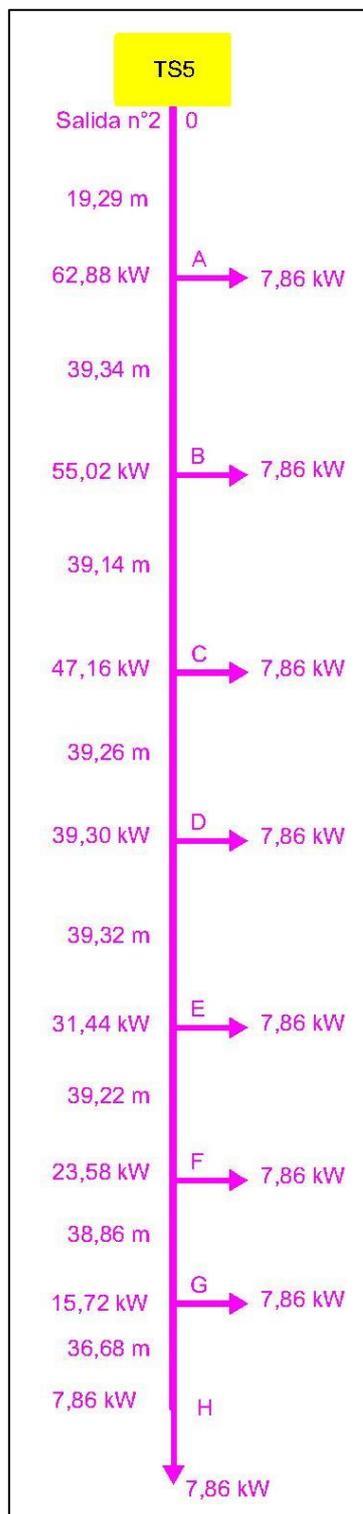
A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc\ pa} = \frac{106,78 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2669,50 \text{ A}$$

$$S = \frac{2669,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 17,98 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

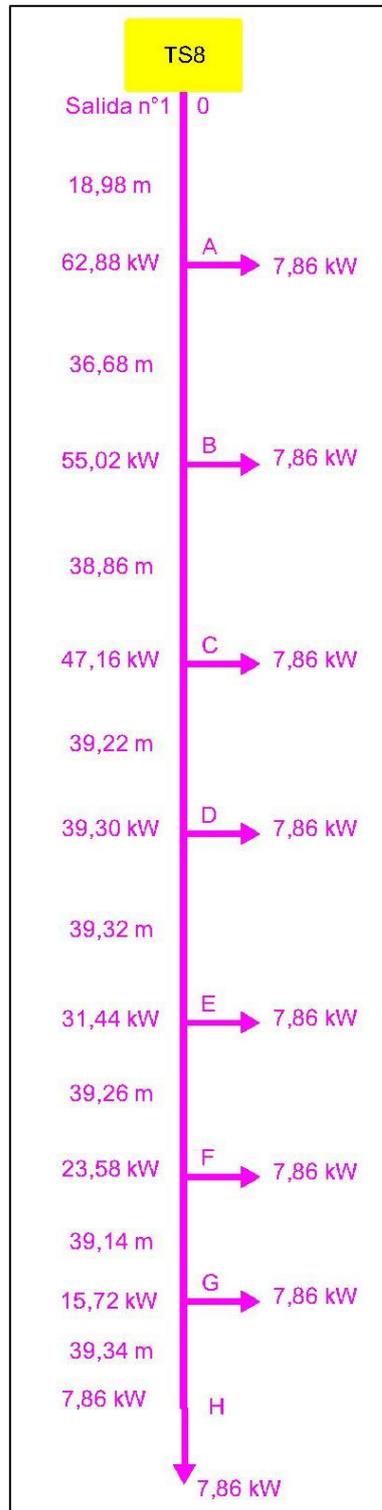
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D52 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D81 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D52 y D81 (en caso de falla del distribuidor D81)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	62,88	106,78	19,29	70/35	1,17	0,29
A-B	Trifásica	55,02	93,43	39,34	70/35	2,08	0,52
B-C	Trifásica	47,16	80,08	39,14	70/35	1,78	0,44
C-D	Trifásica	39,30	66,73	39,26	70/35	1,49	0,37
D-E	Trifásica	31,44	53,39	39,32	70/35	1,19	0,30
E-F	Trifásica	23,58	40,04	39,22	70/35	0,89	0,22
F-G	Trifásica	15,72	26,69	38,86	70/35	0,59	0,15
G-H	Trifásica	7,86	13,35	36,68	70/35	0,28	0,07
Total							2,36

Figura MC-144: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D52 y D81 en caso de falla del distribuidor D81.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D81 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D52 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D52 y D81 (en caso de falla del distribuidor D52)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	62,88	106,78	18,98	70/35	1,15	0,29
A-B	Trifásica	55,02	93,43	36,68	70/35	1,94	0,49
B-C	Trifásica	47,16	80,08	38,86	70/35	1,76	0,44
C-D	Trifásica	39,30	66,73	39,22	70/35	1,48	0,37
D-E	Trifásica	31,44	53,39	39,32	70/35	1,19	0,30
E-F	Trifásica	23,58	40,04	39,26	70/35	0,89	0,22
F-G	Trifásica	15,72	26,69	39,14	70/35	0,59	0,15
G-H	Trifásica	7,86	13,35	39,34	70/35	0,30	0,07
Total							2,33

Figura MC-145: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D52 y D81 en caso de falla del distribuidor D52.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D52 y D81 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C\ D52-D81} = 39,32\ m = 40\ m$$

8.1.1.7.4. Cierre entre los distribuidores D11 y D21

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D11 y D21, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 11 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 43,23 \text{ kW} = 43230 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{43230 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 73,41 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

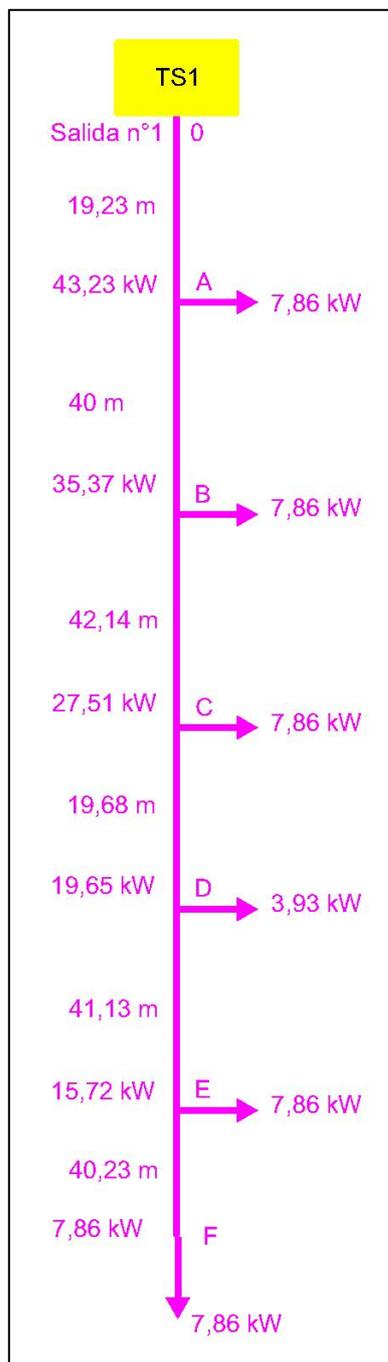
A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{73,41 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1835,25 \text{ A}$$

$$S = \frac{1835,25 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 12,36 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

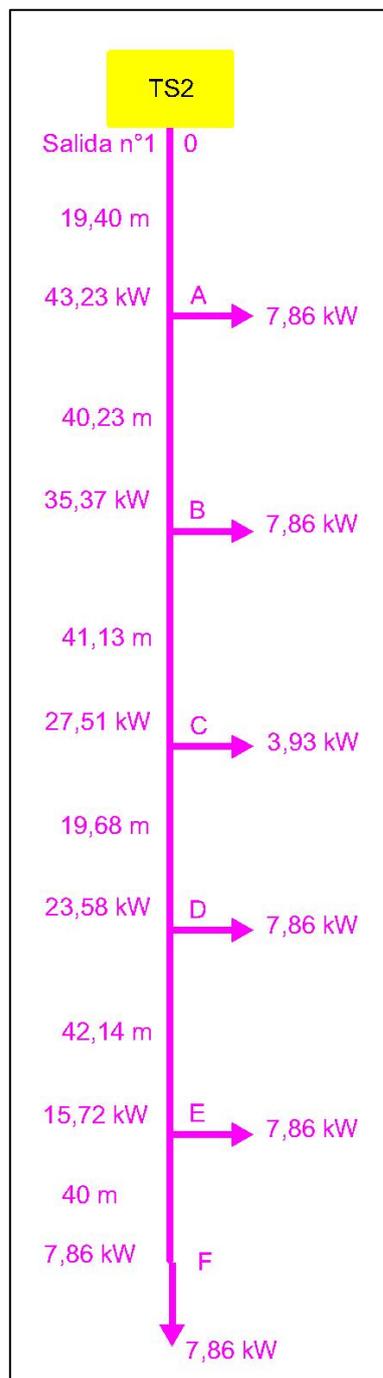
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D11 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D21 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D11 y D21 (en caso de falla del distribuidor D21)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	43,23	73,41	19,23	70/35	0,80	0,20
A-B	Trifásica	35,37	60,06	40,00	70/35	1,36	0,34
B-C	Trifásica	27,51	46,71	42,14	70/35	1,12	0,28
C-D	Trifásica	19,65	33,37	19,68	70/35	0,37	0,09
D-E	Trifásica	15,72	26,69	41,13	70/35	0,62	0,16
E-F	Trifásica	7,86	13,35	40,23	70/35	0,30	0,08
Total							1,14

Figura MC-146: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D11 y D21 en caso de falla del distribuidor D21.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D21 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D11 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D11 y D21 (en caso de falla del distribuidor D11)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	43,23	73,41	19,40	70/35	0,81	0,20
A-B	Trifásica	35,37	60,06	40,23	70/35	1,37	0,34
B-C	Trifásica	27,51	46,71	41,13	70/35	1,09	0,27
C-D	Trifásica	23,58	40,04	19,68	70/35	0,45	0,11
D-E	Trifásica	15,72	26,69	42,14	70/35	0,64	0,16
E-F	Trifásica	7,86	13,35	40,00	70/35	0,30	0,08
Total							1,16

Figura MC-147: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D11 y D21 en caso de falla del distribuidor D11.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D11 y D21 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D11-D21} = 19,68 m = 20 m$$

8.1.1.7.5. Cierre entre los distribuidores D62 y D72

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D62 y D72, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 13 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{kW}{\text{parcela}} = 51,09 kW = 51090 W$$

$$I_l = \frac{51090 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 86,76 A$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor D62 y el cierre están compuestos por dos conductores y que el distribuidor D72 cuenta con un único conductor, por lo que las corrientes de línea individuales a considerar resultan:

$$I_{li \text{ D62-C}} = \frac{86,76 A}{2} = 43,38 A$$

$$I_{li \text{ D72}} = 86,76 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo en el distribuidor D62 y en el cierre, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

Las corrientes admisible corregidas resultan entonces:

$$I_{ac \text{ D62-C}} = 256 A * 0,64 = 163,84 A$$

$$I_{ac \text{ D72}} = 256 A$$

Dado que los valores obtenidos son superiores a los calculados previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa } D62-c} = \frac{43,38 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1084,50 \text{ A}$$

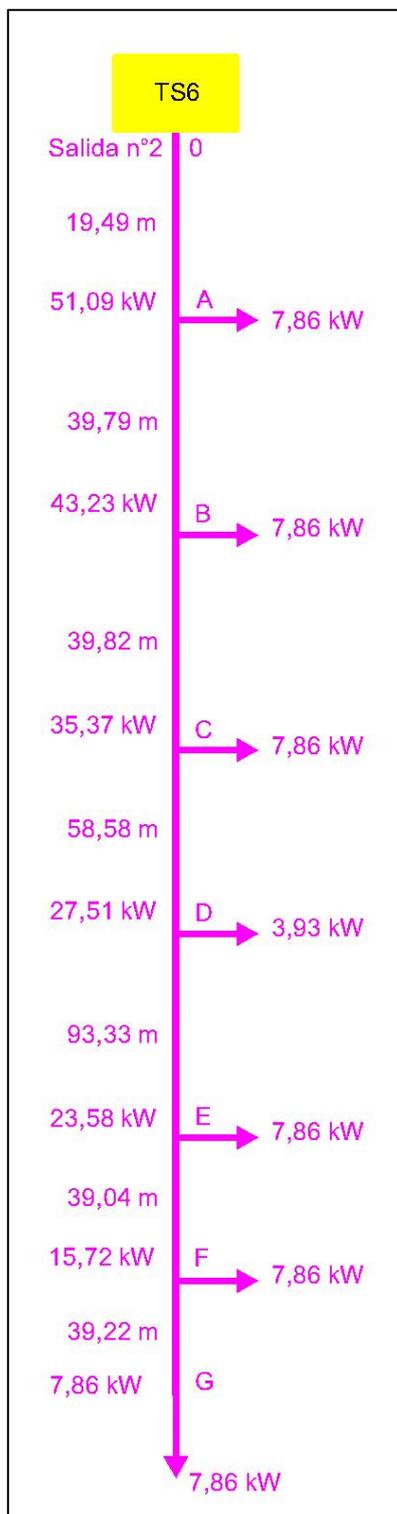
$$S_{D62-c} = \frac{1084,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 7,30 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc \text{ pa } D72} = \frac{86,76 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2169 \text{ A}$$

$$S_{D72} = \frac{2169 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 14,61 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

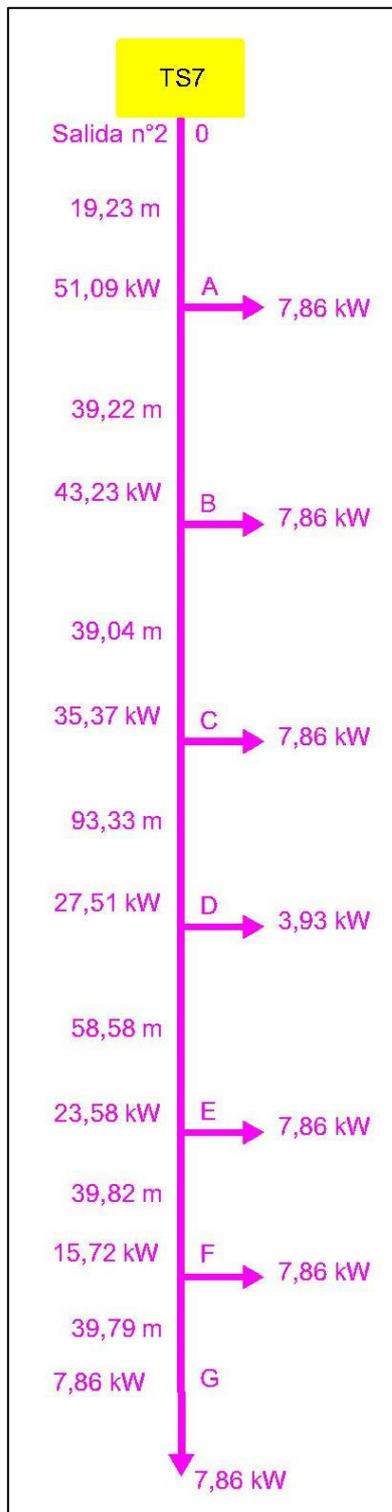
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D62 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D72 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D62 y D72 (en caso de falla del distribuidor D72)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	51,09	43,38	19,49	70/35	0,48	0,12
A-B	Trifásica	43,23	36,70	39,79	70/35	0,83	0,21
B-C	Trifásica	35,37	30,03	39,82	70/35	0,68	0,17
C-D	Trifásica	27,51	23,36	58,58	70/35	0,78	0,19
D-E	Trifásica	23,58	20,02	93,33	70/35	1,06	0,26
E-F	Trifásica	15,72	26,69	39,04	70/35	0,59	0,15
F-G	Trifásica	7,86	13,35	39,22	70/35	0,30	0,07
Total							1,18

Figura MC-148: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D62 y D72 en caso de falla del distribuidor D72.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D72 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D62 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D62 y D72 (en caso de falla del distribuidor D62)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	51,09	86,76	19,23	70/35	0,95	0,24
A-B	Trifásica	43,23	73,41	39,22	70/35	1,63	0,41
B-C	Trifásica	35,37	60,06	39,04	70/35	1,33	0,33
C-D	Trifásica	27,51	23,36	93,33	70/35	1,24	0,31
D-E	Trifásica	23,58	20,02	58,58	70/35	0,66	0,17
E-F	Trifásica	15,72	13,35	39,82	70/35	0,30	0,08
F-G	Trifásica	7,86	6,67	39,79	70/35	0,15	0,04
Total							1,57

Figura MC-149: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D62 y D72 en caso de falla del distribuidor D62.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D62 y D72 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D62-D72} = 2 * 93,33 \text{ m} = 186,66 = 187 \text{ m}$$

8.1.1.7.6. Cierre entre los distribuidores D31 y D33

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D31 y D33, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 9 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 35,37 \text{ kW} = 35370 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{35370 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 60,06 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

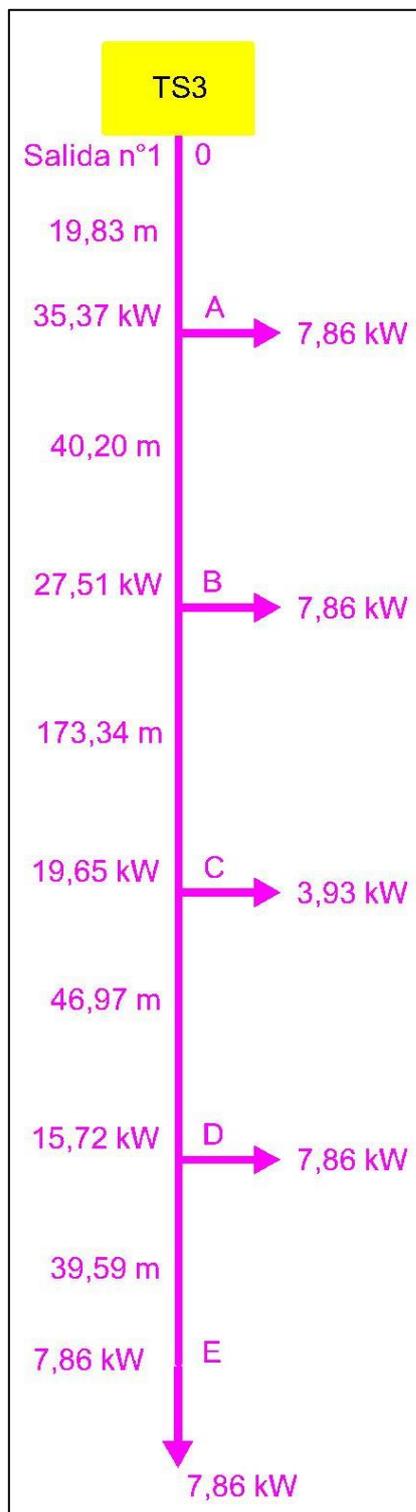
A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{60,06 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1501,50 \text{ A}$$

$$S = \frac{1501,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 10,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

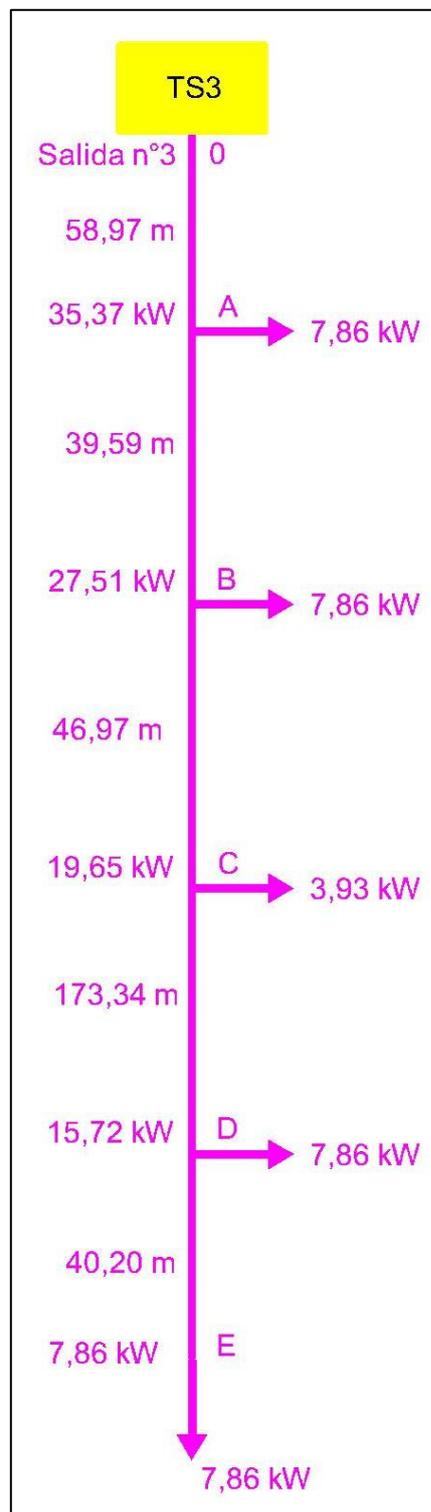
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D31 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D33 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D31 y D33 (en caso de falla del distribuidor D33)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	35,37	60,06	19,83	70/35	0,68	0,17
A-B	Trifásica	27,51	46,71	40,20	70/35	1,06	0,27
B-C	Trifásica	19,65	33,37	173,34	70/35	3,28	0,82
C-D	Trifásica	15,72	26,69	46,97	70/35	0,71	0,18
D-E	Trifásica	7,86	13,35	39,59	70/35	0,30	0,07
Total							1,51

Figura MC-150: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D31 y D33 en caso de falla del distribuidor D33.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D33 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D31 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D31 y D33 (en caso de falla del distribuidor D31)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	35,37	60,06	58,97	70/35	2,01	0,50
A-B	Trifásica	27,51	46,71	39,59	70/35	1,05	0,26
B-C	Trifásica	19,65	33,37	46,97	70/35	0,89	0,22
C-D	Trifásica	15,72	26,69	173,34	70/35	2,62	0,66
D-E	Trifásica	7,86	13,35	40,20	70/35	0,30	0,08
Total							1,72

Figura MC-151: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D31 y D33 en caso de falla del distribuidor D31.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D31 y D33 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D31-D33} = 173,34 m = 174 m$$

8.1.1.7.7. Cierre entre los distribuidores D32 y D33

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D32 y D33, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 9 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 35,37 \text{ kW} = 35370 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{35370 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 60,06 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

