



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISEÑO Y CÁLCULO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN EN SUBESTACIÓN 132/20 kV

**D. PRIETO ALONSO, Lucas
TUTOR: D. JOSÉ COTO ALADRO**

FECHA: Junio 2019

MEMORIA

TOTAL HOJAS:

HOJA N°:

79

2

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO.....	6
2. EMPLAZAMIENTO.....	9
3. CONDICIONES GENERALES	12
3.1. VALLADO PERIMETRAL	12
3.2. TRATAMIENTO DEL TERRENO SUPERFICIAL.....	12
3.3. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS.....	12
3.4. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.....	13
3.5. CANALIZACIONES Y CONDUCCIONES.....	13
3.6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.....	13
3.7. SISTEMA DE CONTROL.....	13
3.8. CONDICIONES ACÚSTICAS.....	14
3.9. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	14
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	16
4.1. ADECUACIÓN SALA ELÉCTRICA	16
4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED.....	16
4.3. EQUIPOS PRINCIPALES	17
4.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CELDAS DE 22 KV.....	17
4.3.2. CONDICIONES DE SERVICIO.....	20
4.3.3. NORMAS DE APLICACIÓN	21
4.3.4. DESCRIPCIÓN PARTICULAR DE LAS CELDAS	21
4.3.5. CABLES 22 kV Y ACCESORIOS	27
4.3.5.1. Cables.....	27

4.3.5.2.	Accesorios	33
4.4.	OTROS EQUIPOS	35
4.4.1.	EMBARRADOS 22 KV	35
4.4.2.	RACORES DE CONEXIÓN 22 kV	35
4.4.3.	PARARRAYOS 22 kV	36
4.4.4.	ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	37
4.4.4.1.	Generalidades.....	37
4.4.4.2.	Fabricación.....	38
4.4.4.3.	Acabado final	39
4.4.4.4.	Montaje	39
4.4.4.5.	Tornillería.....	40
4.4.5.	CABLES DE MANDO, MEDIDA Y PROTECCIÓN	40
4.5.	AUXILIARES DE SALA ELÉCTRICA	41
4.5.1.	ALUMBRADO	42
4.5.2.	RED DE TIERRAS.....	43
4.5.3.	SEÑALIZACIÓN.....	44
4.6.	PROTECCIONES, MANDO, CONTROL, MEDIDA Y CONTROL.....	44
4.6.1.	NIVELES DE MANDO.....	44
4.6.2.	ENCLAVAMIENTOS.....	45
4.6.3.	TELEMANDO	46
4.6.4.	PROTECCIONES – REENGANCHE.....	46
5.	CÁLCULOS	47
5.1.	DISTANCIAS MÍNIMAS	47
5.1.1.	DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES.....	47
5.1.2.	DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN.....	47
5.1.3.	DISTANCIAS PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD A ELEMENTOS EN TENSIÓN	48
5.1.4.	DISTANCIAS EN ONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN	49
5.2.	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	49
5.1.	NIVELES DE CORTOCIRCUITO	51

MEMORIA

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

5

5.2.	LÍMITES TÉRMICOS DE LAS POSICIONES.....	51
5.3.	LÍMITES DINÁMICOS DE LAS POSICIONES.....	52
5.4.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	52
5.5.	DIMENSIONADO DE EMBARRADOS.....	52
5.6.	DIMENSIONADO DE LA RED DE TIERRAS	54
6.	PLANIFICACIÓN	56
7.	NORMAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	57
7.1.	NORMAS UNE	57
7.2.	REGLAMENTACIÓN.....	59

1. ANTECEDENTES Y OBJETO

HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U. (HC Distribución en adelante), es propietaria de la subestación de energía eléctrica denominada “Subestación Pumarín”, situada en Gijón, Principado de Asturias. Dicha subestación se compone de los equipos necesarios para la transformación y distribución de energía eléctrica en los niveles de tensión de 132 kV, 50 kV y 22 kV. La instalación de 132 kV se sitúa en el parque de intemperie exterior, mientras que las de 50 kV y 22kV se encuentran en el interior del edificio de la subestación. El presente documento se centra en este último nivel, al que se asocian tres salas eléctricas de celdas denominadas Salas de Barras A, B y C.