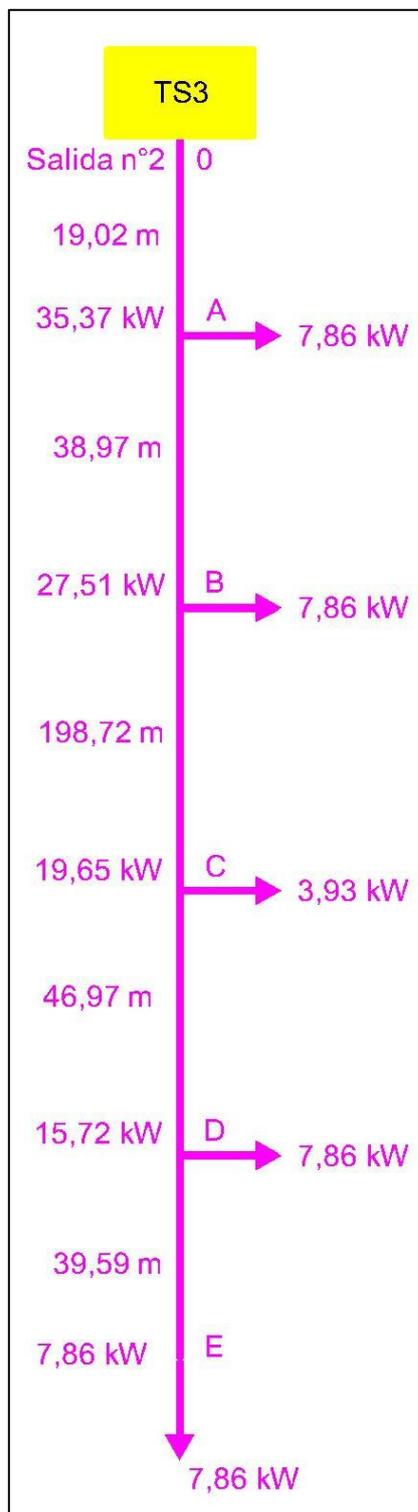
A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa}} = \frac{60,06 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1501,50 \text{ A}$$

$$S = \frac{1501,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 10,11 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

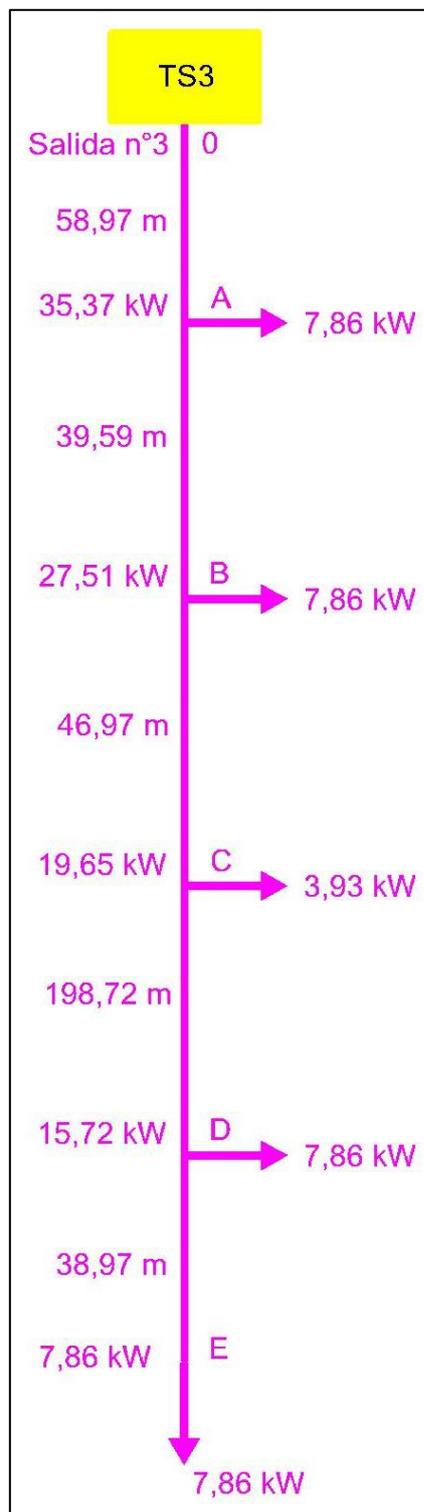
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D32 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D33 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D32 y D33 (en caso de falla del distribuidor D33)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	35,37	60,06	19,02	70/35	0,65	0,16
A-B	Trifásica	27,51	46,71	38,97	70/35	1,03	0,26
B-C	Trifásica	19,65	33,37	198,72	70/35	3,76	0,94
C-D	Trifásica	15,72	26,69	46,97	70/35	0,71	0,18
D-E	Trifásica	7,86	13,35	39,59	70/35	0,30	0,07
Total							1,61

Figura MC-152: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D32 y D33 en caso de falla del distribuidor D33.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D33 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D32 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D32 y D33 (en caso de falla del distribuidor D32)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	35,37	60,06	58,97	70/35	2,01	0,50
A-B	Trifásica	27,51	46,71	39,59	70/35	1,05	0,26
B-C	Trifásica	19,65	33,37	46,97	70/35	0,89	0,22
C-D	Trifásica	15,72	26,69	198,72	70/35	3,01	0,75
D-E	Trifásica	7,86	13,35	38,97	70/35	0,29	0,07
Total							1,81

Figura MC-153: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D32 y D33 en caso de falla del distribuidor D32.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D32 y D33 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D32-D33} = 198,72 m = 199 m$$

8.1.1.7.8. Cierre entre los distribuidores D41 y D51

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D41 y D51, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 13 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 51,09 \text{ kW} = 51090 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{51090 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 86,76 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A que resulta mayor al valor antes calculado y, por tanto, resulta apta para todos los tramos del distribuidor.

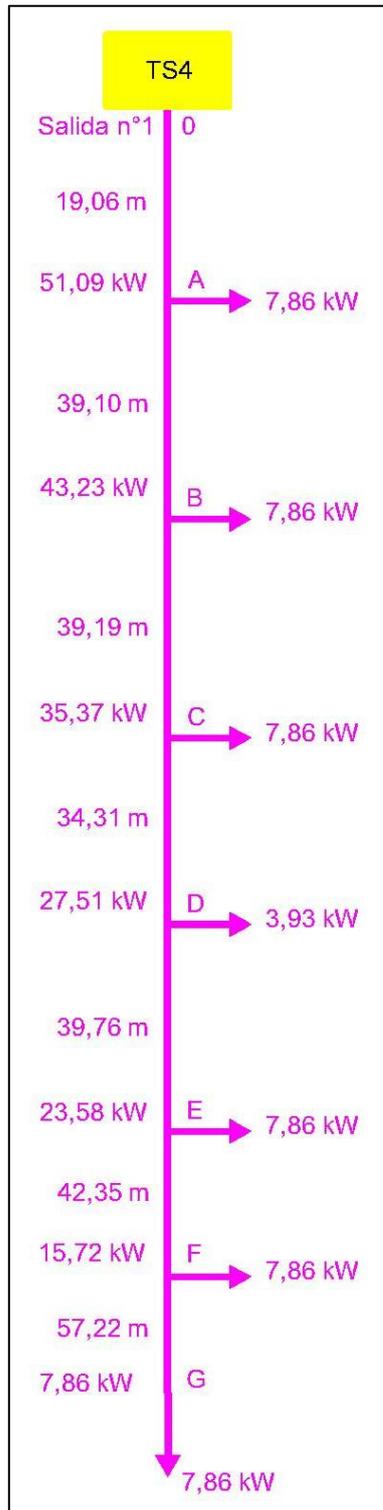
A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc\ pa} = \frac{86,76 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2169 \text{ A}$$

$$S = \frac{2169 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 14,61 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a este valor, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

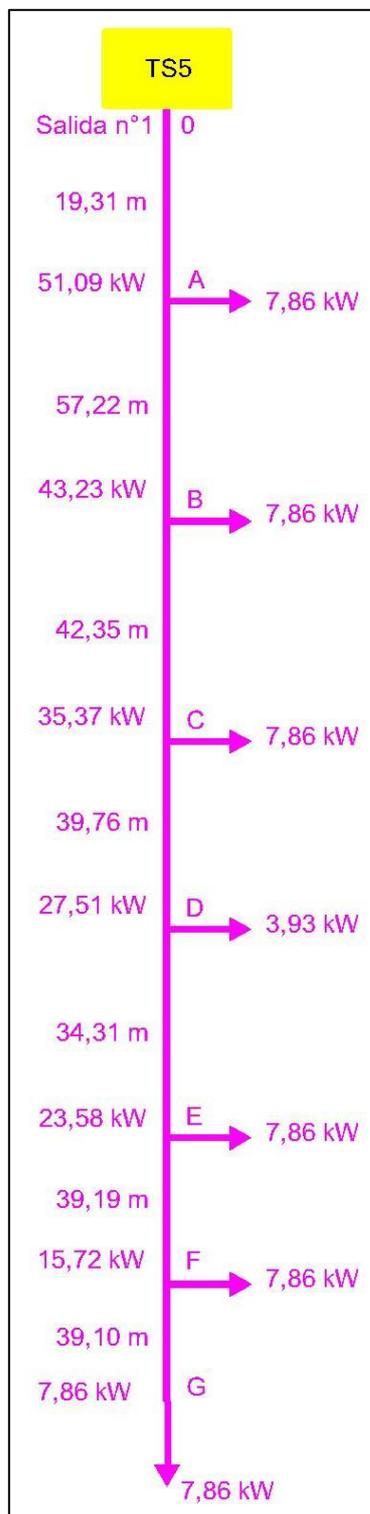
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D41 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D51 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D41 y D51 (en caso de falla del distribuidor D51)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	51,09	86,76	19,06	70/35	0,94	0,23
A-B	Trifásica	43,23	73,41	39,10	70/35	1,63	0,41
B-C	Trifásica	35,37	60,06	39,19	70/35	1,33	0,33
C-D	Trifásica	27,51	46,71	34,31	70/35	0,91	0,23
D-E	Trifásica	23,58	40,04	39,76	70/35	0,90	0,23
E-F	Trifásica	15,72	26,69	42,35	70/35	0,64	0,16
F-G	Trifásica	7,86	13,35	57,22	70/35	0,43	0,11
Total							1,70

Figura MC-154: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D41 y D51 en caso de falla del distribuidor D51.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D51 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D41 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D41 y D51 (en caso de falla del distribuidor D41)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	51,09	86,76	19,31	70/35	0,95	0,24
A-B	Trifásica	43,23	73,41	57,22	70/35	2,38	0,60
B-C	Trifásica	35,37	60,06	42,35	70/35	1,44	0,36
C-D	Trifásica	27,51	46,71	39,76	70/35	1,05	0,26
D-E	Trifásica	23,58	40,04	34,31	70/35	0,78	0,19
E-F	Trifásica	15,72	26,69	39,19	70/35	0,59	0,15
F-G	Trifásica	7,86	13,35	39,10	70/35	0,30	0,07
Total							1,87

Figura MC-155: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D41 y D51 en caso de falla del distribuidor D41.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D41 y D51 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D41-D51} = 34,31 m = 35 m$$

8.1.1.7.9. Cierre entre los distribuidores D82 y D92

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D82 y D92, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 14 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 55,02 \text{ kW} = 55020 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{55020 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 93,43 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor D92 y el cierre están compuestos por dos conductores y que el distribuidor D82 cuenta con un único conductor, por lo que las corrientes de línea individuales a considerar resultan:

$$I_{li \text{ D92-C}} = \frac{93,43 \text{ A}}{2} = 46,72 \text{ A}$$

$$I_{li \text{ D82}} = 93,43 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo en el distribuidor D62 y en el cierre, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

Las corrientes admisible corregidas resultan entonces:

$$I_{ac \text{ D92-C}} = 256 \text{ A} * 0,64 = 163,84 \text{ A}$$

$$I_{ac \text{ D82}} = 256 \text{ A}$$

Dado que los valores obtenidos son superiores a los calculados previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa } D92-C} = \frac{46,72 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1168 \text{ A}$$

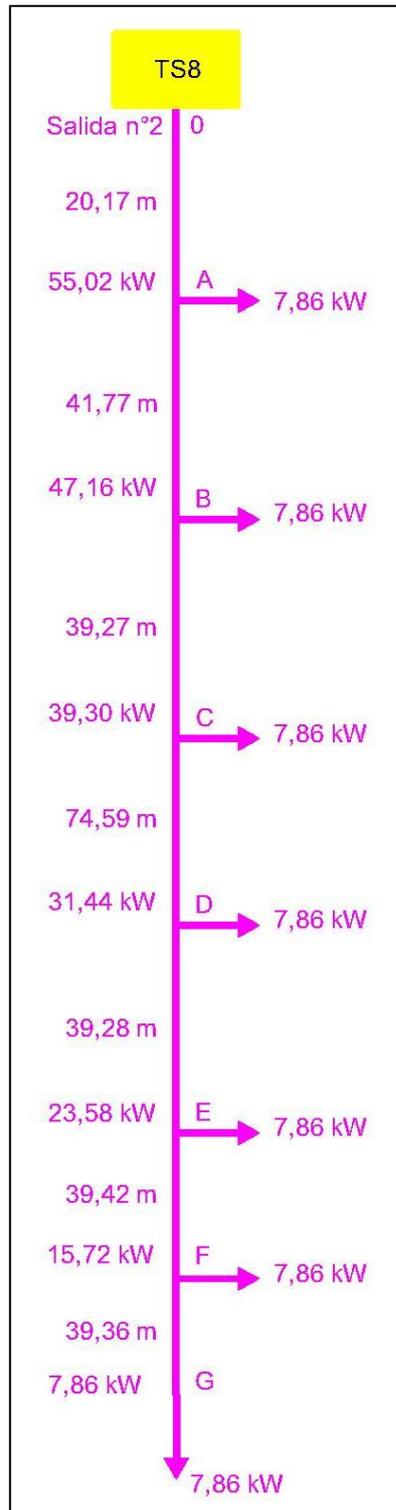
$$S_{D92-C} = \frac{1168 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 7,87 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc \text{ pa } D82} = \frac{93,43 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2335,75 \text{ A}$$

$$S_{D82} = \frac{2335,75 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 15,73 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

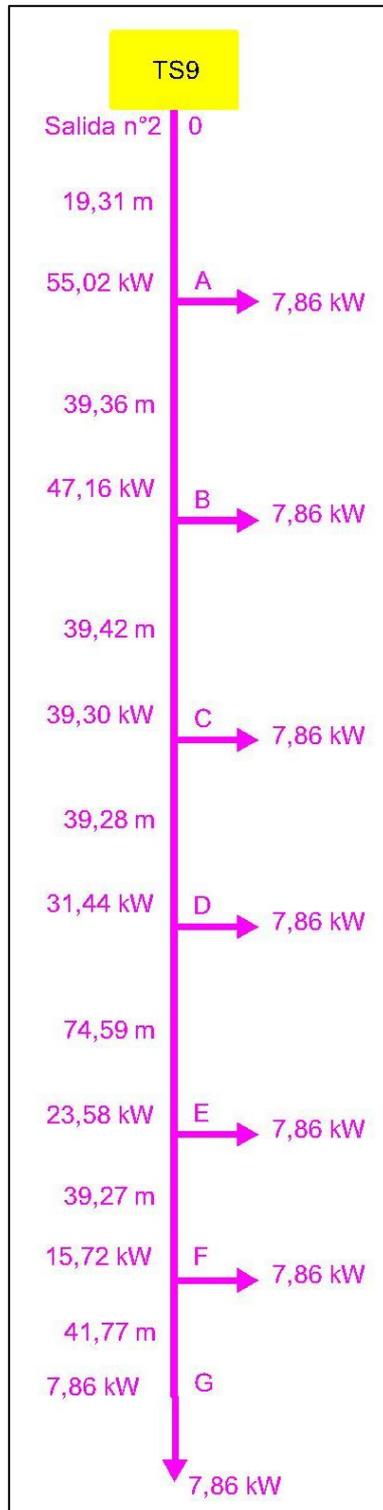
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D82 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D92 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D82 y D92 (en caso de falla del distribuidor D92)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	55,02	93,43	20,17	70/35	1,07	0,27
A-B	Trifásica	47,16	80,08	41,77	70/35	1,90	0,47
B-C	Trifásica	39,30	66,73	39,27	70/35	1,49	0,37
C-D	Trifásica	31,44	26,69	74,59	70/35	1,13	0,28
D-E	Trifásica	23,58	20,02	39,28	70/35	0,45	0,11
E-F	Trifásica	15,72	13,35	39,42	70/35	0,30	0,07
F-G	Trifásica	7,86	6,67	39,36	70/35	0,15	0,04
Total							1,62

Figura MC-156: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D82 y D92 en caso de falla del distribuidor D92.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D92 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D82 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D82 y D92 (en caso de falla del distribuidor D82)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	55,02	46,71	19,31	70/35	0,51	0,13
A-B	Trifásica	47,16	40,04	39,36	70/35	0,89	0,22
B-C	Trifásica	39,30	33,37	39,42	70/35	0,75	0,19
C-D	Trifásica	31,44	26,69	39,28	70/35	0,59	0,15
D-E	Trifásica	23,58	20,02	74,59	70/35	0,85	0,21
E-F	Trifásica	15,72	26,69	39,27	70/35	0,59	0,15
F-G	Trifásica	7,86	13,35	41,77	70/35	0,32	0,08
Total							1,13

Figura MC-157: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D82 y D92 en caso de falla del distribuidor D82.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D82 y D92 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C\ D82-D92} = 2 * 74,59\ m = 149,18\ m = 150\ m$$

8.1.1.7.10. Cierre entre los distribuidores D92 y D102

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D92 y D102, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 15 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 58,95 \text{ kW} = 58950 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{58950 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 100,10 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor D92 y el cierre están compuestos por dos conductores y que el distribuidor D102 cuenta con un único conductor, por lo que las corrientes de línea individuales a considerar resultan:

$$I_{li \text{ D92-C}} = \frac{100,10 \text{ A}}{2} = 50,05 \text{ A}$$

$$I_{li \text{ D102}} = 100,10 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo en el distribuidor D62 y en el cierre, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

Las corrientes admisible corregidas resultan entonces:

$$I_{ac \text{ D92-C}} = 256 \text{ A} * 0,64 = 163,84 \text{ A}$$

$$I_{ac \text{ D102}} = 256 \text{ A}$$

Dado que los valores obtenidos son superiores a los calculados previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa } D92-c} = \frac{50,05 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1251,25 \text{ A}$$

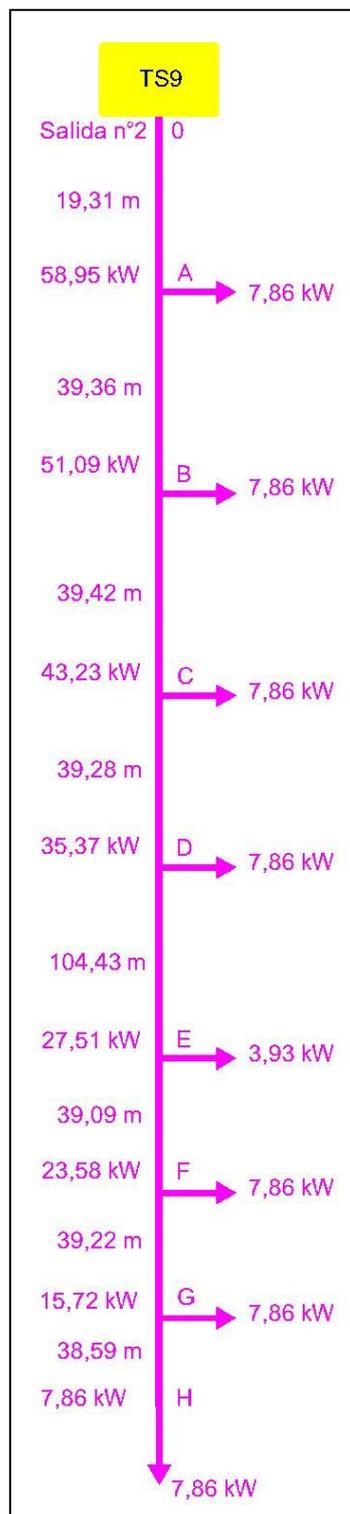
$$S_{D92-c} = \frac{1251,25 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 8,43 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc \text{ pa } D102} = \frac{100,10 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2502,50 \text{ A}$$

$$S_{D102} = \frac{2502,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 16,86 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

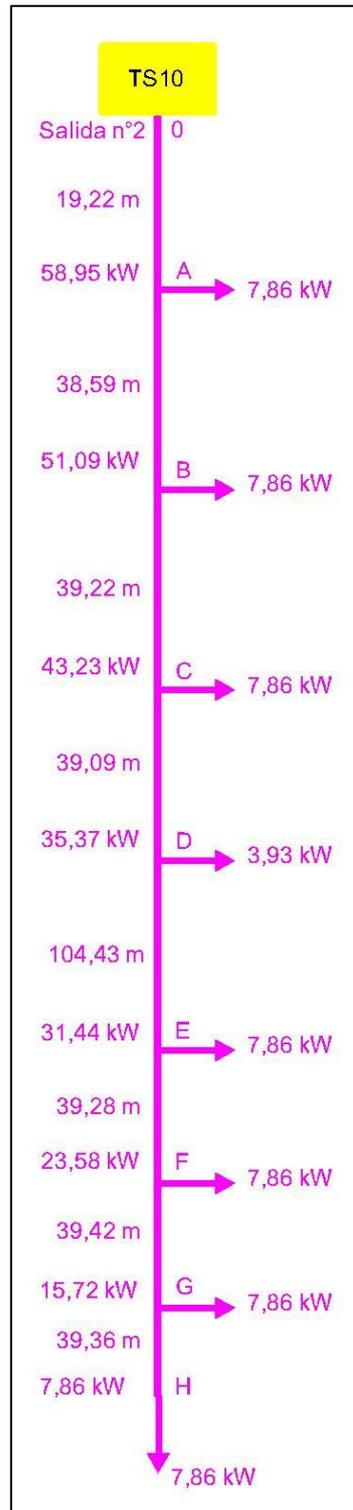
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D92 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D102 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D92 y D102 (en caso de falla del distribuidor D102)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	58,95	50,05	19,31	70/35	0,55	0,14
A-B	Trifásica	51,09	43,38	39,36	70/35	0,97	0,24
B-C	Trifásica	43,23	36,70	39,42	70/35	0,82	0,21
C-D	Trifásica	35,37	30,03	39,28	70/35	0,67	0,17
D-E	Trifásica	27,51	23,36	104,43	70/35	1,38	0,35
E-F	Trifásica	23,58	40,04	39,09	70/35	0,89	0,22
F-G	Trifásica	15,72	26,69	39,22	70/35	0,59	0,15
G-H	Trifásica	7,86	13,35	38,59	70/35	0,29	0,07
Total							1,54

Figura MC-158: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D92 y D102 en caso de falla del distribuidor D102.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D102 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D92 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D92 y D102 (en caso de falla del distribuidor D92)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	58,95	100,10	19,22	70/35	1,09	0,27
A-B	Trifásica	51,09	86,76	38,59	70/35	1,90	0,47
B-C	Trifásica	43,23	73,41	39,22	70/35	1,63	0,41
C-D	Trifásica	35,37	60,06	39,09	70/35	1,33	0,33
D-E	Trifásica	31,44	26,69	104,43	70/35	1,58	0,40
E-F	Trifásica	23,58	20,02	39,28	70/35	0,45	0,11
F-G	Trifásica	15,72	13,35	39,42	70/35	0,30	0,07
G-H	Trifásica	7,86	6,67	39,36	70/35	0,15	0,04
Total							2,11

Figura MC-159: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D92 y D102 en caso de falla del distribuidor D92.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D92 y D102 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D92-D102} = 2 * 104,43 \text{ m} = 208,86 \text{ m} = 209 \text{ m}$$

8.1.1.7.11. Cierre entre los distribuidores D91 y D101

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D91 y D101, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 16 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{\text{kW}}{\text{parcela}} = 62,88 \text{ kW} = 62880 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{62880 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 106,78 \text{ A}$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor D91 y el cierre están compuestos por dos conductores y que el distribuidor D101 cuenta con un único conductor, por lo que las corrientes de línea individuales a considerar resultan:

$$I_{li \text{ D91-C}} = \frac{106,78 \text{ A}}{2} = 53,39 \text{ A}$$

$$I_{li \text{ D101}} = 106,78 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo en el distribuidor D62 y en el cierre, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

Las corrientes admisible corregidas resultan entonces:

$$I_{ac \text{ D91-C}} = 256 \text{ A} * 0,64 = 163,84 \text{ A}$$

$$I_{ac \text{ D101}} = 256 \text{ A}$$

Dado que los valores obtenidos son superiores a los calculados previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa } D91-c} = \frac{53,39 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1334,75 \text{ A}$$

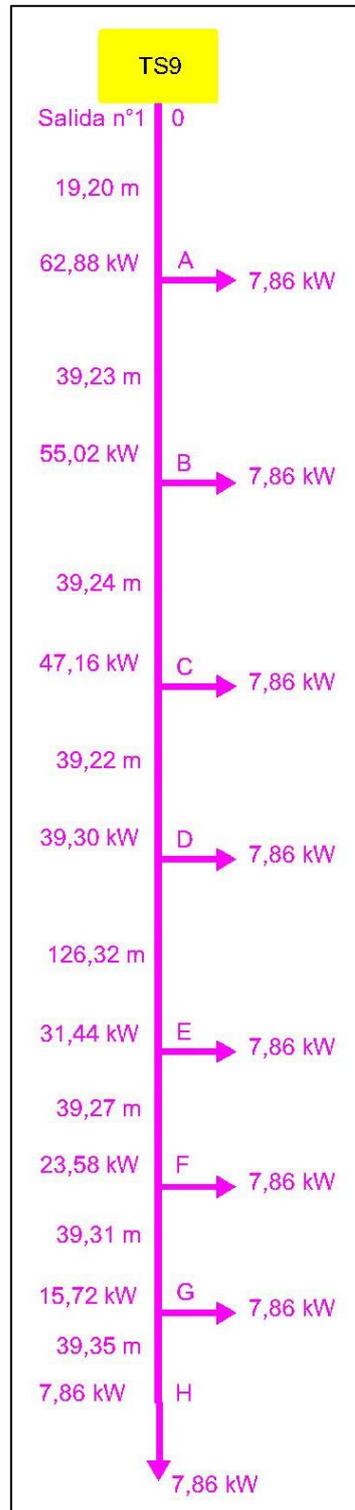
$$S_{D91-c} = \frac{1334,75 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 8,99 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc \text{ pa } D101} = \frac{106,78 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2669,50 \text{ A}$$

$$S_{D101} = \frac{2669,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 17,98 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

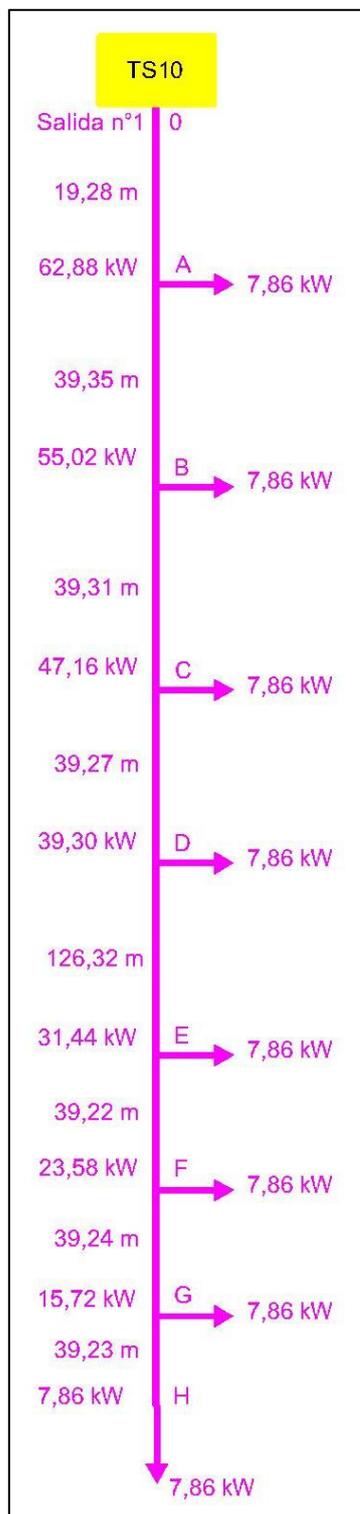
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D91 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D101 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D91 y D101 (en caso de falla del distribuidor D101)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	62,88	53,39	19,20	70/35	0,58	0,15
A-B	Trifásica	55,02	46,71	39,23	70/35	1,04	0,26
B-C	Trifásica	47,16	40,04	39,24	70/35	0,89	0,22
C-D	Trifásica	39,30	33,37	39,22	70/35	0,74	0,19
D-E	Trifásica	31,44	26,69	126,32	70/35	1,91	0,48
E-F	Trifásica	23,58	40,04	39,27	70/35	0,89	0,22
F-G	Trifásica	15,72	26,69	39,31	70/35	0,59	0,15
G-H	Trifásica	7,86	13,35	39,35	70/35	0,30	0,07
Total							1,74

Figura MC-160: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D91 y D101 en caso de falla del distribuidor D101.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D101 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D91 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D91 y D101 (en caso de falla del distribuidor D91)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	62,88	106,78	19,28	70/35	1,17	0,29
A-B	Trifásica	55,02	93,43	39,35	70/35	2,08	0,52
B-C	Trifásica	47,16	80,08	39,31	70/35	1,78	0,45
C-D	Trifásica	39,30	66,73	39,27	70/35	1,49	0,37
D-E	Trifásica	31,44	26,69	126,32	70/35	1,91	0,48
E-F	Trifásica	23,58	20,02	39,22	70/35	0,45	0,11
F-G	Trifásica	15,72	13,35	39,24	70/35	0,30	0,07
G-H	Trifásica	7,86	6,67	39,23	70/35	0,15	0,04
Total							2,33

Figura MC-161: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D91 y D101 en caso de falla del distribuidor D91.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D91 y D101 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D91-D101} = 2 * 126,32 m = 252,64 m = 253 m$$

8.1.1.7.12. Cierre entre los distribuidores D42 y D91

Dado que el cierre en cuestión vincula los distribuidores D42 y D91, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada a uno de ellos cuando el otro falla es la misma independientemente de cuál sea el que presenta el problema.

Por ello, se verifica a la corriente nominal considerando la siguiente situación:

$$P = 13 \text{ parcelas} * 3,93 \frac{kW}{\text{parcela}} = 51,09 kW = 51090 W$$

$$I_l = \frac{51090 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 86,76 A$$

Con el fin de lograr una caída de tensión adecuada, se considera que el distribuidor D91 y el cierre están compuestos por dos conductores y que el distribuidor D42 cuenta con un único conductor, por lo que las corrientes de línea individuales a considerar resultan:

$$I_{li \text{ D91-C}} = \frac{86,76 A}{2} = 43,38 A$$

$$I_{li \text{ D42}} = 86,76 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 70/35 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 256 A.

No obstante, como se prevé la utilización de dos conductores en paralelo en el distribuidor D62 y en el cierre, es necesario afectar dicho valor por un factor de corrección $f_c = 0,80 * 0,80 = 0,64$ obtenido de la sección 771.16.2.3.2 de la Referencia Bibliográfica 2.

Las corrientes admisible corregidas resultan entonces:

$$I_{ac \text{ D91-C}} = 256 A * 0,64 = 163,84 A$$

$$I_{ac \text{ D42}} = 256 A$$

Dado que los valores obtenidos son superiores a los calculados previamente, se entiende que el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por tanto, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

A su vez, se verifica a la corriente de cortocircuito asumiendo la siguiente condición:

$$I_{cc \text{ pa } D91-C} = \frac{43,38 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1084,50 \text{ A}$$

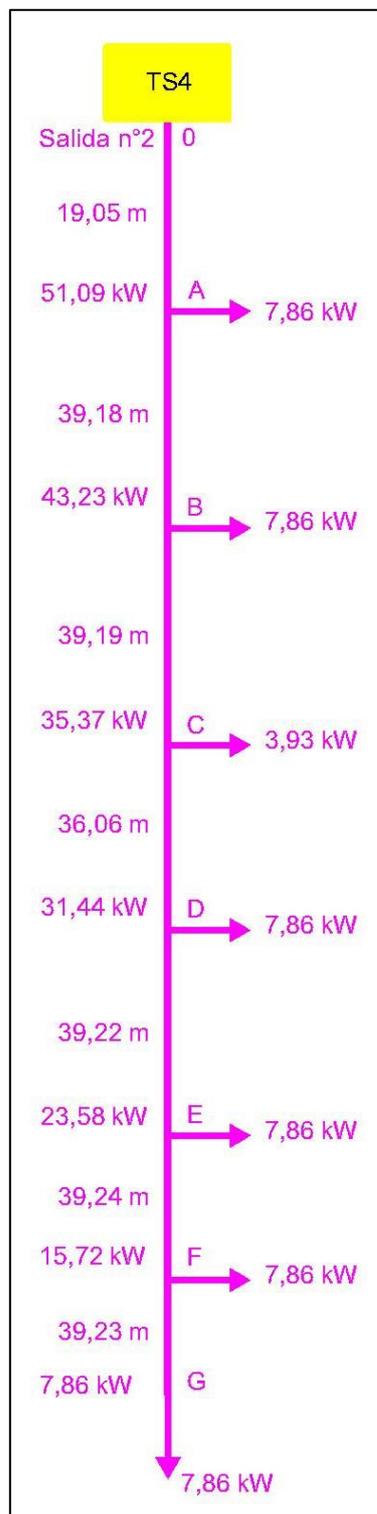
$$S_{D91-C} = \frac{1084,50 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 7,30 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc \text{ pa } D42} = \frac{86,76 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2169 \text{ A}$$

$$S_{D42} = \frac{2169 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{115} = 14,61 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 70/35 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para todos los tramos del distribuidor.

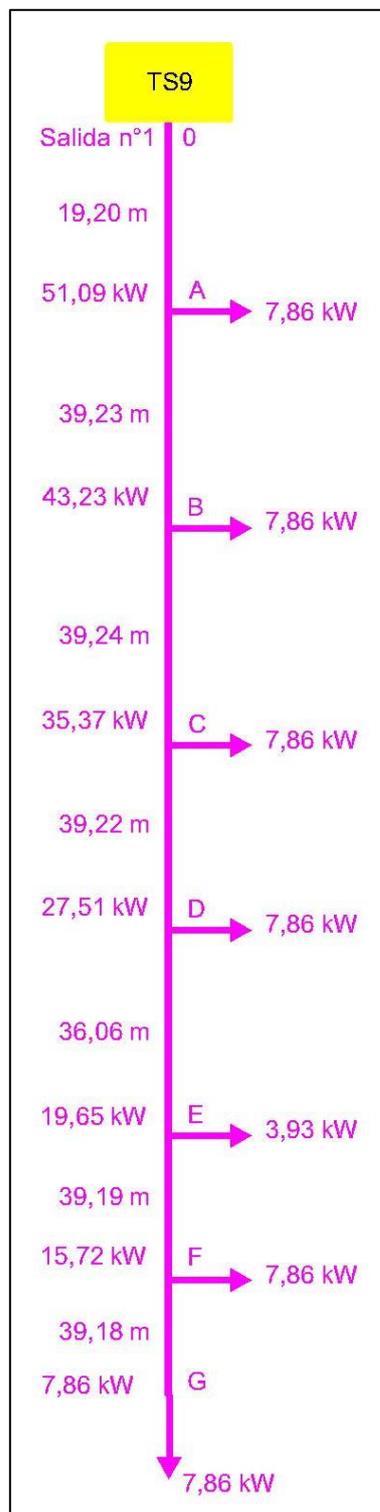
Finalmente, se verifica a la caída de tensión considerando, en primera instancia, que el distribuidor D42 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D91 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D42 y D91 (en caso de falla del distribuidor D91)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	51,09	86,76	19,05	70/35	0,94	0,23
A-B	Trifásica	43,23	73,41	39,18	70/35	1,63	0,41
B-C	Trifásica	35,37	60,06	39,19	70/35	1,33	0,33
C-D	Trifásica	31,44	26,69	36,06	70/35	0,55	0,14
D-E	Trifásica	23,58	20,02	39,22	70/35	0,45	0,11
E-F	Trifásica	15,72	13,35	39,24	70/35	0,30	0,07
F-G	Trifásica	7,86	6,67	39,23	70/35	0,15	0,04
Total							1,33

Figura MC-162: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D42 y D91 en caso de falla del distribuidor D91.

Por otro lado, también se verifica el cierre considerando que el distribuidor D91 debe alimentar a los lotes que originalmente eran abastecidos por el distribuidor D42 producto de una falla de este último, teniéndose los siguientes diagrama de carga y caída de tensión porcentual acumulada:



Cierre entre los distribuidores D42 y D91 (en caso de falla del distribuidor D42)							
Tramo	Alimentación	Potencia (kW)	Corriente (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
0-A	Trifásica	51,09	43,38	19,20	70/35	0,47	0,12
A-B	Trifásica	43,23	36,70	39,23	70/35	0,82	0,20
B-C	Trifásica	35,37	30,03	39,24	70/35	0,67	0,17
C-D	Trifásica	27,51	23,36	39,22	70/35	0,52	0,13
D-E	Trifásica	19,65	16,68	36,06	70/35	0,34	0,09
E-F	Trifásica	15,72	26,69	39,19	70/35	0,59	0,15
F-G	Trifásica	7,86	13,35	39,18	70/35	0,30	0,07
Total							0,93

Figura MC-163: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D42 y D91 en caso de falla del distribuidor D42.

Al comparárselo con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que el valor obtenido es aceptable y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resulta menor y deja un margen para las caídas de tensión de los alimentadores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los distribuidores D42 y D91 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 70/35 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C D42-D91} = 2 * 36,06 m = 72,12 m = 73 m$$

8.1.1.7.13. Cálculo de las caídas de tensión porcentuales acumuladas en condiciones de emergencia por falla de distribuidores

Primeramente, se determinan las caídas de tensión porcentuales individuales para los alimentadores principales y secundarios considerando que los mismos manejan el 60% de la potencia normal:

Tramo	Caída de tensión porcentual individual (%)
AP11	0,05
AP12	0,04
AP23	0,03
AP24	0,04
AS11	1,29
AS12	1,10
AS13	0,90
AS24	1,02
AS25	1,05
AS36	1,29
AS37	1,08
AS48	0,71
AS49	1,37
AS410	1,08

Figura MC-164: Caídas de tensión porcentuales individuales en alimentadores principales y secundarios en condiciones de emergencia.

A continuación, se detalla la caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos con el objetivo de mostrar que, en todos los casos, el mencionado parámetro se encuentra por debajo del límite impuesto por ENERSA en condiciones de emergencia (10%):

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP11	AS11	C D12-D61 (falla D61)	2,70
0,05	1,29	1,36	
AP23	AS36	C D12-D61 (falla D12)	2,67
0,03	1,29	1,35	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP11	AS12	C D22-D71 (falla D71)	2,14
0,05	1,10	0,99	
AP23	AS37	C D22-D71 (falla D22)	2,21
0,03	1,08	1,10	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP12	AS25	C D52-D81 (falla D81)	3,46
0,05	1,05	2,36	
AP24	AS48	C D52-D81 (falla D52)	3,08
0,04	0,71	2,33	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP11	AS11	C D11-D21 (falla D21)	2,48
0,05	1,29	1,14	
AP11	AS12	C D11-D21 (falla D11)	2,31
0,05	1,10	1,16	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP23	AS36	C D62-D72 (falla D72)	2,50
0,03	1,29	1,18	
AP23	AS37	C D62-D72 (falla D62)	2,68
0,03	1,08	1,57	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP11	AS13	C D31-D33 (falla D33)	2,46
0,05	0,90	1,51	
AP11	AS13	C D31-D33 (falla D31)	2,67
0,05	0,90	1,72	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP11	AS13	C D32-D33 (falla D33)	2,56
0,05	0,90	1,61	
AP11	AS13	C D32-D33 (falla D32)	2,76
0,05	0,90	1,81	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP12	AS24	C D41-D51 (falla D51)	2,76
0,04	1,02	1,70	
AP12	AS25	C D41-D51 (falla D41)	2,96
0,04	1,05	1,87	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP24	AS48	C D82-D92 (falla D92)	2,37
0,04	0,71	1,62	
AP24	AS49	C D82-D92 (falla D82)	2,54
0,04	1,37	1,13	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP24	AS49	C D92-D102 (falla D102)	2,95
0,04	1,37	1,54	
AP24	AS410	C D92-D102 (falla D92)	3,23
0,04	1,08	2,11	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP24	AS49	C D91-D101 (falla D101)	3,15
0,04	1,37	1,74	
AP24	AS410	C D91-D101 (falla D91)	3,45
0,04	1,08	2,33	

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)
AP12	AS24	C D42-D91 (falla D91)	2,39
0,04	1,02	1,33	
AP24	AS49	C D42-D91 (falla D42)	2,34
0,04	1,37	0,93	

Figura MC-165: Caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos de la LSBT en condiciones de emergencia por falla de distribuidores.

8.1.1.8. Cálculo de los cierres entre los alimentadores secundarios

8.1.1.8.1. Cierre entre los alimentadores secundarios AS11 y AS12

Dado que el cierre en cuestión vincula los alimentadores secundarios AS11 y AS12, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada al cierre cuando uno de ellos falla varía dependiendo de cuál sea el que presenta el problema.

Asumiendo que el alimentador secundario AS12 es el que falla, se verifica a la corriente nominal considerando que el cierre debe transportar el 60% de su potencia normal:

$$P = 0,60 * 72,25 \text{ kW} = 43,35 \text{ kW} = 43350 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{43350 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 73,61 \text{ A}$$

Por el contrario, asumiendo que el alimentador secundario AS11 es el que falla, la verificación resulta:

$$P = 0,60 * 79 \text{ kW} = 47,40 \text{ kW} = 47400 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{47400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 80,49 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor a los valores antes calculados y, por tanto, resulta apto para el cierre.

Suponiendo que el que alimentador secundario AS12 es el que falla, se verifica a la corriente de cortocircuito de la siguiente manera:

$$I_{cc\ pa} = \frac{73,61\ A * 100\%}{4\%} = 1840,25\ A$$

$$S = \frac{1840,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 15,16\ mm^2$$

Por el contrario, suponiendo que el alimentador secundario AS11 es el que falla, la verificación resulta:

$$I_{cc\ pa} = \frac{80,49\ A * 100\%}{4\%} = 2012,25\ A$$

$$S = \frac{2012,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 16,58\ mm^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el cierre.

Considerando que el alimentador secundario AS12 es el que falla, se verifica a la caída de tensión de la siguiente forma:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 73,61\ A * 0,01602\ km * (0,210\ \Omega/km * 0,85 + 0,0696\ \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 0,44\ V$$

$$\Delta U_{l\ \%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,44\ V * 100\%}{400\ V} = 0,11\ \%$$

Por el contrario, considerando que el alimentador secundario AS11 es el que falla, la verificación resulta:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 80,49 \text{ A} * 0,01602 \text{ km} * (0,210 \text{ } \Omega/\text{km} * 0,85 + 0,0696 \text{ } \Omega/\text{km} * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 0,48 \text{ V}$$

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,48 \text{ V} * 100\%}{400 \text{ V}} = 0,12 \%$$

Al comparárselos con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que los valores obtenidos son aceptables y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resultan menores y dejan un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los alimentadores secundarios AS11 y AS12 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C \text{ AS11-AS12}} = 16,02 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

8.1.1.8.2. Cierre entre los alimentadores secundarios AS24 y AS25

Dado que el cierre en cuestión vincula los alimentadores secundarios AS24 y AS25, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada al cierre cuando uno de ellos falla varía dependiendo de cuál sea el que presenta el problema.

Asumiendo que el alimentador secundario AS25 es el que falla, se verifica a la corriente nominal considerando que el cierre debe transportar el 60% de su potencia normal:

$$P = 0,60 * 98,65 \text{ kW} = 59,19 \text{ kW} = 59190 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{59190 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 100,51 \text{ A}$$

Por el contrario, asumiendo que el alimentador secundario AS24 es el que falla, la verificación resulta:

$$P = 0,60 * 72,25 \text{ kW} = 43,35 \text{ kW} = 43350 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{43350 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 73,61 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor a los valores antes calculados y, por tanto, resulta apto para el cierre.

Suponiendo que el que alimentador secundario AS25 es el que falla, se verifica a la corriente de cortocircuito de la siguiente manera:

$$I_{cc\ pa} = \frac{100,51 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2512,75 \text{ A}$$

$$S = \frac{2512,75 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 20,71 \text{ mm}^2$$

Por el contrario, suponiendo que el alimentador secundario AS24 es el que falla, la verificación resulta:

$$I_{cc\ pa} = \frac{73,61\ A * 100\%}{4\%} = 1840,25\ A$$

$$S = \frac{1840,25\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 15,16\ mm^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el cierre.

Considerando que el alimentador secundario AS25 es el que falla, se verifica a la caída de tensión de la siguiente forma:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 100,51\ A * 0,06779\ km * (0,210\ \Omega/km * 0,85 + 0,0696\ \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 2,54\ V$$

$$\Delta U_{l\ \%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{2,54\ V * 100\%}{400\ V} = 0,64\ \%$$

Por el contrario, considerando que el alimentador secundario AS24 es el que falla, la verificación resulta:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 73,61\ A * 0,06779\ km * (0,210\ \Omega/km * 0,85 + 0,0696\ \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 1,86\ V$$

$$\Delta U_{l\ \%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{1,86\ V * 100\%}{400\ V} = 0,47\ \%$$

Al comparárselos con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que los valores obtenidos son aceptables y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resultan menores y dejan un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los alimentadores secundarios AS24 y AS25 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C \text{ AS24-AS25}} = 67,79 \text{ m} = 68 \text{ m}$$

8.1.1.8.3. Cierre entre los alimentadores secundarios AS36 y AS37

Dado que el cierre en cuestión vincula los alimentadores secundarios AS36 y AS37, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada al cierre cuando uno de ellos falla varía dependiendo de cuál sea el que presenta el problema.