De cara a modernizar sus instalaciones, garantizar la continuidad de estas y mejorar el servicio y la calidad de suministro eléctrico a sus consumidores, HC Distribución requiere el reemplazo y actualización tecnológica de la aparamenta asociada a la llamada Sala de Barras A. La actual sala de 22 kV, consta de dieciocho (18) celdas de aislamiento de aire, una tecnología obsoleta en la actualidad con la aparición del aislamiento en gas SF6, más compacto y seguro. Para llevar a cabo la instalación del nuevo conjunto de celdas manteniendo la continuidad de servicio, esta se realizará en una nueva ubicación dentro de la subestación.



Figura 1 - Vista general exterior de la Subestación Pumarín de HC Distribución.

Para la elaboración del presente documento se han seguido las disposiciones fijadas en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a ITC-RAT23.

El alcance de las actuaciones incluidas en el presente proyecto de “**Instalación de Nuevas Celdas 22 en Sala de Barras A de Subestación Pumarín**” es el siguiente:

- Instalación de un nuevo conjunto de quince (15) celdas de MT para 22 kV y de tres (3) celdas adicionales de paso de barras. Se incluirán todas las actuaciones necesarias para la adecuación de la sala en que se ubicarán así como todos los sistemas auxiliares para su funcionamiento.
- Tendido de dos (2) nuevas líneas de alimentación de MT desde los transformadores de potencia T3 y T5 existentes a las nuevas celdas de posición de transformador incluidas en el alcance de este proyecto.



Figura 2 - Vista general del Transformador de Potencia 3.

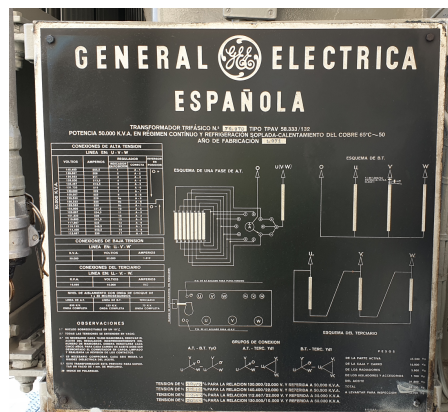


Figura 3 – Placa de características del Transformador de Potencia 3.



Figura 4 - Vista general del Transformador de Potencia 5.

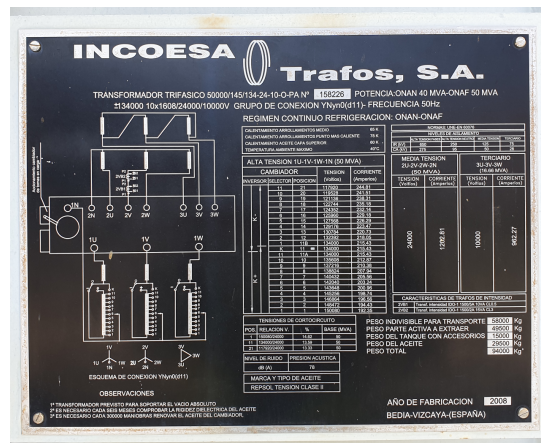


Figura 5 - Placa de características del Transformador de Potencia 5.

- Tendido de nuevas líneas de interconexión entre acoplamientos longitudinales de salas A, B y C.

Adicionalmente, el presente proyecto definirá técnicamente y valorará las nuevas instalaciones para la solicitud de la **Autorización Administrativa y Aprobación** de este, así como, en el momento procedente, la correspondiente **Autorización de Explotación**.

2. EMPLAZAMIENTO

La Subestación Pumarín se sitúa en la Avenida de Oviedo 230, en Gijón (Principado de Asturias) con las siguientes coordenadas: $43^{\circ}31'05.9''N$, $5^{\circ}41'11.9''W$, tal como se muestra en la *Figura 6* y en los planos *2019MINGINDLPAG1* y *2019MINGINDLPAG2*.

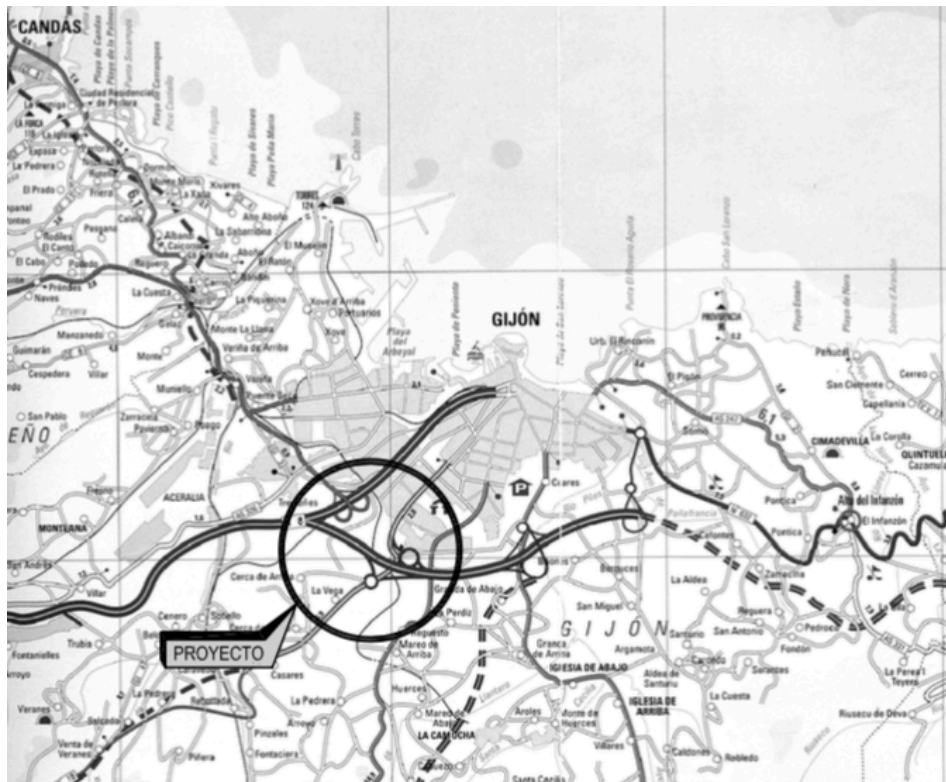


Figura 6 - Ubicación Subestación Pumarín.

Las Salas de Barras A, B y C de 22 kV se sitúan en el interior del edificio de la subestación junto con la aparatamenta de 50 kV. En cuanto a los transformadores de AT de 132 kV junto con el parque de intemperie asociado, se sitúan en el exterior. La distribución de la subestación se muestra en la *Figura 7*, *Figura 8* y *Figura 9*.