Asumiendo que el alimentador secundario AS37 es el que falla, se verifica a la corriente nominal considerando que el cierre debe transportar el 60% de su potencia normal:

$$P = 0,60 * 65,75 \text{ kW} = 39,45 \text{ kW} = 39450 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{39450 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 66,99 \text{ A}$$

Por el contrario, asumiendo que el alimentador secundario AS36 es el que falla, la verificación resulta:

$$P = 0,60 * 85,70 \text{ kW} = 51,42 \text{ kW} = 51420 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{51420 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 87,32 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor a los valores antes calculados y, por tanto, resulta apto para el cierre.

Suponiendo que el que alimentador secundario AS37 es el que falla, se verifica a la corriente de cortocircuito de la siguiente manera:

$$I_{cc\ pa} = \frac{66,99 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 1674,75 \text{ A}$$

$$S = \frac{1674,75 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 13,80 \text{ mm}^2$$

Por el contrario, suponiendo que el alimentador secundario AS36 es el que falla, la verificación resulta:

$$I_{cc\ pa} = \frac{87,32 \text{ A} * 100\%}{4\%} = 2183 \text{ A}$$

$$S = \frac{2183 \text{ A} * \sqrt{0,60 \text{ seg}}}{94} = 17,99 \text{ mm}^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el cierre.

Considerando que el alimentador secundario AS37 es el que falla, se verifica a la caída de tensión de la siguiente forma:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 66,99 A * 0,03170 km * (0,210 \Omega/km * 0,85 + 0,0696 \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 0,79 V$$

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{0,79 V * 100\%}{400 V} = 0,20 \%$$

Por el contrario, considerando que el alimentador secundario AS36 es el que falla, la verificación resulta:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 87,32 A * 0,03170 km * (0,210 \Omega/km * 0,85 + 0,0696 \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 1,03 V$$

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{1,03 V * 100\%}{400 V} = 0,26 \%$$

Al comparárselos con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que los valores obtenidos son aceptables y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resultan menores y dejan un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los alimentadores secundarios AS36 y AS37 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C AS36-AS37} = 31,70 m = 32 m$$

8.1.1.8.4. Cierre entre los alimentadores secundarios AS48 y AS49

Dado que el cierre en cuestión vincula los alimentadores secundarios AS48 y AS49, para las verificaciones a la corriente nominal y de cortocircuito, se considera que la potencia demandada al cierre cuando uno de ellos falla varía dependiendo de cuál sea el que presenta el problema.

Asumiendo que el alimentador secundario AS49 es el que falla, se verifica a la corriente nominal considerando que el cierre debe transportar el 60% de su potencia normal:

$$P = 0,60 * 105,25 kW = 63,15 kW = 63150 W$$

$$I_l = \frac{63150 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 107,23 A$$

Por el contrario, asumiendo que el alimentador secundario AS48 es el que falla, la verificación resulta:

$$P = 0,60 * 92,10 kW = 55,26 kW = 55260 W$$

$$I_l = \frac{55260 W}{\sqrt{3} * 400 V * 0,85} = 93,84 A$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor a los valores antes calculados y, por tanto, resulta apto para el cierre.

Suponiendo que el que alimentador secundario AS49 es el que falla, se verifica a la corriente de cortocircuito de la siguiente manera:

$$I_{cc\ pa} = \frac{107,23\ A * 100\%}{4\%} = 2680,75\ A$$

$$S = \frac{2680,75\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 22,09\ mm^2$$

Por el contrario, suponiendo que el alimentador secundario AS48 es el que falla, la verificación resulta:

$$I_{cc\ pa} = \frac{93,84\ A * 100\%}{4\%} = 2346\ A$$

$$S = \frac{2346\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 19,33\ mm^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el cierre.

Considerando que el alimentador secundario AS49 es el que falla, se verifica a la caída de tensión de la siguiente forma:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 107,23\ A * 0,11268\ km * (0,210\ \Omega/km * 0,85 + 0,0696\ \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 4,51 V$$

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{4,51 V * 100\%}{400 V} = 1,13 \%$$

Por el contrario, considerando que el alimentador secundario AS48 es el que falla, la verificación resulta:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 93,84 A * 0,11268 km * (0,210 \Omega/km * 0,85 + 0,0696 \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 3,94 V$$

$$\Delta U_{l\%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{3,94 V * 100\%}{400 V} = 0,99 \%$$

Al comparárselos con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que los valores obtenidos son aceptables y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resultan menores y dejan un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en el cierre que vincula los alimentadores secundarios AS48 y AS49 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

La longitud de cable requerida para completar dicho cierre será:

$$L_{C AS48-AS49} = 112,68 m = 113 m$$

8.1.1.8.5. Cierres para los alimentadores secundarios AS13 y AS410

Dado que no se cuenta con tableros secundarios enfrentados a TS3 y TS10, para sus alimentadores se incorporan dos cierres de idéntica extensión a los mismos que se utilizarán en caso de falla.

Asumiendo que el alimentador secundario AS13 es el que falla, se verifica a la corriente nominal considerando que el cierre debe transportar el 60% de su potencia normal:

$$P = 0,60 * 85,90 \text{ kW} = 51,54 \text{ kW} = 51540 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{51540 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 87,52 \text{ A}$$

Por el contrario, asumiendo que el alimentador secundario AS410 es el que falla, la verificación resulta:

$$P = 0,60 * 99 \text{ kW} = 59,40 \text{ kW} = 59400 \text{ W}$$

$$I_l = \frac{59400 \text{ W}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,85} = 100,87 \text{ A}$$

De la Referencia Bibliográfica 30, se selecciona un conductor de sección nominal igual a 185/95 mm² que, además de ser una sección normalizada de ENERSA, entrega una corriente admisible de 347 A que resulta mayor a los valores antes calculados y, por tanto, resulta apto para el cierre.

Suponiendo que el que alimentador secundario AS13 es el que falla, se verifica a la corriente de cortocircuito de la siguiente manera:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 516 de 598
---	------------	---------	-------------------

$$I_{cc\ pa} = \frac{87,52\ A * 100\%}{4\%} = 2188\ A$$

$$S = \frac{2188\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 18,03\ mm^2$$

Por el contrario, suponiendo que el alimentador secundario AS410 es el que falla, la verificación resulta:

$$I_{cc\ pa} = \frac{100,87\ A * 100\%}{4\%} = 2521,75\ A$$

$$S = \frac{2521,75\ A * \sqrt{0,60\ seg}}{94} = 20,78\ mm^2$$

Al ser la sección de 185/95 mm² adoptada previamente mayor a estos valores, el conductor seleccionado verifica a este criterio y, por consiguiente, resulta apto para el cierre.

Considerando que el alimentador secundario AS13 es el que falla, se verifica a la caída de tensión de la siguiente forma:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 87,52\ A * 0,22163\ km * (0,210\ \Omega/km * 0,85 + 0,0696\ \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 7,24\ V$$

$$\Delta U_{l\ \%} = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{7,24\ V * 100\%}{400\ V} = 1,81\ \%$$

Por el contrario, considerando que el alimentador secundario AS410 es el que falla, la verificación resulta:

$$\Delta U_l = \sqrt{3} * 100,87\ A * 0,34334\ km * (0,210\ \Omega/km * 0,85 + 0,0696\ \Omega/km * 0,53)$$

$$\Delta U_l = 12,92 V$$

$$\Delta U_l \% = \frac{\Delta U_l * 100\%}{U_l} = \frac{12,92 V * 100\%}{400 V} = 3,23 \%$$

Al comparárselos con el límite exigido por ENERSA en la Referencia Bibliográfica 1 (10%), se concluye que los valores obtenidos son aceptables y que el cable elegido verifica a este criterio debido a que resultan menores y dejan un margen para las caídas de tensión de los demás alimentadores y distribuidores.

Por tanto, se establece que los conductores subterráneos a utilizar en los cierres para los alimentadores secundarios AS13 y AS410 serán marca Prysmian, modelo Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II, tetrapolares y de 185/95 mm² de sección nominal.

Las longitudes de cable requeridas para completar dichos cierres serán:

$$L_{C AS13} = 221,63 m = 222 m$$

$$L_{C AS410} = 343,34 m = 344 m$$

8.1.1.8.6. Cálculo de las caídas de tensión porcentuales acumuladas en condiciones de emergencia por falla de los alimentadores secundarios

Primeramente, se determinan las caídas de tensión porcentuales individuales para los distribuidores de los pilares de medición, los distribuidores de iluminación y los alimentadores de iluminación considerando que los mismos manejan el 60% de la potencia normal:

Tramo	Caída de tensión porcentual individual (%)
D11	0,34
D12	0,34
D21	0,24
D22	0,33
D31	0,15
D32	0,15
D33	0,44
D41	0,33
D42	0,24
D51	0,56
D52	0,59
D61	0,34
D62	0,24
D71	0,18
D72	0,33
D81	0,57
D82	0,35
D91	0,30
D92	0,30
D101	0,59
D102	0,46

Tramo	Caída de tensión porcentual individual (%)
DI11	0,16
DI12	0,03
DI21	0,03
DI22	0,02
DI31	0,12
DI32	0,03
DI33	0,08
DI41	0,02
DI42	0,02
DI51	0,12
DI52	0,05
DI61	0,02
DI62	0,33
DI71	0,02
DI72	0,05
DI81	0,05
DI82	0,11
DI91	0,05
DI92	0,17
DI101	0,23
DI102	0,10

Tramo	Caída de tensión porcentual individual (%)
AI11	0,00051
AI22	0,00016
AI33	0,00051
AI44	0,00027
AI55	0,00132
AI66	0,00055
AI77	0,00056
AI88	0,00036
AI99	0,00101
AI1010	0,00114

Figura MC-166: Caídas de tensión porcentuales individuales en distribuidores de pilares de medición, distribuidores de iluminación y alimentadores de iluminación en condiciones de emergencia.

A continuación, se detalla la caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos para mostrar que, en todos los casos, el mencionado parámetro se encuentra por debajo del límite impuesto por ENERSA en condiciones de emergencia (10%):

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP11	AS11	C AS11-AS12 (falla AS12)	D21		
0,05	1,29	0,11	0,24	1,69	
			D22	1,78	
			0,33		
			AI22	DI21	1,48
			0,00016	0,03	
				DI22	1,47
			0,02		

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP11	AS12	C AS11-AS12 (falla AS11)	D11		
0,05	1,10	0,12	0,34	1,61	
			D12	1,61	
			0,34		
			AI11	DI11	1,43
			0,00051	0,16	
				DI12	1,30
			0,03		

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP12	AS24	C AS24-AS25 (falla AS25)	D51		
0,04	1,02	0,64	0,56	2,26	
			D52	2,29	
			0,59		
			AI55	DI51	1,82
			0,00132	0,12	
				DI52	1,75
			0,05		

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP12	AS25	C AS24-AS25 (falla AS24)	D41	1,89	
0,04	1,05	0,47	0,33	1,80	
			D42		
			0,24		
			AI44	DI41	1,58
			0,00027	0,02	1,58
DI42					
0,02					

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP23	AS36	C AS36-AS37 (falla AS37)	D71	1,70	
0,03	1,29	0,20	0,18	1,85	
			D72		
			0,33		
			AI77	DI71	1,54
			0,00056	0,02	1,57
DI72					
0,05					

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP23	AS37	C AS36-AS37 (falla AS36)	D61	1,71	
0,03	1,08	0,26	0,34	1,61	
			D62		
			0,24		
			AI66	DI61	1,39
			0,00055	0,02	1,70
DI62					
0,33					

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP24	AS48	C AS48-AS49 (falla AS49)	D91	2,18	
0,04	0,71	1,13	0,30	2,18	
			D92		
			0,30		
			AI99	DI91	1,93
			0,00101	0,05	2,05
DI92					
0,17					

Caída de tensión porcentual individual (%)				Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP24	AS49	C AS48-AS49 (falla AS48)	D81	2,97	
0,04	1,37	0,99	0,57	2,75	
			D82		
			0,35		
			AI88	DI81	2,45
			0,00036	0,05	2,51
DI82					
	0,11				

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP11	C AS13 (falla AS13)	D31	2,01	
0,05	1,81	0,15	2,01	
		D32		
		0,15		
		D33	2,30	
		0,44		
		AI33	DI31	1,98
		0,00051	0,12	1,89
			DI32	
0,03				
	DI33	1,94		
	0,08			

Caída de tensión porcentual individual (%)			Caída de tensión porcentual acumulada (%)	
AP24	C AS410 (falla AS410)	D101	3,86	
0,04	3,23	0,59	3,73	
		D102		
		0,46		
		AI1010	DI101	3,50
		0,00114	0,23	3,37
DI102				
	0,10			

Figura MC-167: Caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos de la LSBT en condiciones de emergencia por falla de alimentadores secundarios.

8.1.1.9. Resumen de secciones y longitudes de conductores

Una vez realizadas todas las verificaciones en condiciones de trabajo normales y de emergencia, se establece que las secciones y longitudes de conductores subterráneos a utilizar para completar la LSBT son las detalladas a continuación:

Tramo	Modelo y sección nominal (mm ²)	Longitud individual (m)	Longitud total (m)
Alimentadores principales (AP)	Prysmian Retenax Valio Al/XLPE - 0,6/1 kV - Categoría II - 3x185/95	41	6438
Alimentadores secundarios (AS)		5603	
Cierres entre alimentadores secundarios (C AS-AS)		794	
Distribuidores (D)	Prysmian Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II - 3x70/35	2806	4341
Alimentadores de iluminación (AI)		106	
Cierres entre distribuidores (C D-D)		1429	
Distribuidores de iluminación (DI)	Prysmian Retenax Valio Cu/PVC - 0,6/1 kV - Categoría II - 2x16	3044	3044

Figura MC-168: Resumen de secciones y longitudes de conductores para la LSBT.

8.1.2. Selección de los empalmes termocontraíbles

Teniendo en cuenta las extensiones de las líneas y que el conductor subterráneo se comercializa en bobinas de 250 m (en el caso del cable de 3x185/95 mm² Al/XLPE) y de 500 m (en el caso de los cables de 3x70/35 mm² Cu/PVC y 2x16 mm² Cu/PVC), de la Referencia Bibliográfica 35, se seleccionan los tipos y cantidades de empalmes termocontraíbles especificados a continuación por ser aptos para unir cables multipolares de aislación sólida en tensiones de 1 kV:

CABLES DE AISLACIÓN SECA		
CONFIGURACIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE (mm ²)
	ERT 1/6	3 x 1 a 3 x 6
	ERT 10/35	3 x 10 a 3 x 35
	ERT 35/70	3 x 35 a 3 x 70
	ERT 70/150	3 x 70 a 3 x 150
	ERT 185/400	3 x 185 a 3 x 400
	ERT 1/6	4 x 1 a 4 x 6
	ERT 10/35	4 x 10 a 3 x 35/16
	ERT 35/70	3 x 35/16 a 3 x 70/35
	ERT 70/150	3 x 70/35 a 3 x 150/70
	ERT 185/400	3 x 185/95 a 3 x 300/150

Tramo	Sección nominal (mm ²)	Longitud individual (m)	Longitud total (m)	Tipo de empalme	Cantidad (u.)
Alimentadores principales (AP)	3x185/95 Al/XLPE	41	6438	Marca Raychem modelo ERT 185/400 (3x185/95 mm ² a 3x300/150 mm ²)	26
Alimentadores secundarios (AS)		5603			
Cierres entre alimentadores secundarios (C AS-AS)		794			

CABLES DE AISLACIÓN SECA		
CONFIGURACIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE (mm ²)
	ERT 1/6	3 x 1 a 3 x 6
	ERT 10/35	3 x 10 a 3 x 35
	ERT 35/70	3 x 35 a 3 x 70
	ERT 70/150	3 x 70 a 3 x 150
	ERT 185/400	3 x 185 a 3 x 400
	ERT 1/6	4 x 1 a 4 x 6
	ERT 10/35	4 x 10 a 3 x 35/16
	ERT 35/70	3 x 35/16 a 3 x 70/35
	ERT 70/150	3 x 70/35 a 3 x 150/70
	ERT 185/400	3 x 185/95 a 3 x 300/150

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tramo	Sección nominal (mm ²)	Longitud individual (m)	Longitud total (m)	Tipo de empalme	Cantidad (u.)
Distribuidores (D)	3x70/35 Cu/PVC	2806	4341	Marca Raychem modelo ERT 70/150 (3x70/35 mm ² a 3x150/70 mm ²)	9
Alimentadores de iluminación (AI)		106			
Cierres entre distribuidores (C D-D)		1429			

CABLES DE AISLACIÓN SECA		
CONFIGURACIÓN	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE (mm ²)
	ERT 0021	1 x 1 a 1 x 6
	ERT 0022	1 x 10 a 1 x 35
	ERT 0023	1 x 35 a 1 x 70
	ERT 0024	1 x 70 a 1 x 150
	ERT 0025	1 x 185 a 1 x 400
	ERT 0026	1 x 400 a 1 x 630
	ERT 1/6	2 x 1 a 2 x 6
	ERT 10/35	2 x 10 a 2 x 35
	ERT 35/70	2 x 35 a 2 x 70
	—	—

Tramo	Sección nominal (mm ²)	Longitud individual (m)	Longitud total (m)	Tipo de empalme	Cantidad (u.)
Distribuidores de iluminación (DI)	2x16 Cu/PVC	3044	3044	Marca Raychem modelo ERT 10/35 (2x10 mm ² a 2x35 mm ²)	6

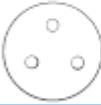
Figura MC-169: Características de los empalmes termocontraíbles para BT de Raychem.

8.1.3. Selección de los terminales termocontraibles

Considerando el número de conductores con que cuenta cada uno de los tramos, de la Referencia Bibliográfica 35, se seleccionan los tipos y cantidades de terminales termocontraibles especificados a continuación por ser aptos para los extremos de cables multipolares de aislación sólida en tensiones de 1 kV:

	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²
	ETA 0081	1X4 a 1X16		
	ETA 0082	1X25 a 1X50		
	ETA 0083	1X70 a 1X150		
	ETA 0084	1X185 a 1X300		
	ETA 0085	1X400 a 1X630		
	ETA 0013	2X4 a 2X16		
	ETA 0029	2X25 a 2X50		
	ETA 0014	3X4 a 3X16		
	ETA 0030	3X25 a 3X50		
	ETA 0046	3X70 a 3X150		
	ETA 0062	3X185 a 3X300		
	ETA 0015	4X4 a 4X16	ETA 0628	4X4 a 4X16
	ETA 0031	3X25/16 a 3X50/25	ETA 0634	3X25/16 a 3X35/16
	ETA 0047	3X70/35 a 3X150/70	ETA 0640	3X35/16 a 3X70/35
	ETA 0063	3X185/95 a 3X300/150	ETA 0646	3X70/35 a 3X150/70
			ETA 0652	3X150/70 a 3X300/150

Tramo	Sección nominal (mm ²)	N° de conductores individual	N° de conductores total	Tipo de terminal	Cantidad (u.)
Alimentadores principales (AP)	3x185/95 Al/XLPE	9	35	Marca Raychem modelo ETA 0063 (3x185/95 mm ² a 3x300/150 mm ²)	70
Alimentadores secundarios (AS)		20			
Cierres entre alimentadores secundarios (C AS-AS)		6			

	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²
	ETA 0081	1X4 a 1X16		
	ETA 0082	1X25 a 1X50		
	ETA 0083	1X70 a 1X150		
	ETA 0084	1X185 a 1X300		
	ETA 0085	1X400 a 1X630		
	ETA 0013	2X4 a 2X16		
	ETA 0029	2X25 a 2X50		
	ETA 0014	3X4 a 3X16		
	ETA 0030	3X25 a 3X50		
	ETA 0046	3X70 a 3X150		
	ETA 0062	3X185 a 3X300		
	ETA 0015	4X4 a 4X16	ETA 0628	4X4 a 4X16
	ETA 0031	3X25/16 a 3X50/25	ETA 0634	3X25/16 a 3X35/16
	ETA 0047	3X70/35 a 3X150/70	ETA 0640	3X35/16 a 3X70/35
	ETA 0063	3X185/95 a 3X300/150	ETA 0646	3X70/35 a 3X150/70
			ETA 0652	3X150/70 a 3X300/150

Tramo	Sección nominal (mm ²)	N° de conductores individual	N° de conductores total	Tipo de terminal	Cantidad (u.)
Distribuidores (D)	3x70/35 Cu/PVC	80	107	Marca Raychem modelo ETA 0047 (3x70/35 mm ² a 3x150/70 mm ²)	214
Alimentadores de iluminación (AI)		10			
Cierres entre distribuidores (C D-D)		17			

	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²	CÓDIGO	SECCIÓN CABLE mm ²
	ETA 0081	1X4 a 1X16		
	ETA 0082	1X25 a 1X50		
	ETA 0083	1X70 a 1X150		
	ETA 0084	1X185 a 1X300		
	ETA 0085	1X400 a 1X630		
	ETA 0013	2X4 a 2X16		
	ETA 0029	2X25 a 2X50		
	ETA 0014	3X4 a 3X16		
	ETA 0030	3X25 a 3X50		
	ETA 0046	3X70 a 3X150		
	ETA 0062	3X185 a 3X300		
	ETA 0015	4X4 a 4X16	ETA 0628	4X4 a 4X16
	ETA 0031	3X25/16 a 3X50/25	ETA 0634	3X25/16 a 3X35/16
	ETA 0047	3X70/35 a 3X150/70	ETA 0640	3X35/16 a 3X70/35
	ETA 0063	3X185/95 a 3X300/150	ETA 0646	3X70/35 a 3X150/70
			ETA 0652	3X150/70 a 3X300/150

Tramo	Sección nominal (mm ²)	N° de conductores individual	N° de conductores total	Tipo de terminal	Cantidad (u.)
Distribuidores de iluminación (DI)	2x16 Cu/PVC	87	87	Marca Raychem modelo ETA 0013 (2x4 mm ² a 2x16 mm ²)	174

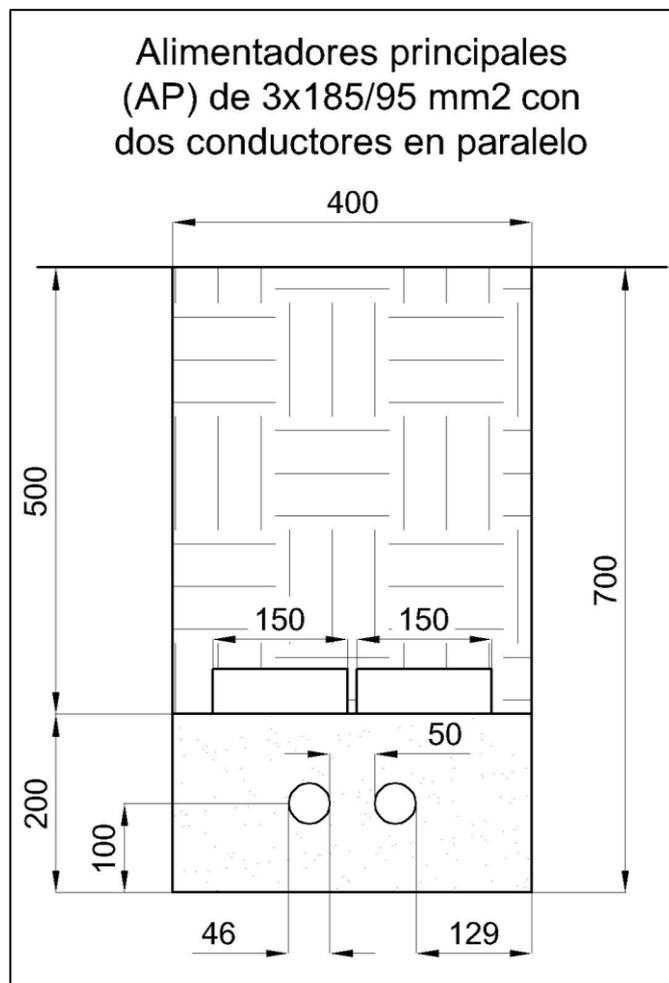
Figura MC-170: Características de los terminales termocontraibles para BT de Raychem.

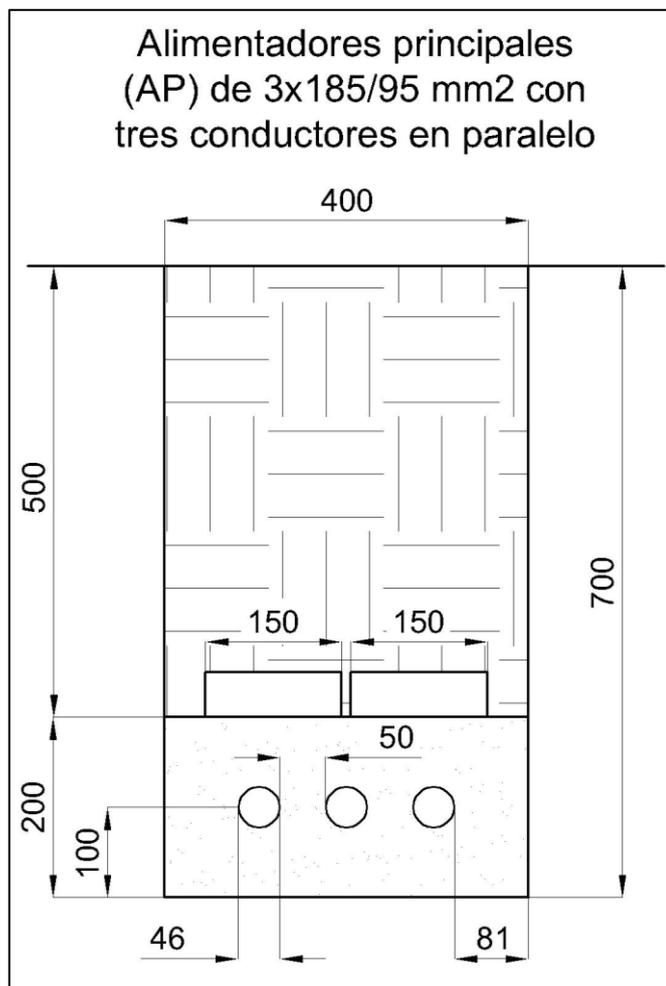
8.1.4. Selección de los materiales constructivos

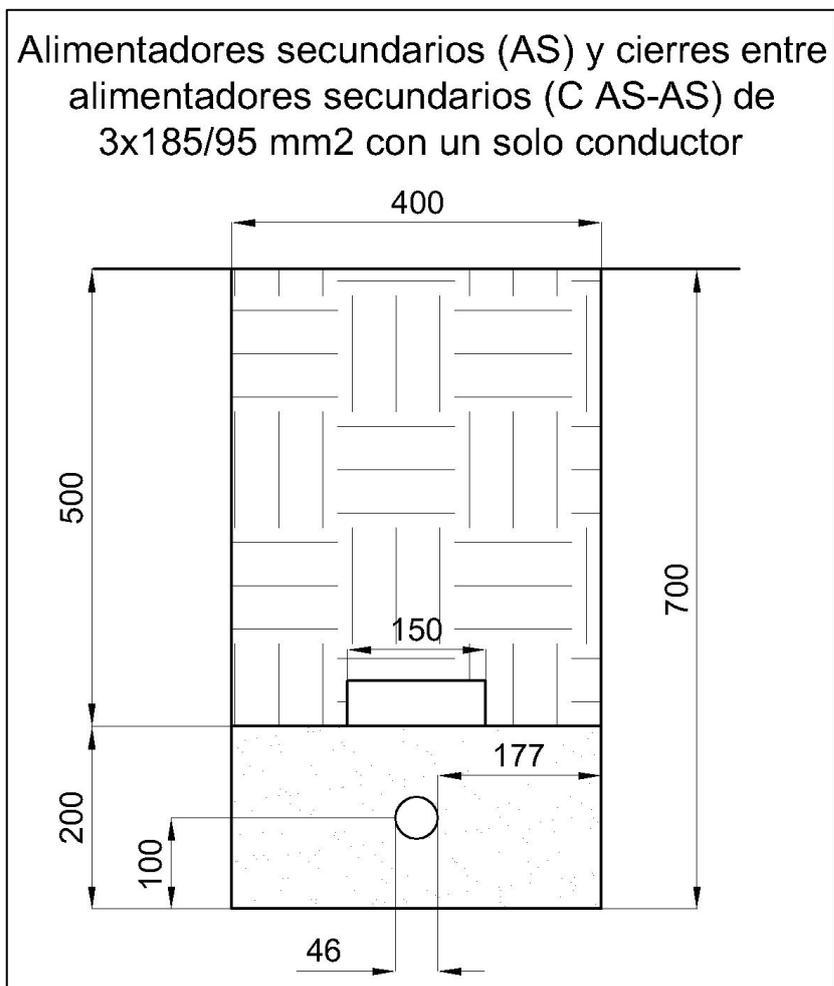
Las características de los elementos de este apartado se establecen respetando lo exigido por ENERSA en las Referencias Bibliográficas 8, 9 y 36.

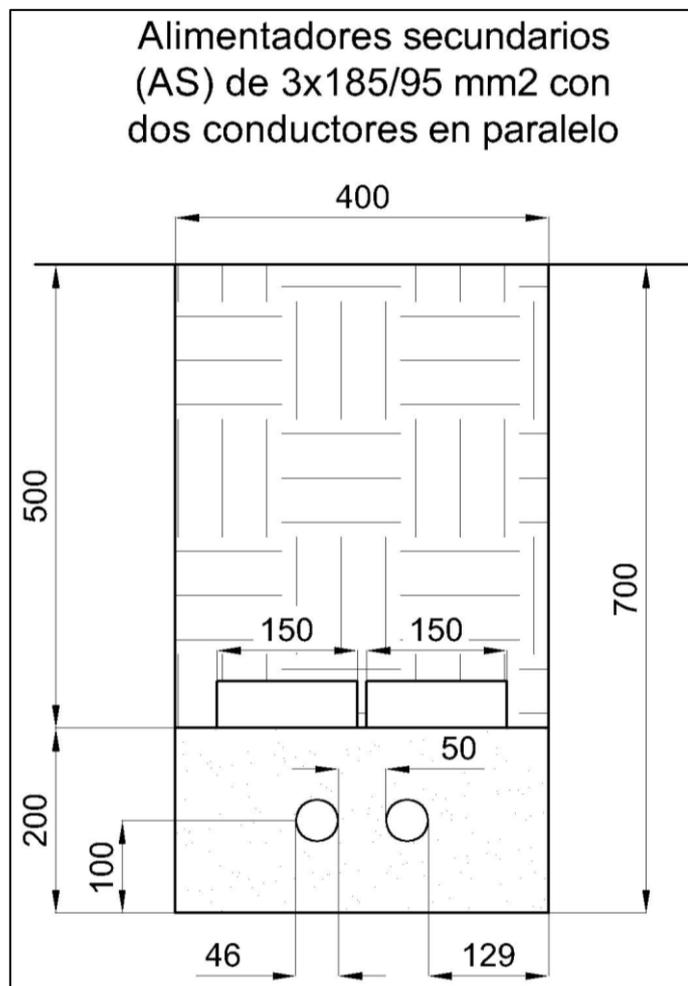
8.1.4.1. Determinación de las dimensiones de la zanja

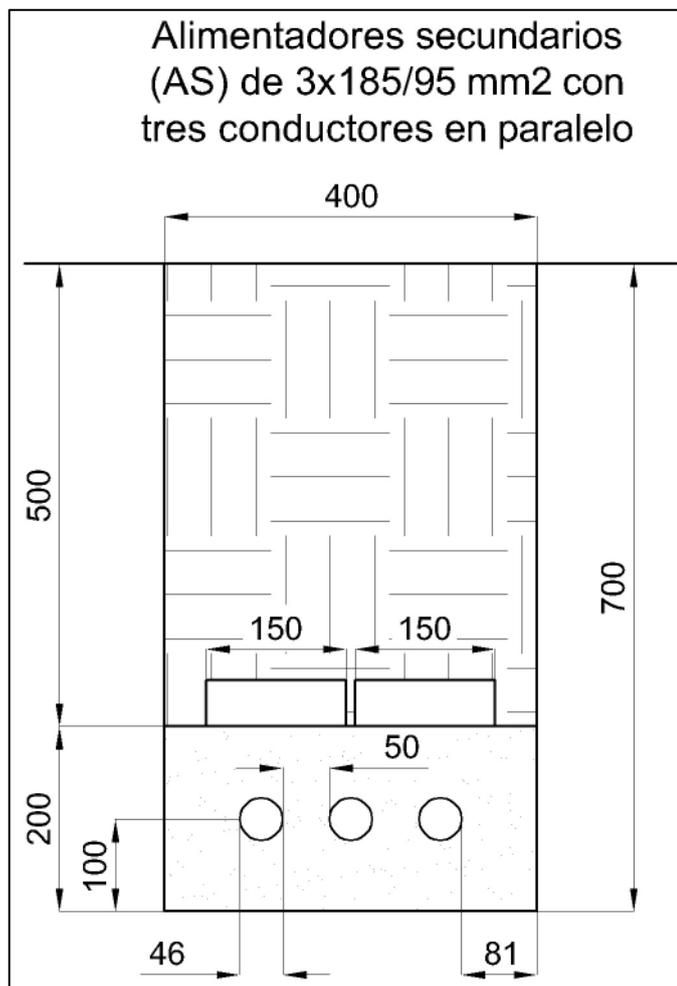
En lo que respecta a las dimensiones de la zanja que contiene los conductores subterráneos, la misma deberá contar con las medidas en mm mostradas en las siguientes imágenes:

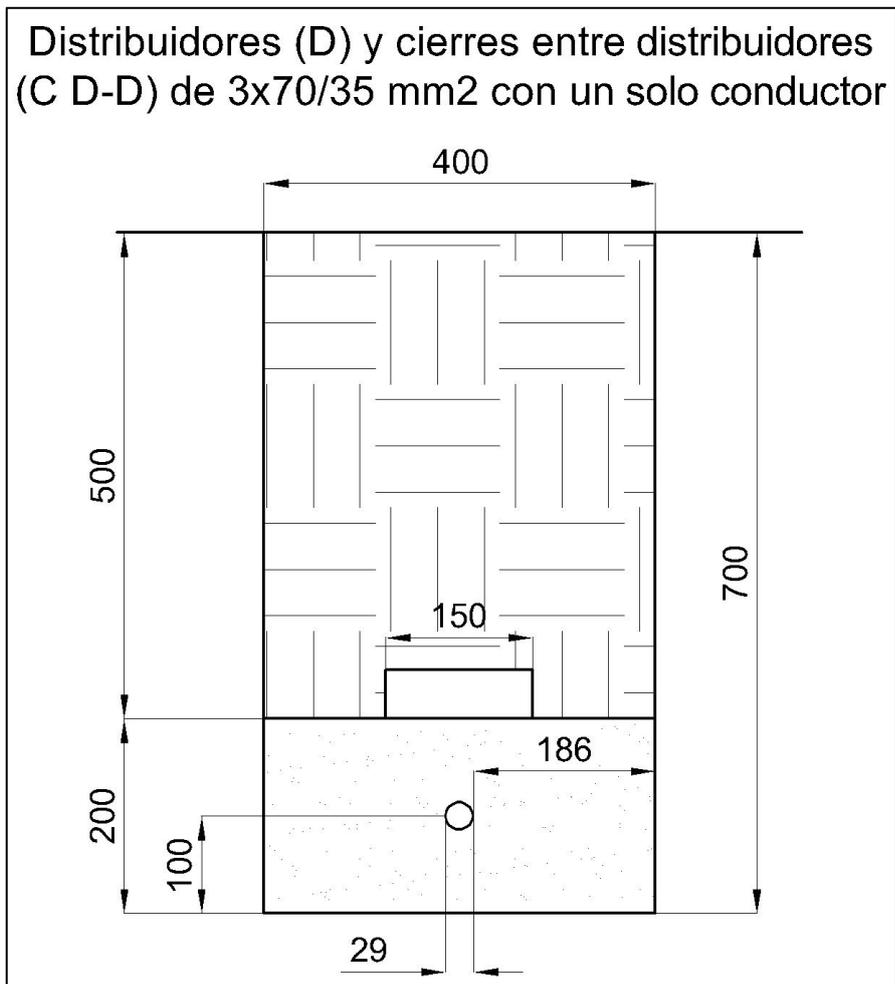


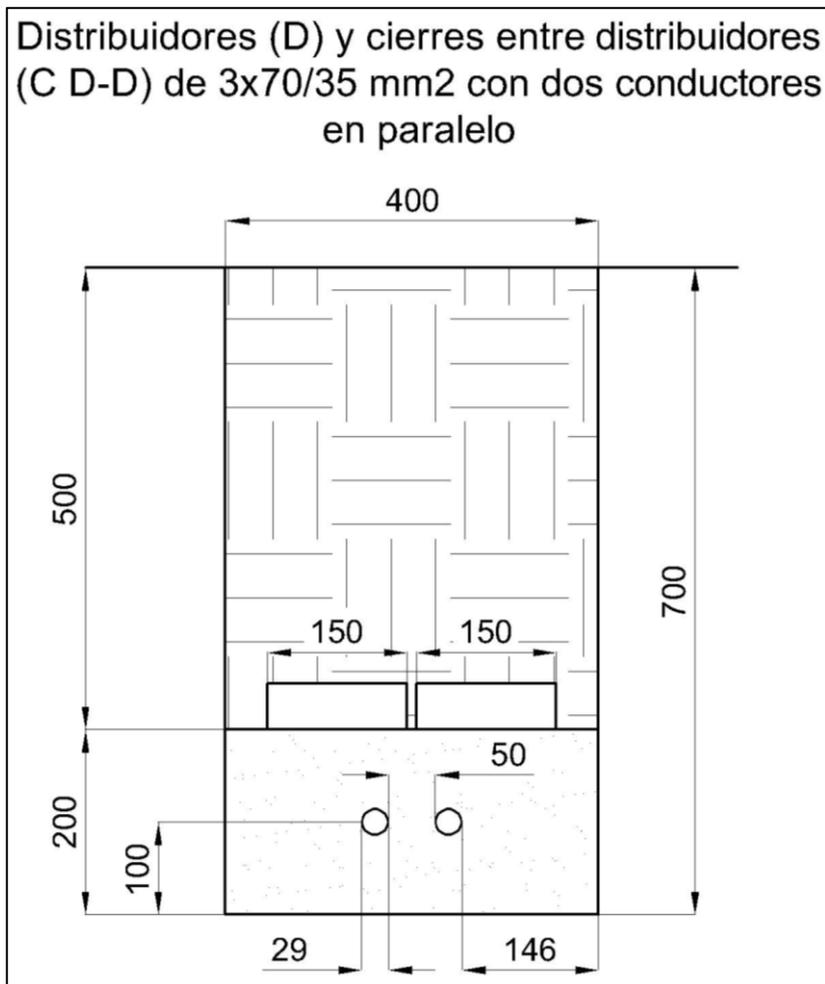


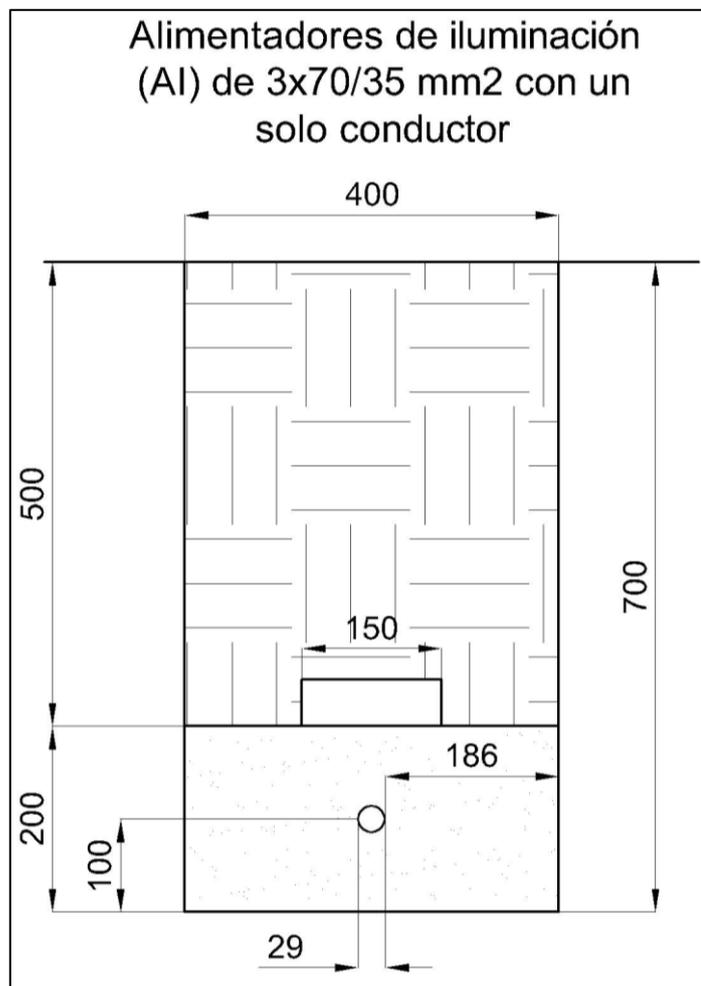












Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
AP11	4,50	0,36
AP12	4,50	0,36
AP23	4,50	0,36
AP24	4,50	0,36
Volumen parcial AP (m3)		1,44

Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
AS11	171,57	13,73
AS12	159,62	12,77
AS13	221,63	17,73
AS24	296,44	23,72
AS25	334,86	26,79
AS36	317,02	25,36
AS37	346,54	27,72
AS48	162,69	13,02
AS49	274,11	21,93
AS410	343,34	27,47
Volumen parcial AS (m3)		210,23

Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
C AS11-AS12	16,02	1,28
C AS24-AS25	67,79	5,42
C AS36-AS37	31,70	2,54
C AS48-AS49	112,68	9,01
C AS13	221,63	17,73
C AS410	343,34	27,47
Volumen parcial C AS-AS (m3)		63,45

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
D11	102	8,16
D12	101	8,08
D21	101	8,08
D22	98	7,84
D31	60	4,80
D32	58	4,64
D33	146	11,68
D41	98	7,84
D42	98	7,84
D51	159	12,72
D52	137	10,96
D61	99	7,92
D62	158	12,64
D71	75	6,00
D72	98	7,84
D81	134	10,72
D82	102	8,16
D91	137	10,96
D92	138	11,04
D101	138	11,04
D102	137	10,96
Volumen parcial D (m3)		189,92

Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
AI11	8,88	0,71
AI22	5,38	0,43
AI33	4,68	0,37
AI44	9,50	0,76
AI55	22,83	1,83
AI66	6,97	0,56
AI77	15,39	1,23
AI88	6,18	0,49
AI99	15,47	1,24
AI1010	10,52	0,84
Volumen parcial AI (m3)		8,46

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
C D12-D61	40	3,20
C D22-D71	49	3,92
C D52-D81	40	3,20
C D11-D21	20	1,60
C D62-D72	94	7,52
C D31-D33	174	13,92
C D32-D33	199	15,92
C D41-D51	35	2,80
C D82-D92	75	6,00
C D92-D102	105	8,40
C D91-D101	127	10,16
C D42-D91	37	2,96
Volumen parcial C D-D (m3)		79,60

Tramo	Longitud (m)	Volumen individual (m3)
DI11	219	17,52
DI12	91	7,28
DI21	104	8,32
DI22	63	5,04
DI31	169	13,52
DI32	75	6,00
DI33	136	10,88
DI41	90	7,20
DI42	85	6,80
DI51	196	15,68
DI52	140	11,20
DI61	86	6,88
DI62	308	24,64
DI71	89	7,12
DI72	131	10,48
DI81	137	10,96
DI82	167	13,36
DI91	137	10,96
DI92	227	18,16
DI101	242	19,36
DI102	152	12,16
Volumen parcial DI (m3)		243,52

Tramo	Volumen parcial (m3)
AP	1,44
AS	210,23
C AS-AS	63,45
D	189,92
AI	8,46
C D-D	79,60
DI	243,52
Volumen total (m3)	797

Figura MC-172: Cantidad de arena requerida para las zanjas de BT.

A su vez, considerando que en las zanjas se utilizaran ladrillos macizos de 230 mm x 120 mm x 50 mm (lo que hace necesario disponer de una o dos hileras), se establece que el número de unidades requerido para las líneas será:

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
AP11	4,50	39
AP12	4,50	39
AP23	4,50	39
AP24	4,50	39
Cantidad parcial AP (u.)		157

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
AS11	171,57	746
AS12	159,62	694
AS13	221,63	1927
AS24	296,44	2578
AS25	334,86	2912
AS36	317,02	2757
AS37	346,54	3013
AS48	162,69	1415
AS49	274,11	2384
AS410	343,34	2986
Cantidad parcial AS (u.)		21411

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
C AS11-AS12	16,02	70
C AS24-AS25	67,79	295
C AS36-AS37	31,70	138
C AS48-AS49	112,68	490
C AS13	221,63	964
C AS410	343,34	1493
Cantidad parcial C AS-AS		3449

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
D11	102	443
D12	101	439
D21	101	439
D22	98	426
D31	60	261
D32	58	252
D33	146	635
D41	98	426
D42	98	426
D51	159	691
D52	137	596
D61	99	430
D62	158	1374
D71	75	326
D72	98	426
D81	134	583
D82	102	443
D91	137	1191
D92	138	1200
D101	138	600
D102	137	596
Cantidad parcial D (u.)		12204

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
AI11	8,88	39
AI22	5,38	23
AI33	4,68	20
AI44	9,50	41
AI55	22,83	99
AI66	6,97	30
AI77	15,39	67
AI88	6,18	27
AI99	15,47	67
AI1010	10,52	46
Cantidad parcial AI (u.)		460

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
C D12-D61	40	174
C D22-D71	49	213
C D52-D81	40	174
C D11-D21	20	87
C D62-D72	94	817
C D31-D33	174	757
C D32-D33	199	865
C D41-D51	35	152
C D82-D92	75	652
C D92-D102	105	913
C D91-D101	127	1104
C D42-D91	37	322
Cantidad parcial C D-D (u.)		6230

Tramo	Longitud (m)	Cantidad individual (u.)
DI11	219	952
DI12	91	396
DI21	104	452
DI22	63	274
DI31	169	735
DI32	75	326
DI33	136	591
DI41	90	391
DI42	85	370
DI51	196	852
DI52	140	609
DI61	86	374
DI62	308	1339
DI71	89	387
DI72	131	570
DI81	137	596
DI82	167	726
DI91	137	596
DI92	227	987
DI101	242	1052
DI102	152	661
Cantidad parcial DI (u.)		13235

Tramo	Cantidad parcial (u.)
AP	157
AS	21411
C AS-AS	3449
D	12204
AI	460
C D-D	6230
DI	13235
Cantidad total (u.)	57146

Figura MC-173: Cantidad de ladrillos requerida para las zanjas de BT.

Por último, se emplearán caños rígidos de PVC con un diámetro de 110 mm y un espesor de pared de 3,20 mm para proteger a los conductores en los cruces de calles (cuyo ancho promedio fue establecido en 8 m), requiriéndose las longitudes especificadas a continuación:

Tramo	N° de cruces	Longitud individual (m)
AS11	2	16
AS12	1	8
AS13	1	16
AS24	2	32
AS25	1	24
AS36	0	0
AS37	1	16
AS48	0	0
AS49	1	16
AS410	3	72
Longitud parcial AS (m)		200

Tramo	N° de cruces	Longitud individual (m)
C AS11-AS12	1	8
C AS24-AS25	1	8
C AS36-AS37	1	8
C AS48-AS49	1	8
C AS13	1	8
C AS410	3	24
Longitud parcial C AS-AS (m)		64

Tramo	N° de cruces	Longitud individual (m)
D11	0	0
D12	0	0
D21	0	0
D22	0	0
D31	0	0
D32	0	0
D33	1	8
D41	0	0
D42	0	0
D51	0	0
D52	0	0
D61	0	0
D62	0	0
D71	0	0
D72	0	0
D81	0	0
D82	0	0
D91	0	0
D92	0	0
D101	0	0
D102	0	0
Longitud parcial D (m)		8

Tramo	N° de cruces	Longitud individual (m)
C D12-D61	0	0
C D22-D71	0	0
C D52-D81	0	0
C D11-D21	1	8
C D62-D72	1	16
C D31-D33	1	8
C D32-D33	3	24
C D41-D51	1	8
C D82-D92	1	16
C D92-D102	0	0
C D91-D101	0	0
C D42-D91	1	16
Longitud parcial C D-D (m)		96

Tramo	N° de cruces	Longitud individual (m)
DI11	0	0
DI12	0	0
DI21	0	0
DI22	0	0
DI31	0	0
DI32	0	0
DI33	2	16
DI41	0	0
DI42	0	0
DI51	0	0
DI52	0	0
DI61	0	0
DI62	0	0
DI71	0	0
DI72	0	0
DI81	0	0
DI82	0	0
DI91	0	0
DI92	0	0
DI101	0	0
DI102	0	0
Longitud parcial DI (m)		16

Tramo	Longitud parcial (m)
AP	0
AS	200
C AS-AS	64
D	8
AI	0
C D-D	96
DI	16
Longitud total (m)	384

Figura MC-174: Longitud de caño requerida para las zanjas de BT.

8.2. Selección de los materiales para los tableros principales, secundarios y de iluminación y para los pilares de medición

Tanto para los tableros principales (TP, a los que ingresan los AP y desde los que parten los AS) como para los tableros secundarios (TS, a los que ingresan los AS y desde los que parten los D y los AI), se seleccionan, de la Referencia Bibliográfica 37, armarios de distribución urbana marca Pronutec Gorlan de uso exterior e instalación en suelo, con envolvente de material compuesto (poliéster y fibra de vidrio) tipo DIN y acometida y salida inferior que presentan los siguientes valores de tensión y corriente nominal:

- $U_n = 440 V (> U_l = 400 V)$
- $I_n = 630 A (> \text{las distintas corrientes de línea de los AP y AS})$

Tipo de armario de distribución BT Type of LV distribution board	Intensidad nominal Rated current (A)	Nº de salidas No. of outgoing	Dimensiones Dimensions (mm)
Envolvente PNT PNT enclosure	630 A	2 / 3 / 4 / 5 / 6	1020 x 500 x 300 1020 x 750 x 300 1020 x 1000 x 300
Armario de interconexión (envolvente PNT) Interconnecting cabinet (PNT enclosure)		4 / 6	1020 x 750 x 300 1020 x 1000 x 300
Envolvente DIN Tipo C (estrecha) DIN enclosure C Type (narrow)		3 / 5	1760 x 395 x 224 1760 x 495 x 224
Envolvente DIN DIN enclosure		3 / 4 / 6 / 9	1760 x 460 x 320 1760 x 595 x 320 1760 x 790 x 320 1760 x 1120 x 320
Envolvente de hormigón Concrete enclosure		8	1540 x 1300 x 395

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tensión nominal / Rated voltage		440 V
Intensidad nominal / Rated current		630 A
Tipo de salidas / Outgoing-types		BTVC TRIVER+*
Nº de salidas / No. Of outgoing		Entre 2 y 9 (según modelo) Between 2 and 9 (depending on the model)
Norma / Standard		UNE-EN 61439-1 / UNE-EN 61439-5
Tensión soportada a frecuencia industrial Rated insulation voltage	Fase-Masa* Phase-Ground*	10 kV
	Fase-Fase Phase-Phase	2,5 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo Rated impulse withstand voltage	Fase-Masa* Phase-Ground*	20 kV
Resistencia a cortocircuitos Rated short-time current (1s)	Valor eficaz Rated short-time withstand current	12 kA
	Valor de cresta Rated peak withstand current	30 kA
Materiales autoextinguibles Self-extinguishing materials		UNE EN 60695-11-10
Grado de protección Protection degree		IP43 UNE-EN 20324 hasta IP55 según tipo envolvente IP43 UNE-EN 20324 up to IP55 acc. to enclosure type IK09 UNE-EN 50102 IK10 hormigón / IK10 concrete

Acometida / Incoming	A través de una base tripolar o directamente al embarrado By means of a three pole fuse switch or directly to the busbar
Intensidad nominal / Rated current	630 A en estándar (Consultar otras opciones) Standard 630 A (Contact us for further options)
Instalación / Installation	Intemperie-suelo a través de zócalo DIN Outdoor-floor mounted in DIN base
Envolvente / Enclosure	Envolvente DIN / DIN enclosure
Tipo de salidas / Outgoing types	BTVA / BTVC TRIVER+*
Nº de salidas / No. of outgoing	3, 4, 6, 9**
Nº de cables para la acometida No. of incoming cables	Ver catálogo de bases Look at fuse switches catalogue

Figura MC-175: Características de los armarios de distribución urbana de Pronutec Gorlan.

Dado que se cuenta con cuatro TP y diez TS, la cantidad total de unidades a emplear es de catorce, necesitándose para cada una de ellas el número estándar de salidas detallado a continuación:

Tablero	N° de salidas requerido	N° de salidas estandar
TP1	4	4
TP2	2	3
TP3	2	3
TP4	4	4
TS1	3	3
TS2	3	3
TS3	4	4
TS4	3	3
TS5	3	3
TS6	3	3
TS7	3	3
TS8	3	3
TS9	3	3
TS10	3	3
Cantidad total (u.)	14 (11 con 3 salidas y 3 con 4 salidas)	

Figura MC-176: Número de salidas para los distintos tableros principales y secundarios.

A su vez, para equipar a estos elementos, se seleccionan, de la Referencia Bibliográfica 38, fusibles marca SIBA modelo NH gG (de rango completo para uso general en BT) con diseño de cuchillas y un tamaño adecuado a los valores de tensión y corriente ya establecidos:

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

gG: Uso General / General application

Tamaño Size	Tensión Nominal Rated Voltage AC (V)	Patillas del cuerpo fusible Removal tags	Tipo de indicador Indicator type	Referencia Reference
000	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 000 13
00	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 001 13
0	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 002 13
1	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 003 13
2	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 004 13
3	500	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 005 13
4	500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 006 13
4	500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 228 13
4a	500	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 120 13
000	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 438 13
00	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 439 13
1	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 441 13
2	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 442 13
3	500	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 443 13
000	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 477 13
00	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 209 13
0	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 210 13
1	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 211 13
2	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 212 13
3	690	No aisladas / Metal	Indicador Combinado / Combi indicator	20 213 13
4	690	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 225 13
4a	690	No aisladas / Metal	Indicador Superior / Top indicator	20 227 13
000	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 452 13
00	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 453 13
1	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 455 13
2	690	Aisladas / Insulated	Indicador Combinado / Combi indicator	20 456 13

Tamaño Size	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 400 V (≤ 500 A)	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA		Normativa Standard IEC 60269-2-1
Intensidad Nominal Rated Current (A)	Referencia Reference	Peso Weight (kg/1)	Lote Pack	Pérdidas Power loss (W)	Valor Prearco Pre-arcing value I _{pt} - [A ² s]	Valor total Total value I _{pt} @ 254 V [A ² s]	Valor total Total value I _{pt} @ 440 V [A ² s]
315	20 005 13.315	0.65	3	21.5	513,000	716,000	1,164,000
355	20 005 13.355	0.65	3	23.7	616,000	859,000	1,483,000
400	20 005 13.400	0.65	3	29,5	859,000	1,236,000	2,008,000
425	20 005 13.425	0.88	3				
500	20 005 13.500	0.88	3	38.0	1,130,000	1,670,000	2,800,000
630	20 005 13.630	0.88	3	46.0	1,950,000	2,980,000	4,840,000

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 554 de 598

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tamaño Size 2	Tensión Nominal / Rated Voltage AC 500 V DC 440 V	Fusibles con Patillas Metálicas Metal Removal Tags			Poder de Corte Rated Breaking Capacity AC = 120 kA / DC = 25 kA		Normativa Standard IEC 60269-2-1
Intensidad Nominal Rated Current	Referencia Reference	Peso Weight	Lote Pack	Pérdidas Power loss	Valor Prearco Pre-arcing value	Valor total Total value	Valor total Total value
(A)		(kg/1)		(W)	I _t - [A ² s]	I _t @ 254 V [A ² s]	I _t @ 440 V [A ² s]
35	20 004 13.35	0.28	3	3.9	3,100	4,770	7,610
40	20 004 13.40	0.28	3	4.3	4,700	6,750	11,300
50	20 004 13.50	0.28	3	5.1	5,900	8,340	13,600
63	20 004 13.63	0.28	3	5.8	10,300	16,200	26,400
80	20 004 13.80	0.28	3	6.5	17,300	27,200	45,500
100	20 004 13.100	0.28	3	7.8	28,900	45,500	88,600
125	20 004 13.125	0.28	3	10.0	44,400	78,600	127,500
160	20 004 13.160	0.28	3	12.8	78,500	139,600	226,600
200	20 004 13.200	0.48	3	15.5	157,600	248,200	390,900
224	20 004 13.224	0.48	3	16.4	194,800	297,600	483,400
250	20 004 13.250	0.48	3	18.0	240,800	368,000	616,000
300	20 004 13.300	0.65	3				
315	20 004 13.315	0.65	3	21.5	513,000	716,000	1,164,000
355	20 004 13.355	0.65	3	23.7	616,000	859,000	1,483,000
400	20 004 13.400	0.65	3	29.5	859,000	1,236,000	2,008,000

Tablero principal	Tension (V)	Corriente (A)	Tamaño del fusible SIBA NH gG
TP1	400	402,70	3 (Un=500 V / In=500 A)
TP2	400	290,20	3 (Un=500 V / In=315 A)
TP3	400	257,18	3 (Un=500 V / In=315 A)
TP4	400	503,23	3 (Un=500 V / In=630 A)

Tablero secundario	Tension (V)	Corriente (A)	Tamaño del fusible SIBA NH gG
TS1	400	134,15	2 (Un=500 V / In=160 A)
TS2	400	122,69	2 (Un=500 V / In=125 A)
TS3	400	145,86	2 (Un=500 V / In=160 A)
TS4	400	122,68	2 (Un=500 V / In=125 A)
TS5	400	167,52	2 (Un=500 V / In=200 A)
TS6	400	145,52	2 (Un=500 V / In=160 A)
TS7	400	111,64	2 (Un=500 V / In=125 A)
TS8	400	156,40	2 (Un=500 V / In=160 A)
TS9	400	178,72	2 (Un=500 V / In=200 A)
TS10	400	168,12	2 (Un=500 V / In=200 A)

Figura MC-177: Características de los fusibles SIBA NH gG de Pronutec Gorlan.

Teniendo presente que cada uno de los TP y TS cuenta con 12 fusibles, la cantidad total de unidades a emplear de cada modelo es la detallada a continuación:

Tablero	Tamaño del fusible SIBA NH gG	Cantidad individual (u.)
TP1	3 (500 V / 500 A)	12
TP2	3 (500 V / 315 A)	12
TP3	3 (500 V / 315 A)	12
TP4	3 (500 V / 630 A)	12
TS1	2 (500 V / 160 A)	12
TS2	2 (500 V / 125 A)	12
TS3	2 (500 V / 160 A)	12
TS4	2 (500 V / 125 A)	12
TS5	2 (500 V / 200 A)	12
TS6	2 (500 V / 160 A)	12
TS7	2 (500 V / 125 A)	12
TS8	2 (500 V / 160 A)	12
TS9	2 (500 V / 200 A)	12
TS10	2 (500 V / 200 A)	12
Cantidad total (u.)	168 (48 de tamaño 3 y 120 de tamaño 2)	

Figura MC-178: Número de fusibles para cada tablero principal y secundario.

Por su parte, para los tableros de iluminación (TI, a los que llegan los AI y desde los que parten los DI), se seleccionan, de la Referencia Bibliográfica 37, armarios de alumbrado público marca Pronutec Gorlan modelo PNT ALP 13 - 1P de uso exterior e instalación en suelo, con envolvente de hormigón armado y acometida y salida inferior que presentan el siguiente valor de tensión nominal:

○ $U_n = 440 V (> U_l = 400 V)$

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Tipo de envoltente Type of enclosure	Tipo Type	Compañía Utility	Dimensiones Dimensions (mm)
Envoltente de poliéster Polyester enclosure	PNT 1010 - 2 puertas (105) / 2 doors (105)		1000 x 1000 x 300
	PNT 1010 - 2 puertas (105) / 2 doors (105)		1000 x 1000 x 300
	PNT 107 - 2 puertas (57/57) / 2 doors (57/57) PNT 155 - 2 puertas (75/75) / 2 doors (75/75)		1000 x 750 x 300 1500 x 500 x 300
	PNT 105 - 2 puertas (55/55) / 2 doors (55 / 55) PNT 127 - 2 puertas (57/77) / 2 doors (57/77) PNT 125 - 2 puertas (55/75) / doors (55 / 75)		1000 x 500 x 300 1250 x 750 x 300 1250 x 500 x 300
Envoltente de hormigón Concrete enclosure	PNT ALP 13 - 1 puerta frontal / 1 front door		1300 x 1540 x 395
	PNT ALP 13 - 2 puertas frontales / 2 front doors		1300 x 1540 x 395
	PNT ALP 17 - 3 puertas frontales / 3 front doors		1700 x 1780 x 480
	PNT ALP 17 - 2 puertas frontales y 1 lateral / 2 front doors & 1 side door		1700 x 1780 x 480
	PNT ALP 17 - 2 puertas frontales y 1 trasera / 2 front doors & 1 back door		1700 x 1780 x 480
	PNT ALP 17 - 2 puertas frontales / 2 front doors		1700 x 1780 x 480

Tensión nominal / Rated voltage	440 V
Norma / Standard	UNE-EN 50298 (hormigón / concrete)
Tensión soportada a frecuencia industrial Rated insulation voltage	2,5 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo Rated impulse withstand voltage	Fase- Masa* Phase-Ground* 20 kV
Materiales autoextinguibles Self-extinguishing materials	UNE EN 60695-11-10
Grado de protección / Protection degree	IP43/IP55 UNE-EN 20324 / IK08 UNE-EN 50102 (poliéster / polyester) IP55 UNE-EN 20324 / IK10 UNE-EN 50102 (hormigón / concrete)

Figura MC-179: Características de los armarios de alumbrado público de Pronutec Gorlan.

Dado que se cuenta con diez TI, la cantidad total de unidades a emplear es de diez, necesitando para cada una de ellas el número de salidas detallado a continuación:

Tablero	N° de salidas
TI1	2
TI2	2
TI3	3
TI4	2
TI1	2
TI2	2
TI3	2
TI4	2
TI5	2
TI6	2
TI7	2
TI8	2
TI9	2
TI10	2
Cantidad total (u.)	10 (9 con 2 salidas y 1 con 3 salidas)

Figura MC-180: Número de salidas para los distintos tableros de iluminación.

Finalmente, para los pilares de medición (PM, que se colocan sobre las líneas de edificación frontal y las medianeras de las parcelas, vinculándose a través de los sucesivos tramos de los D y los C D-D), se eligen, de la Referencia Bibliográfica 39, pilares trifásicos de doble acometida subterránea marca Gallará modelo PTHS-600 / PTHS-602 fabricados en hormigón premoldado con diseño modular y dimensiones de 60 cm de ancho, 164 cm de alto y 30 cm de profundidad.

En total, se requieren de 68 unidades, distribuyéndose las mismas entre los diferentes D de la forma que se detalla a continuación:

Distribuidor	Cantidad individual (u.)
D11	3
D12	3
D21	3
D22	3
D31	2
D32	2
D33	3
D41	3
D42	3
D51	4
D52	4
D61	3
D62	4
D71	2
D72	3
D81	4
D82	3
D91	4
D92	4
D101	4
D102	4
Cantidad total (u.)	68

Figura MC-181: Número de pilares de medición para cada distribuidor.

8.3. Selección de los materiales de PAT

La instalación de PAT para la LSBT se realizará sobre los PM extremos de cada D y sobre las diferentes luminarias de cada DI de forma tal que se proteja tanto contra falta de neutro como contra contactos directos.

Para ello, se emplearán jabalinas hincadas verticalmente en el suelo, protegidas con cajas de inspección y vinculadas a los elementos a resguardar mediante chicotes de conexión con terminales de indentar que se unen a barras equipotenciales.

8.3.1. Selección de las jabalinas

De la Referencia Bibliográfica 16, se eligen jabalinas con núcleo de acero y revestimiento de cobre marca Genrod modelo JLIC1610 (Jab. 5/8" x 1000 mm) de 5/8" (16 mm) de diámetro y 1 m de longitud para las luminarias y modelo JLIC1615 (L1615) de 5/8" (16 mm) de diámetro y 1,50 m de longitud para los PM:

Código	Denominación	Descripción
JJC1010	Jab 3/8" x 1000 mm*	jabalina 3/8 x 1000 mm
JJC1015	L1015	Jabalina 3/8" x 1500 mm
JJC1020	L1020	Jabalina 3/8" x 2000 mm
JJC1210	Jab 1/2" x 1000 mm*	Jabalina 1/2 x 1000 mm
JJC1215	L1415	Jabalina 1/2" x 1500 mm
JJC1220	L1420	Jabalina 1/2" x 2000 mm
JJC1230	L1430	Jabalina 1/2" x 3000 mm
JJC1610	Jab 5/8" x 1000 mm*	Jabalina 5/8" x 1000 mm
JJC1615	L1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm
JJC1620	L1620	Jabalina 5/8" x 2000 mm
JJC1630	L1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm
JJC1910	Jab 3/4" x 1000 mm*	Jabalina 3/4" x 1000 mm
JJC1915	L1815	Jabalina 3/4" x 1500 mm
JJC1920	L1820	Jabalina 3/4" x 2000 mm
JJC1930	L1830	Jabalina 3/4" x 3000 mm

Figura MC-182: Características de las jabalinas de Genrod para la LSBT.

La parte superior de estas jabalinas deberá quedar a una profundidad de 30 cm por debajo del nivel del suelo.

En total, se requieren de 108 unidades, distribuyéndose las mismas entre los diferentes D y DI de la forma que se detalla a continuación:

Distribuidor	Cantidad individual (u.)
D11	1
D12	1
D21	1
D22	1
D31	1
D32	1
D33	1
D41	1
D42	1
D51	1
D52	1
D61	1
D62	1
D71	1
D72	1
D81	1
D82	1
D91	1
D92	1
D101	1
D102	1
Cantidad total (u.)	21

Distribuidor de iluminación	Cantidad individual (u.)
DI11	6
DI12	2
DI21	2
DI22	2
DI31	7
DI32	3
DI33	5
DI41	2
DI42	2
DI51	5
DI52	3
DI61	2
DI62	9
DI71	2
DI72	3
DI81	3
DI82	5
DI91	3
DI92	6
DI101	9
DI102	6
Cantidad total (u.)	87

Figura MC-183: Número de jabalinas para cada distribuidor y distribuidor de iluminación.

8.3.2. Selección de las cajas de inspección

Recurriendo nuevamente a la Referencia Bibliográfica 16, se adoptan cajas de inspección de fundición de hierro marca Genrod modelo CI 3 de 25 cm x 25 cm y sin borne de neutro:

Código	Descripción
CI 1	25 x 25 cm Fundición hierro
CI 2	15 x 15 cm Fundición hierro
CI 7	15 x 15 cm Fundición Aluminio
CI 3	25 x 25 cm. Sin borne de neutro.
CI 6	15 x 15 cm. Sin borne de neutro.

Figura MC-184: Características de las cajas de inspección de Genrod para la LSBT.

En total, se requieren de 108 unidades (misma cantidad que las jabalinas), distribuyéndose las entre los diferentes D y DI de la forma detallada en el apartado anterior.

8.3.3. Selección de los conductores

Dado que este tipo de conductor deberá ser capaz de soportar la corriente de cortocircuito propia de la instalación, se consideran los valores obtenidos previamente:

Distribuidor	Corriente de cortocircuito (A)
D11	1668,25
D12	1668,25
D21	1390,25
D22	1668,25
D31	1112,25
D32	1112,25
D33	1390,25
D41	1668,25
D42	1390,25
D51	1946,50
D52	2224,50
D61	1668,25
D62	1946,50
D71	1112,25
D72	1668,25
D81	2224,50
D82	1668,25
D91	2224,50
D92	2224,50
D101	2224,50
D102	1946,50

Distribuidor de iluminación	Corriente de cortocircuito (A)
DI11	40
DI12	13,25
DI21	13,25
DI22	13,25
DI31	46,75
DI32	20
DI33	33,50
DI41	13,25
DI42	13,25
DI51	33,50
DI52	20
DI61	13,25
DI62	60,25
DI71	13,25
DI72	20
DI81	20
DI82	33,50
DI91	20
DI92	40
DI101	60,25
DI102	40

Figura MC-185: Corrientes de cortocircuito para cada distribuidor y distribuidor de iluminación.

Teniendo presente que la densidad de corriente admisible para un cable de cobre como el empleado ronda los 150 A/mm², se determina la sección mínima requerida por el mismo en cada caso:

$$S = \frac{I_{cc\ pa}}{150 \frac{A}{mm^2}}$$

Distribuidor	Sección mínima requerida (mm²)
D11	11,12
D12	11,12
D21	9,27
D22	11,12
D31	7,42
D32	7,42
D33	9,27
D41	11,12
D42	9,27
D51	12,98
D52	14,83
D61	11,12
D62	12,98
D71	7,42
D72	11,12
D81	14,83
D82	11,12
D91	14,83
D92	14,83
D101	14,83
D102	12,98

Distribuidor de iluminación	Sección mínima requerida (mm ²)
DI11	0,27
DI12	0,09
DI21	0,09
DI22	0,09
DI31	0,31
DI32	0,13
DI33	0,22
DI41	0,09
DI42	0,09
DI51	0,22
DI52	0,13
DI61	0,09
DI62	0,40
DI71	0,09
DI72	0,13
DI81	0,13
DI82	0,22
DI91	0,13
DI92	0,27
DI101	0,40
DI102	0,27

Figura MC-186: Secciones mínimas requeridas por los conductores de PAT de cada distribuidor y distribuidor de iluminación.

Por consiguiente, de la Referencia Bibliográfica 16, se elige un conductor desnudo de acero-cobre marca Genrod modelo ACC16 de 16 mm² de sección nominal:

Código	Descripción
ACC16	Cable Acero Cobre (16 mm ²)
ACC25	Cable Acero Cobre (25 mm ²)
ACC35	Cable Acero Cobre (35 mm ²)
ACC50	Cable Acero Cobre (50 mm ²)
ACC70	Cable Acero Cobre (70 mm ²)
ACC95	Cable Acero Cobre (95 mm ²)
ACC120	Cable Acero Cobre (120 mm ²)

Figura MC-187: Características de los conductores desnudos de Genrod para la LSBT.

Dado que el chicote de conexión para cada una de las 108 jabalinas tendrá una extensión individual de 30 cm, la longitud total requerida para este tipo de cable será de 33 m.

La disposición del mismo se hará en forma subterránea (a una profundidad de 20 cm) y vinculando las jabalinas por medio de soldadura cuproaluminotérmica.

8.3.4. Selección de los terminales de indentar

De la Referencia Bibliográfica 17, se eligen terminales de indentar de un orificio y tubo standard marca LCT modelo SCC 16/1 que puede trabajar con conductores de cobre de 16 mm² de sección:

MODELO PART #	SECCIÓN mm ² CONDUCTOR mm ²	B	B (mm)	A	C	D	E	F	L	COLOR
SCC 1.5/2	1.5	5/32"	4	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 1.5/3	1.5	3/16"	5	8	4	10	6	2.2	19	
SCC 2.5/1	2.5	5/32"	4	8	5	11	7	2.3	21	
SCC 2.5/2	2.5	3/16"	5	8	5	11	7	2.3	22	
SCC 4/1	4	5/32"	4	8	5	11	7	2.8	21	
SCC 4/2	4	3/16"	5	8	5	11	7	2.8	22	
SCC 6/1	6	3/16"	5	9	6	14	7	3.8	27	
SCC 6/2	6	1/4"	6.5	11	7	14	7	3.8	27	
SCC 10/1	10	3/16"	5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/2	10	1/4"	6.5	11	6	13	10	4.5	29	
SCC 10/3	10	5/16"	8	13	8	16	10	4.5	30	
SCC 16/1	16	1/4"	6.5	13	7	16	14	5.5	34	
SCC 16/2	16	5/16"	8	13	7	17	14	5.5	35	
SCC 16/3	16	3/8"	10	15	8	18	14	5.5	37	
SCC 25/1	25	1/4"	6.5	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/2	25	5/16"	8	15	8	18	12	6.9	36	
SCC 25/3	25	3/8"	10	15	8	19	12	6.9	37	
SCC 25/4	25	1/2"	13	22	11	26	17	6.9	49	

Figura MC-188: Características de los terminales de indentar SCC 16/1 de LCT.

Considerando que los chicotes de los PM contarán con un solo terminal, mientras que los de las luminarias requerirán de dos (uno para vincularse a la barra equipotencial y otro para la masa eléctrica del poste), la cantidad total de unidades a emplear será de 195.

8.3.5. Selección de las barras equipotenciales

Al igual que en el caso de los cables, el dimensionamiento de las barras se lleva a cabo a partir de las corrientes de cortocircuitos características de cada punto de la instalación.

Dichos valores, en conjunto con el del tiempo de desconexión y el de la constante térmica del material, permite obtener la sección mínima a considerar por medio de la expresión vista anteriormente:

$$S = \frac{I_{cca} * \sqrt{t}}{k}$$

Tanto el tiempo de desconexión como la constante adimensional fueron establecidos con anterioridad:

$$t = 0,60 \text{ seg}$$

$$k = 159$$

Reemplazando en la fórmula inicial, se llega a lo siguiente:

Distribuidor	Sección mínima requerida (mm ²)
D11	8,13
D12	8,13
D21	6,77
D22	8,13
D31	5,42
D32	5,42
D33	6,77
D41	8,13
D42	6,77
D51	9,48
D52	10,84
D61	8,13
D62	9,48
D71	5,42
D72	8,13
D81	10,84
D82	8,13
D91	10,84
D92	10,84
D101	10,84
D102	9,48

Distribuidor de iluminación	Sección mínima requerida (mm ²)
DI11	0,19
DI12	0,06
DI21	0,06
DI22	0,06
DI31	0,23
DI32	0,10
DI33	0,16
DI41	0,06
DI42	0,06
DI51	0,16
DI52	0,10
DI61	0,06
DI62	0,29
DI71	0,06
DI72	0,10
DI81	0,10
DI82	0,16
DI91	0,10
DI92	0,19
DI101	0,29
DI102	0,19

Figura MC-189: Secciones mínimas requeridas por las barras equipotenciales de cada distribuidor y distribuidor de iluminación.

Por lo tanto, de la Referencia Bibliográfica 19, se seleccionan barras rígidas de cobre marca Genrod modelo 40 1050 de 50 mm x 10 mm x 150 mm y 500 mm² de sección nominal:

Código	Espesor x ancho. (mm)	Sección (mm ² .)	Peso Kg./m	Corriente permanente C.A. 50 Hz N° de barras desnudas		
				1 I	2 II	3 III
40 0419	4 x 19	76	0,7	-	-	-
40 0320	3 x 20	60	0,53	200	350	-
40 0525	5 x 25	125	1,11	320	580	-
40 0530	5 x 30	150	1,33	380	670	-
40 1030	10 x 30	300	2,7	-	-	-
40 0540	5 x 40	200	1,77	480	830	-
40 1040	10 x 40	400	3,55	710	1290	1770
40 0550	5 x 50	250	2,23	580	990	1260
40 1050	10 x 50	500	4,46	850	1510	2040
40 0560	5 x 60	300	2,7	680	1150	1440
40 1060	10 x 60	600	5,3	980	1720	2300
40 0580	5 x 80	400	3,6	880	1450	1750
40 1080	10 x 80	800	7,1	1240	2100	2790
40 0599	5 x 100	500	4,5	1080	1700	2050
40 1099	10 x 100	1000	8,9	1490	2480	3200
40 1210	10 x 120	1200	10,8	-	-	-

Figura MC-190: Características de las barras rígidas de cobre de Genrod para la LSBT.

En total, se requieren de 108 unidades (misma cantidad que las jabalinas y las cajas de inspección), distribuyéndose entre los distintos D y DI de la forma detallada previamente.

8.3.6. Determinación de la resistencia de PAT

De acuerdo con lo indicado por la Referencia Bibliográfica 2, la resistencia de PAT de protección no debe sobrepasar los 40 Ω. No obstante, se decide adoptar un valor más exigente como es el especificado en la Referencia Bibliográfica 20 que, para el mismo parámetro, establece como límite los 10 Ω.

Dado que el sistema de protección está compuesto por una jabalina y un chicote de conexión, la resistencia total del conjunto se establece a través de las expresiones:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{jl}} + \frac{1}{R_{cc}}}$$

$$R_{PM} = \frac{1}{\frac{1}{R_{jPM}} + \frac{1}{R_{cc}}}$$

Donde:

- R_l : Resistencia total del sistema de PAT para cada luminaria en Ω .
- R_{PM} : Resistencia total del sistema de PAT para cada PM en Ω .
- R_{jl} : Resistencia de la jabalina de luminaria en Ω .
- R_{jPM} : Resistencia de la jabalina de PM en Ω .
- R_{cc} : Resistencia del chicote de conexión en Ω .

A su vez, los valores de estas variables se determinan por medio de las siguientes fórmulas:

$$R_{jl} = \frac{\rho}{2 * \pi * L_{jl}} * \left(\ln \frac{8 * L_{jl}}{d_j} - 1 \right)$$

$$R_{jPM} = \frac{\rho}{2 * \pi * L_{jPM}} * \left(\ln \frac{8 * L_{jPM}}{d_j} - 1 \right)$$

$$R_{cc} = \frac{\rho}{2 * \pi * L_{cc}} * \left(\ln \frac{4 * L_{cc}}{d_{cc}} + \ln \frac{L_{cc}}{h_{cc}} - 2 + \frac{2 * h_{cc}}{L_{cc}} - \frac{h_{cc}^2}{L_{cc}} + \frac{h_{cc}^4}{2 * L_{cc}} + \dots \right)$$

Donde:

- ρ : Resistividad aparente del suelo vista por las jabalinas en $\Omega * m$.
- L_{jl} : Largo de cada jabalina de luminaria en m.
- L_{jPM} : Largo de cada jabalina de PM en m.
- d_j : Diámetro de cada jabalina en m.
- L_{cc} : Largo de cada chicote de conexión en m.

- d_{cc} : Diámetro de cada chicote de conexión en m.
- h_{cc} : Profundidad de enterramiento de cada chicote de conexión en m.

La resistividad aparente del suelo se estima de acuerdo a los valores promedio de zonas aledañas:

$$\rho = 10 \Omega * m$$

Tanto el largo como el diámetro de cada jabalina y chicote de conexión (ya sean para las luminarias o para los PM) son valores conocidos a partir de la información brindada por el fabricante:

$$L_{jl} = 1 m$$

$$L_{jPM} = 1,50 m$$

$$d_j = 16 mm = 0,016 m$$

$$L_{cc} = 30 cm = 0,30 m$$

$$d_{cc} = \sqrt{\frac{S * 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{16 mm^2 * 4}{\pi}} = 4,51 mm = 0,00451 m$$

Asimismo, la profundidad de enterramiento de cada segmento de conductor ya fue establecida previamente:

$$h_{cc} = 20 cm = 0,20 m$$

Reemplazando los valores obtenidos en las expresiones anteriores, se llega a que:

$$R_{jl} = \frac{10 \Omega * m}{2 * \pi * 1 m} * \left(\ln \frac{8 * 1 m}{0,016 m} - 1 \right) = 8,30 \Omega$$

$$R_{jPM} = \frac{10 \Omega * m}{2 * \pi * 1,50 m} * \left(\ln \frac{8 * 1,50 m}{0,016 m} - 1 \right) = 5,96 \Omega$$

$$R_{cc} = \frac{10 \Omega * m}{2 * \pi * 0,30 m}$$

$$\begin{aligned} & * \left(\ln \frac{4 * 0,30 m}{0,00451 m} + \ln \frac{0,30 m}{0,20 m} - 2 + \frac{2 * 0,20 m}{0,30 m} - \frac{(0,20 m)^2}{0,30 m} + \frac{(0,20 m)^4}{2 * 0,30 m} \right. \\ & \left. + \dots \right) = 27,57 \Omega \end{aligned}$$

$$R_l = \frac{1}{\frac{1}{8,30 \Omega} + \frac{1}{27,57 \Omega}} = 6,38 \Omega$$

$$R_{PM} = \frac{1}{\frac{1}{5,96 \Omega} + \frac{1}{27,57 \Omega}} = 4,90 \Omega$$

Al ser ambos valores menores que el adoptado como límite (10 Ω), se entiende que el sistema de PAT propuesto es adecuado para proteger las luminarias y los PM.

Dado que el resultado obtenido puede presentar cierta variabilidad en la práctica, se aconseja realizar una medición de resistencia de PAT una vez finalizada la obra.

9. Compuo de materiales y presupuesto

A continuación, se muestra, en forma tabulada, el cómputo final de materiales necesarios para la concreción de las obras de MT y BT. Conjuntamente, se indican los precios de los distintos elementos (y de la mano de obra requerida para instalarlos) de acuerdo a lo publicado por los proveedores en los meses agosto y septiembre del año 2023.

Por otro lado, se aclara que los valores finales expresados en dólares estadounidenses fueron obtenidos tomando como referencia una tasa de cambio de 350 pesos argentinos por cada unidad de divisa extranjera (350 AR\$ = 1 US\$).

9.1.Compuo de presupuesto para materiales de LSMT

Se detalla, a continuación, el presupuesto de materiales para LSMT:

Preparó: Federico Zorzenon (alumnos)	Revisó: GP	Aprobó:	Página 577 de 598
---	------------	---------	-------------------

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Item	Descripción	Cantidad		Precio unitario		Precio parcial	
1	Conductor subterráneo Prysmian Retenax Al-26/33 (36) kV - Cat. II - 1x185 mm ² - Al/XLPE	3075	m	20.970,51	AR\$/m	64.484.318,25	AR\$
2	Empalme termocontraible Raychem PCJ - 9003 - 33 kV - 1x185 mm ² - XLPE	6	u.	140.920,76	AR\$/u.	845.524,56	AR\$
3	Arena fina	122	m ³	14.100,00	AR\$/m ³	1.720.200,00	AR\$
4	Ladrillo macizo - 230x120x50 mm	10390	u.	99,90	AR\$/u.	1.037.961,00	AR\$
5	Malla de advertencia Maintec - PEBD lineal romboidal rojo - 30 cm	1015	m	433,86	AR\$/m	440.367,90	AR\$
6	Caño de protección - 160 mm - PVC	17	m	3.952,00	AR\$/m	67.184,00	AR\$
Subtotal materiales LSMT 1						68.595.555,71	AR\$

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Item	Descripción	Cantidad		Precio unitario		Precio parcial	
1	Celda de ingreso y salida de LSMT (manobra) Schneider Electric - SM6 - IM - 630 A - 36 kV - 12,50 kA	4	u.	16.321.200,00	AR\$/u.	65.284.800,00	AR\$
2	Celda de resguardo del transformador (protección) Schneider Electric - SM6 - QM - 630 A - 36 kV - 12,50 kA	2	u.	10.258.500,00	AR\$/u.	20.517.000,00	AR\$
3	Transformador de llenado integral Tadeo Czerweny Tesar - Relación 33 ± 2 x 2,5% / 0,4 kV - 630 kVA	2	u.	5.494.661,21	AR\$/u.	10.989.322,42	AR\$
4	Cabina prefabricada Autotrol Pampa 2 - Hormigón armado	2	u.	2.380.067,95	AR\$/u.	4.760.135,90	AR\$
5	Conductor desnudo de PAT Genrod ACC70 - 1x70 mm ² - Cu	50	m	10.857,10	AR\$/m	542.855,00	AR\$
6	Barra equipotencial de PAT Genrod 40 1050 - 500 mm ² - 250 mm - Cu	4	u.	42.702,54	AR\$/u.	170.810,16	AR\$
7	Jabalina de PAT Genrod JLIC1630 (L1630) - 5/8" (16 mm) - 3 m - Cu	8	u.	25.832,73	AR\$/u.	206.661,84	AR\$
8	Caja de inspección de PAT Genrod CI 3 - 25x25 cm - Fundición Fe	8	u.	7.260,00	AR\$/u.	58.080,00	AR\$
Subtotal materiales LSMT 2						102.529.665,32	AR\$

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Item	Descripción	Cantidad		Precio unitario		Precio parcial	
1	Conductor desnudo aéreo Prysmian Pryscu - 1x35 mm ² - Cu	40	m	5.472,68	AR\$/m	218.907,20	AR\$
2	Conector por presión de cuña Tyco Electronics AMPACT Serie Azul 600403	6	u.	2.682,44	AR\$/u.	16.094,64	AR\$
3	Conector por presión de cuña Tyco Electronics UDC simétrico tipo VII (blanco/rojo)	8	u.	1.305,56	AR\$/u.	10.444,48	AR\$
4	Cruceta Emprel S.R.L. MN 110 - UPN n°8 - 1820 mm - Acero	2	u.	38.362,63	AR\$/u.	76.725,26	AR\$
5	Brazo Emprel S.R.L. MN 41 - 710 mm - Acero	4	u.	4.264,48	AR\$/u.	17.057,92	AR\$
6	Seccionador unipolar a cuchilla Dosen UAC-P-H-O - 35 kV - 600 A - 20 kA	6	u.	209.492,50	AR\$/u.	1.256.955,00	AR\$
7	Descargador unipolar polimérico Dosen PV 10/36 - 36 kV - 10 kA	6	u.	43.823,50	AR\$/u.	262.941,00	AR\$
8	Terminal termocontraible Raychem HVT-E-353 y HVT-I-353 - 36 kV - 1x185 mm ² - Al/XLPE	30	u.	79.584,63	AR\$/u.	2.387.538,90	AR\$
9	Terminal de indentar LCT SCC 35/2 Verde y SCC 70/1 Negro - 35 mm ² y 70 mm ² - Cu	26	u.	1.627,45	AR\$/u.	42.313,70	AR\$
10	Malla flexible trenzada LCT - 35 mm ² - Cu	0,60	m	23.597,00	AR\$/m	14.158,20	AR\$
11	Chapa galvanizada de protección - 2 medias cañas encastrables - 3 m	6	m	7.980,00	AR\$/m	47.880,00	AR\$
Subtotal materiales LSMT 3						4.351.016,30	AR\$

Preparó: Federico Zorzenon
(alumnos)

Revisó: GP

Aprobó:

Página 580 de 598

Item	Precio parcial	
Subtotal materiales LSMT 1	68.595.555,71	AR\$
Subtotal materiales LSMT 2	102.529.665,30	AR\$
Subtotal materiales LSMT 3	4.351.016,30	AR\$
Subtotal materiales LSMT	175.476.237,31	AR\$
	501.360,68	US\$

Figura MC-191: Presupuesto para materiales de LSMT.

9.2. Computo de presupuesto para materiales de LSBT

Se detalla, a continuación, el presupuesto de materiales para LSBT:

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Item	Descripción	Cantidad		Precio unitario		Precio parcial	
1	Conductor subterráneo Prysmian Retenax Valio - 0,6/1 kV - Cat. II - 3x185/95 mm2 - Al/XLPE	6438	m	22.434,00	AR\$/m	144.430.092,00	AR\$
	Conductor subterráneo Prysmian Retenax Valio - 0,6/1 kV - Cat. II - 3x70/35 mm2 - Cu/PVC	4341	m	45.381,27	AR\$/m	197.000.093,07	AR\$
	Conductor subterráneo Prysmian Retenax Valio - 0,6/1 kV - Cat. II - 2x16 mm2 - Cu/PVC	3044	m	6.528,50	AR\$/m	19.872.754,00	AR\$
2	Empalme termocontraible Raychem ERT 185/400 - 1 kV - 3x185/95 mm2 - XLPE	26	u.	41.008,43	AR\$/u.	1.066.219,18	AR\$
	Empalme termocontraible Raychem ERT 70/150 - 1 kV - 3x70/35 mm2 - PVC	9	u.	24.352,70	AR\$/u.	219.174,30	AR\$
	Empalme termocontraible Raychem ERT 10/35 - 1 kV - 2x16 mm2 - PVC	6	u.	8.454,04	AR\$/u.	50.724,24	AR\$
3	Terminal termocontraible Raychem ETA 0063 - 1 kV - 3x185/95 mm2 - Al/XLPE	70	u.	12.950,00	AR\$/u.	906.500,00	AR\$
	Terminal termocontraible Raychem ETA 0047 - 1 kV - 3x70/35 mm2 - Cu/PVC	214	u.	9.008,00	AR\$/u.	1.927.712,00	AR\$
	Terminal termocontraible Raychem ETA 0013 - 1 kV - 2x16 mm2 - Cu/PVC	174	u.	6.380,00	AR\$/u.	1.110.120,00	AR\$
4	Caño de protección - 110 mm - PVC	384	m	1.100,00	AR\$/m	422.400,00	AR\$
5	Ladrillo macizo - 230x120x50 mm	57146	u.	99,90	AR\$/u.	5.708.885,40	AR\$
6	Arena fina	797	m3	14.100,00	AR\$/m3	11.237.700,00	AR\$
Subtotal materiales LSB T 1						383.952.374,19	AR\$

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Item	Descripción	Cantidad		Precio unitario		Precio parcial	
1	Tablero principal para distribución urbana Pronutec Gorlan con envolvente tipo DIN - 440 V - 630 A	4	u.	525.000,00	AR\$/u.	2.100.000,00	AR\$
2	Tablero secundario para distribución urbana Pronutec Gorlan con envolvente tipo DIN - 440 V - 630 A	10	u.	525.000,00	AR\$/u.	5.250.000,00	AR\$
3	Fusible de cuchillas para tablero de distribución SIBA NH gG - 500V - 125 A, 160 A, 200 A, 315 A, 500 A y 630 A	168	u.	4.750,00	AR\$/u.	798.000,00	AR\$
4	Tablero de iluminación para alumbrado público Pronutec Gorlan PNT ALP 13-IP - 440 V	10	u.	605.449,78	AR\$/u.	6.054.497,80	AR\$
5	Pilar de medición trifásico de doble acometida subterránea Gallará PTHS-600/PTHS-602 - Hormigón	68	u.	104.893,00	AR\$/u.	7.132.724,00	AR\$
6	Luminaria LED para alumbrado exterior BAEL Garden Pro 50 - 50 W - 6000 lm	87	u.	32.898,69	AR\$/u.	2.862.186,03	AR\$
7	Jabalina de PAT Genrod JLJC1610 (Jab. 5/8" x 1000 mm) y JLJC1615 (L1615) - 5/8" (16 mm) - 1 m y 1,50 m - Cu	108	u.	13.693,59	AR\$/u.	1.478.907,72	AR\$
8	Caja de inspección de PAT Genrod CI 3 - 25x25 cm - Fundición Fe	108	u.	7.260,00	AR\$/u.	784.080,00	AR\$
9	Conductor desnudo de PAT Genrod ACC16 - 1x16 mm ² - Cu	33	m	2.524,49	AR\$/m	83.308,17	AR\$
10	Terminal de indentar LCT SCC 16/1 - 16 mm ² - Cu	195	u.	542,06	AR\$/u.	105.701,70	AR\$
11	Barra equipotencial de PAT Genrod 40 1050 - 500 mm ² - 150 mm - Cu	108	u.	25.621,52	AR\$/u.	2.767.124,16	AR\$
Subtotal materiales LSBT 2						29.416.529,58	AR\$

Item	Precio parcial	
Subtotal materiales LSBT 1	383.952.374,19	AR\$
Subtotal materiales LSBT 2	29.416.529,58	AR\$
Subtotal materiales LSBT	413.368.903,77	AR\$
	1.181.054,01	US\$

Figura MC-192: Presupuesto para materiales de LSBT.

9.3.Computo de presupuesto para materiales de LSMT y LSBT

Se detalla, a continuación, el presupuesto de materiales para LSMT y LSBT:

Item	Precio parcial	
Subtotal materiales LSMT	175.476.237,30	AR\$
Subtotal materiales LSBT	413.368.903,77	AR\$
Subtotal materiales	588.845.141,07	AR\$
	1.682.414,69	US\$

Figura MC-193: Presupuesto para materiales de LSMT y LSBT.

9.4.Computo de presupuesto para mano de obra de LSMT y LSBT

Se detalla, a continuación, el presupuesto de mano de obra para LSMT y LSBT:

Línea suministro en media tensión (MT) y distribución en baja tensión (BT) para nuevo emprendimiento inmobiliario

PFC-2203D
MC-Rev.06

Item	Descripción	Cantidad	u.	Precio unitario	Precio parcial	u.
1	Armado de acometida aérea-subterránea, incluye colocación de seccionadores y descargadores, conexión a línea de distribuidora y PAT	2	u.	21.515,95	43.031,90	AR\$
2	Tendido y conexionado de LSMT, incluye zanjeo, colocación de capas de protección mecánica para conductores y compactación.	1025	m	1.164,83	1.193.950,75	AR\$
3	Construcción de cámara de inspección, incluye armado de recinto y colocación de ductos de entrada/salida	2	u.	2.621,50	5.243,00	AR\$
4	Instalación de centro de transformación, incluye cavado de pozo, colocación de cabina prefabricada, de celdas de maniobra/protección y de transformador y PAT	2	u.	84.939,04	169.878,08	AR\$
5	Tendido y conexionado de LSBT, incluye zanjeo, colocación de capas de protección mecánica para conductores y compactación.	13823	m	830,34	11.477.789,82	AR\$
6	Instalación de tableros principales/secundarios de distribución en las proximidades de los centros de transformación o en veredas	14	u.	10.638,06	148.932,84	AR\$
7	Instalación de tableros de iluminación en veredas	10	u.	6.728,34	67.283,40	AR\$
8	Instalación de pilares de iluminación en líneas medianeras de terrenos adyacentes y PAT donde corresponda	68	u.	10.638,06	723.388,08	AR\$
9	Instalación de luminarias de alumbrado exterior en veredas y PAT	87	u.	5.682,12	494.344,44	AR\$
Subtotal mano de obra					14.323.842,31	AR\$
					40.925,26	US\$

Figura MC-194: Presupuesto para mano de obra de LSMT y LSBT.

9.5. Computo de presupuesto total

Con el fin de obtener el valor final del presupuesto requerido para la concreción de la instalación, se adiciona a los previamente detallados el costo de los honorarios relacionados con el proyecto, la dirección e inspección de obra, la representación técnica y la asesoría.

De acuerdo a lo explicado en la Referencia Bibliográfica 40, el mismo asciende al 7% del total demandado por la suma de los materiales y la mano de obra, por lo que se establece en:

$$\text{Subtotal ingeniería} = 0,07 * (\text{Subtotal materiales} + \text{Subtotal mano de obra})$$

$$\text{Subtotal ingeniería} = 0,07 * (\text{AR\$ } 588.845.141,10 + \text{AR\$ } 14.323.842,31)$$

$$\text{Subtotal ingeniería} = \text{AR\$ } 42.221.828,84$$

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se detalla, a continuación, el presupuesto total para LSMT y LSBT:

Item	Precio parcial	
Subtotal materiales	588.845.141,10	AR\$
Subtotal mano de obra	14.323.842,31	AR\$
Subtotal ingeniería	42.221.828,84	AR\$
Total	645.390.812,25	AR\$
	1.843.973,75	US\$

Figura MC-195: Presupuesto total para LSMT y LSBT.

10. Listado de tablas

- Tabla MC-1: Comparación entre los distintos tipos de líneas utilizables.

11. Listado de figuras

- Figura MC-1: Ubicación general y vista aérea del predio en el que se alojará el emprendimiento.
- Figura MC-2: Distribución de zonas propuesta y extensión de la primera etapa (delimitada por líneas rojas).
- Figura MC-3: Densidades de carga mínimas en función del tipo de infraestructura.
- Figura MC-4: Factor de ocupación de suelo en función del tipo de distrito.
- Figura MC-5: Grado de electrificación de las viviendas en función de su superficie edificada por parcela.
- Figura MC-6: Factores de simultaneidad en función del tipo de infraestructura.
- Figura MC-7: Factores de carga en función del número de unidades que posea el loteo.
- Figura MC-8: Características de los conductores subterráneos de aluminio para MT de Prysmian.
- Figura MC-9: Longitud del contorno del predio.
- Figura MC-10: Constante adimensional en función del material y del tipo de aislación del conductor.
- Figura MC-11: Características de los empalmes termocontraíbles para MT de Raychem.
- Figura MC-12: Corte de zanja para LSMT de 33 kV.
- Figura MC-13: Características de mallas de advertencia de Maintec.
- Figura MC-14: Dimensiones de la cámara de inspección.
- Figura MC-15: Características de los transformadores de llenado integral de Tadeo Czerwony Tesar.
- Figura MC-16: Características de los celdas aisladas en aire de Schneider Electric.
- Figura MC-17: Tabla de selección de fusibles para celdas QM de Schneider Electric.

- Figura MC-18: Características de los fusibles Fusarc CF de Schneider Electric.
- Figura MC-19: Medidas del transformador.
- Figura MC-20: Medidas del conjunto de celdas.
- Figura MC-21: Lay-out interno de una cabina prefabricada.
- Figura MC-22: Dimensiones de la cabina prefabricada de Autotrol.
- Figura MC-23: Instalación de PAT de un centro de transformación.
- Figura MC-24: Características de las jabalinas de Genrod para la LSMT.
- Figura MC-25: Características de las cajas de inspección de Genrod para la LSMT.
- Figura MC-26: Características de conductores desnudos de Genrod para la LSMT.
- Figura MC-27: Características de los terminales de indentar SCC 70/1 de LCT.
- Figura MC-28: Constante adimensional en función del material y de las condiciones de trabajo de la barra.
- Figura MC-29: Características de las barras rígidas de cobre de Genrod para la LSMT.
- Figura MC-30: Dimensiones de la malla de PAT.
- Figura MC-31: Constantes adimensionales en función de la geometría de la malla.
- Figura MC-32: Características de las crucetas metálicas de Emprel S.R.L.
- Figura MC-33: Características de los brazos metálicos de Emprel S.R.L.
- Figura MC-34: Características de los seccionadores unipolares a cuchilla de Dosen.
- Figura MC-35: Características de los descargadores de sobretensiones de Dosen.
- Figura MC-36: Características de los conductores desnudos de cobre de Prysmian.
- Figura MC-37: Características de los conductores desnudos de aluminio-acero de Prysmian.
- Figura MC-38: Características de los conectores tipo Ampact de Tyco Electronics.
- Figura MC-39: Características de los conectores tipo UDC de Tyco Electronics.
- Figura MC-40: Características de los terminales termocontraíbles para MT de Raychem.
- Figura MC-41: Características de los terminales de indentar SCC 35/2 de LCT.
- Figura MC-42: Características de las mallas flexibles de LCT.
- Figura MC-43: Coeficiente de simultaneidad en función del grado de electrificación.
- Figura MC-44: Distribuidor eléctrico genérico.

- Figura MC-45: Características de los conductores subterráneos de cobre de 70/35 mm² para BT de Prysmian.
- Figura MC-46: Diagrama de cargas del distribuidor D11.
- Figura MC-47: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D11.
- Figura MC-48: Diagrama de cargas del distribuidor D12.
- Figura MC-49: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D12.
- Figura MC-50: Diagrama de cargas del distribuidor D21.
- Figura MC-51: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D21.
- Figura MC-52: Diagrama de cargas del distribuidor D22.
- Figura MC-53: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D22.
- Figura MC-54: Diagrama de cargas del distribuidor D31.
- Figura MC-55: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D31.
- Figura MC-56: Diagrama de cargas del distribuidor D32.
- Figura MC-57: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D32.
- Figura MC-58: Diagrama de cargas del distribuidor D33.
- Figura MC-59: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D33.
- Figura MC-60: Diagrama de cargas del distribuidor D41.
- Figura MC-61: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D41.
- Figura MC-62: Diagrama de cargas del distribuidor D42.
- Figura MC-63: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D42.
- Figura MC-64: Diagrama de cargas del distribuidor D51.
- Figura MC-65: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D51.
- Figura MC-66: Diagrama de cargas del distribuidor D52.
- Figura MC-67: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D52.
- Figura MC-68: Diagrama de cargas del distribuidor D61.
- Figura MC-69: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D61.
- Figura MC-70: Diagrama de cargas del distribuidor D62.
- Figura MC-71: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D62.
- Figura MC-72: Diagrama de cargas del distribuidor D71.

- Figura MC-73: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D71.
- Figura MC-74: Diagrama de cargas del distribuidor D72.
- Figura MC-75: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D72.
- Figura MC-76: Diagrama de cargas del distribuidor D81.
- Figura MC-77: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D81.
- Figura MC-78: Diagrama de cargas del distribuidor D82.
- Figura MC-79: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D82.
- Figura MC-80: Diagrama de cargas del distribuidor D91.
- Figura MC-81: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D91.
- Figura MC-82: Diagrama de cargas del distribuidor D92.
- Figura MC-83: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D92.
- Figura MC-84: Diagrama de cargas del distribuidor D101.
- Figura MC-85: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D101.
- Figura MC-86: Diagrama de cargas del distribuidor D102.
- Figura MC-87: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor D102.
- Figura MC-88: Clasificación de las calzadas en función de sus características de tránsito.
- Figura MC-89: Iluminancia inicial promedio, uniformidad y grado de apantallamiento en función de la clasificación de las calzadas.
- Figura MC-90: Características de las luminarias Garden Pro de BAEL.
- Figura MC-91: Altura de la luminaria en función del flujo luminoso de la lámpara.
- Figura MC-92: Vista frontal de la geometría de montaje de las luminarias.
- Figura MC-93: Geometría más adecuada en función del factor de montaje.
- Figura MC-94: Factor de utilización en función del de montaje.
- Figura MC-95: Características de los conductores subterráneos de cobre de 16 mm² para BT de Prysmian.
- Figura MC-96: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI11.
- Figura MC-97: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI11.

- Figura MC-98: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI12.
- Figura MC-99: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI12.
- Figura MC-100: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI21.
- Figura MC-101: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI21.
- Figura MC-102: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI22.
- Figura MC-103: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI22.
- Figura MC-104: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI31.
- Figura MC-105: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI31.
- Figura MC-106: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI32.
- Figura MC-107: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI32.
- Figura MC-108: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI33.
- Figura MC-109: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI33.
- Figura MC-110: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI41.
- Figura MC-111: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI41.
- Figura MC-112: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI42.
- Figura MC-113: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI42.
- Figura MC-114: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI51.
- Figura MC-115: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI51.
- Figura MC-116: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI52.

- Figura MC-117: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI52.
- Figura MC-118: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI61.
- Figura MC-119: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI61.
- Figura MC-120: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI62.
- Figura MC-121: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI62.
- Figura MC-122: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI71.
- Figura MC-123: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI71.
- Figura MC-124: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI72.
- Figura MC-125: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI72.
- Figura MC-126: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI81.
- Figura MC-127: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI81.
- Figura MC-128: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI82.
- Figura MC-129: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI82.
- Figura MC-130: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI91.
- Figura MC-131: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI91.
- Figura MC-132: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI92.
- Figura MC-133: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI92.
- Figura MC-134: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI101.
- Figura MC-135: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI101.

- Figura MC-136: Diagrama de cargas del distribuidor de iluminación DI102.
- Figura MC-137: Caída de tensión porcentual acumulada del distribuidor de iluminación DI102.
- Figura MC-138: Características de los conductores subterráneos de aluminio de 185/95 mm² para BT de Prysmian.
- Figura MC-139: Caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos de la LSBT en condiciones normales de trabajo.
- Figura MC-140: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D12 y D61 en caso de falla del distribuidor D61.
- Figura MC-141: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D12 y D61 en caso de falla del distribuidor D12.
- Figura MC-142: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D22 y D71 en caso de falla del distribuidor D71.
- Figura MC-143: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D22 y D71 en caso de falla del distribuidor D22.
- Figura MC-144: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D52 y D81 en caso de falla del distribuidor D81.
- Figura MC-145: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D52 y D81 en caso de falla del distribuidor D52.
- Figura MC-146: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D11 y D21 en caso de falla del distribuidor D21.
- Figura MC-147: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D11 y D21 en caso de falla del distribuidor D11.
- Figura MC-148: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D62 y D72 en caso de falla del distribuidor D72.
- Figura MC-149: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D62 y D72 en caso de falla del distribuidor D62.
- Figura MC-150: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D31 y D33 en caso de falla del distribuidor D33.

- Figura MC-151: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D31 y D33 en caso de falla del distribuidor D31.
- Figura MC-152: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D32 y D33 en caso de falla del distribuidor D33.
- Figura MC-153: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D32 y D33 en caso de falla del distribuidor D32.
- Figura MC-154: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D41 y D51 en caso de falla del distribuidor D51.
- Figura MC-155: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D41 y D51 en caso de falla del distribuidor D41.
- Figura MC-156: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D82 y D92 en caso de falla del distribuidor D92.
- Figura MC-157: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D82 y D92 en caso de falla del distribuidor D82.
- Figura MC-158: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D92 y D102 en caso de falla del distribuidor D102.
- Figura MC-159: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D92 y D102 en caso de falla del distribuidor D92.
- Figura MC-160: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D91 y D101 en caso de falla del distribuidor D101.
- Figura MC-161: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D91 y D101 en caso de falla del distribuidor D91.
- Figura MC-162: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D42 y D91 en caso de falla del distribuidor D91.
- Figura MC-163: Diagrama de cargas y caída de tensión porcentual acumulada del cierre entre los distribuidores D42 y D91 en caso de falla del distribuidor D42.
- Figura MC-164: Caídas de tensión porcentuales individuales en alimentadores principales y secundarios en condiciones de emergencia.

- Figura MC-165: Caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos de la LSBT en condiciones de emergencia por falla de distribuidores.
- Figura MC-166: Caídas de tensión porcentuales individuales en distribuidores de pilares de medición, distribuidores de iluminación y alimentadores de iluminación en condiciones de emergencia.
- Figura MC-167: Caída de tensión porcentual acumulada para cada combinación de tramos de la LSBT en condiciones de emergencia por falla de los alimentadores secundarios.
- Figura MC-168: Resumen de secciones y longitudes de conductores para la LSBT.
- Figura MC-169: Características de los empalmes termocontraibles para BT de Raychem.
- Figura MC-170: Características de los terminales termocontraibles para BT de Raychem.
- Figura MC-171: Cortes de zanja para los distintos tramos de la LSBT.
- Figura MC-172: Cantidad de arena requerida para las zanjas de BT.
- Figura MC-173: Cantidad de ladrillos requerida para las zanjas de BT.
- Figura MC-174: Longitud de caño requerida para las zanjas de BT.
- Figura MC-175: Características de los armarios de distribución urbana de Pronutec Gorlan.
- Figura MC-176: Número de salidas para los distintos tableros principales y secundarios.
- Figura MC-177: Características de los fusibles SIBA NH gG de Pronutec Gorlan.
- Figura MC-178: Número de fusibles para cada tablero principal y secundario.
- Figura MC-179: Características de los armarios de alumbrado público de Pronutec Gorlan.
- Figura MC-180: Número de salidas para los distintos tableros de iluminación.
- Figura MC-181: Número de pilares de medición para cada distribuidor.
- Figura MC-182: Características de las jabalinas de Genrod para la LSBT.
- Figura MC-183: Número de jabalinas para cada distribuidor y distribuidor de iluminación.

- Figura MC-184: Características de las cajas de inspección de Genrod para la LSBT.
- Figura MC-185: Corrientes de cortocircuito para cada distribuidor y distribuidor de iluminación.
- Figura MC-186: Secciones mínimas requeridas por los conductores de PAT de cada distribuidor y distribuidor de iluminación.
- Figura MC-187: Características de los conductores desnudos de Genrod para la LSBT.
- Figura MC-188: Características de los terminales de indentar SCC 16/1 de LCT.
- Figura MC-189: Secciones mínimas requeridas por las barras equipotenciales de cada distribuidor y distribuidor de iluminación.
- Figura MC-190: Características de las barras rígidas de cobre de Genrod para la LSBT.
- Figura MC-191: Presupuesto para materiales de LSMT.
- Figura MC-192: Presupuesto para materiales de LSBT.
- Figura MC-193: Presupuesto para materiales de LSMT y LSBT.
- Figura MC-194: Presupuesto para mano de obra de LSMT y LSBT.
- Figura MC-195: Presupuesto total para LSMT y LSBT.

12. Referencias bibliográficas

1. Energía de Entre Ríos S.A. (2005). Procedimiento DTI-006: Obras construidas por terceros y cedidas a ENERSA. Anexo 002-00: Condiciones particulares para proyectos de BT.
2. Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). AEA 90364: Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles. Parte 7: Reglas particulares para instalaciones en lugares y locales especiales. Sección 771: Viviendas, oficinas y locales (unitarios).
3. Municipalidad de Concepción del Uruguay. (1999). Proyectos urbanos estratégicos para el desarrollo de la ciudad de Concepción del Uruguay. Código. Plan estratégico de Concepción del Uruguay.
4. Prysmian Group. (2021). Ficha técnica de cables subterráneos modelo Retenax MT.

5. Energía de Entre Ríos S.A. (2012). Especificación técnica GI-200-000: Transformadores trifásicos de transmisión 132/33/13,2 kV.
6. Raychem. (s.f.). Catálogo de elementos de conexión para media tensión hasta 36 kV.
7. Energía de Entre Ríos S.A. (2005). Tipo Constructivo GI-4903: Plano detalle corte de zanjas para cable subterráneo.
8. Energía de Entre Ríos S.A. (s.f.). Consideración para los tendidos subterráneos.
9. Energía de Entre Ríos S.A. (s.f.). Especificación técnica para el tendido de conductores subterráneos.
10. Maintec Ingeniería S.R.L. (2019). Ficha técnica de malla de advertencia para redes soterradas.
11. Tadeo Czerweny Tesar. (2021). Ficha técnica de transformadores de distribución.
12. Schneider Electric. (2020). Ficha Técnica de celdas aisladas en aire modelo SM6.
13. Centros de transformación. (22 de junio de 2022). Autotrol. <http://www.autotrol.net/es/sistemas-de-potencia-2/>
14. Fernández, A. (2007). Avances tecnológicos en subestaciones. Links. 10 (24), 9. <http://www.autotrol.net/es/links/Links-24.pdf>
15. Autotrol S.A. (2003). Plano de centro compacto de transformación en hormigón armado modelo Pampa 2.
16. Genrod. (s.f.). Catálogo de elementos de puesta a tierra.
17. L.C.T. (s.f.). Ficha técnica de terminales de indentar de cobre modelo SCC.
18. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996). IRAM 2281-3: Puesta a tierra de sistemas eléctricos, instalaciones industriales y domiciliarias (inmuebles) y redes de baja tensión – Código de práctica.
19. Genrod. (s.f.). Ficha técnica de gabinetes modulares S97.
20. Ente Provincial Regulador de la Energía de Entre Ríos. (2008). Resolución 206/08.
21. Energía de Entre Ríos S.A. (2005). Tipo Constructivo 130-001: Acometida subterránea a línea aérea 13,2 kV.
22. Emprel S.R.L. (2012). Catálogo de morsetería y herrajes para líneas aéreas preensambladas y de baja y media tensión.
23. Dosen S.A. (s.f.). Ficha técnica de seccionadores unipolares a cuchilla modelo UAC.

24. Dosen S.A. (s.f.). Ficha técnica de descargadores de sobretensiones poliméricos modelo PV.
25. Prysmian Group. (2021). Ficha técnica de cables desnudos de cobre modelo Pryscu.
26. Prysmian Group. (2021). Ficha técnica de cables desnudos de aluminio-acero modelo Prysalac.
27. Tyco Electronics. (s.f.). Ficha técnica de conectores por presión de cuña modelo Ampact.
28. Tyco Electronics. (s.f.). Ficha técnica de conectores por presión de cuña modelo UDC.
29. L.C.T. (s.f.). Ficha técnica de mallas flexibles de cobre.
30. Prysmian Group. (2021). Ficha técnica de cables subterráneos modelo Retenax Valio.
31. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Asociación Argentina de Luminotecnia. (2010). IRAM-AADL J 2022-2: Alumbrado público – Vías de tránsito – Parte 2: Clasificación y niveles de iluminación.
32. BAEL S.A. (s.f.). Ficha técnica de las farolas LED para alumbrado exterior Garden Pro.
33. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Asociación Argentina de Luminotecnia. (2003). IRAM-AADL J 2022-4: Alumbrado público – Pautas para el diseño y guía de cálculo.
34. Universidad Nacional de Tucumán. Laboratorio de Luminotecnia. (2019). Ensayo fotométrico de luminaria para alumbrado público.
35. Raychem. (s.f.). Catálogo de elementos de conexión para baja tensión hasta 1 kV.
36. Energía de Entre Ríos S.A. (s.f.). Cortes para cables subterráneos de baja tensión.
37. Pronutec Gorlan Team (s.f.). Catálogo de cuadros de distribución.
38. Pronutec Gorlan Team (s.f.). Catálogo de fusibles SIBA.
39. Grupo Gallará (s.f.). Fichas técnicas de pilares de luz.
40. Legislatura de la provincia de Entre Ríos. (2020). Ley de honorarios mínimos para profesionales del CIEER.