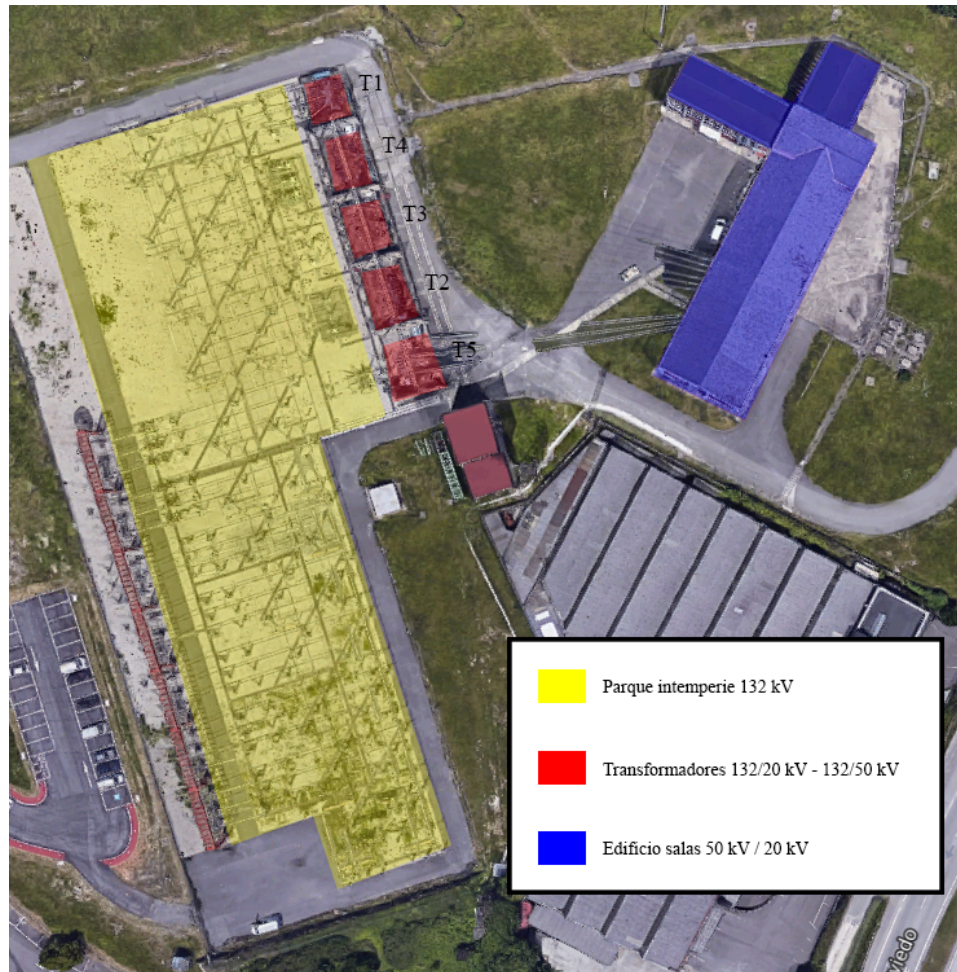


Figura 7 - Distribución niveles de tensión.



Figura 8 - Parque de intemperie de 132 kV.



Figura 9 - Zona de transformadores.

3. CONDICIONES GENERALES

En este apartado se describen las condiciones de la instalación previas a la ejecución de las intervenciones previstas por el presente documento. Estas condiciones tendrán influencia directa en la elección y configuración de los equipos y materiales a emplear.

3.1. VALLADO PERIMETRAL

El entorno de la subestación se encuentra delimitado por un cierre perimetral dotado de control de accesos. No se requiere modificación alguna del mismo para la ejecución de este Proyecto.

3.2. TRATAMIENTO DEL TERRENO SUPERFICIAL

Se realizarán pequeñas excavaciones en el terreno con el objeto de construir nuevas canalizaciones para los caminos de cables. Se prevé el reacondicionamiento de este una vez estas actuaciones finalicen.

3.3. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Las condiciones atmosféricas y ambientales del emplazamiento descrito son las siguientes:

Altura sobre el nivel del mar	16 msnm
Tipo de zona	A ¹
Temperaturas min. / máx.	-15°C / 45°C
Velocidad viento máx.	120 km/h
Índice contaminación ambiental	Bajo
Aceleración sísmica máxima	< 0,04g ²

¹ Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, se clasifican como Zona A, las situadas a menos 500 metros de altitud sobre el nivel del mar, lo que implica que no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

² De acuerdo con la norma NCSE-02 (Norma Construcción Sismorresistente) no se requieren actuaciones concretas frente a fenómenos de naturaleza sísmica, si la aceleración máxima permanece por debajo de 0,04g.

3.4. PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Toda estructura metálica de nueva construcción o que sufra algún tipo de modificación durante el transcurso de los trabajos previstos en el presente Proyecto, debe ser sometida a un proceso de galvanizado en caliente y pintado mediante pintura color verde reseda RAL 6011, de acuerdo con los estándares de HC Distribución. Adicionalmente, la tornillería y accesorios empleados en dichas estructuras serán de acero inoxidable para evitar su corrosión.

3.5. CANALIZACIONES Y CONDUCCIONES

Para la interconexión de los transformadores de potencia T3 y T5 con las nuevas celdas de 22 kV a instalar, se construirán nuevos caminos de cables de acuerdo con el plano *2019MINGINDLPAC7*.

3.6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Todas las instalaciones exteriores, en el caso de este Proyecto, los embarrados de 22 kV de los transformadores de potencia T3 y T5, deben protegerse contra el efecto de descargas atmosféricas. La subestación ya se encuentra protegida por una red de tierras superiores. Adicionalmente, se disponen conjuntos de autoválvulas - pararrayos que protegen los equipos dispuestos.

3.7. SISTEMA DE CONTROL

Para las nuevas celdas de 22 kV a instalar, la protección y control de la aparamenta de estas se llevará a cabo desde cada una de ellas. Estas unidades de control y protección irán a su vez comunicadas mediante cables específicos con el cuadro de control y protección general de la subestación.

3.8. CONDICIONES ACÚSTICAS

La única fuente de emisiones acústicas en la nueva instalación proyectada será la apertura y cierre de los interruptores automáticos de las nuevas celdas. En todo caso serán siempre inferiores a las emisiones provocadas por la aparamenta actual. Considerando que la distancia al cerramiento exterior de la subestación es superior a 50 metros, no se considera que el impacto acústico supere los límites indicados en el R.D. 1367/2007.

3.9. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

La ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión establece que “en el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones”.

De acuerdo con el RD 1066/2001, se establece para una frecuencia de 50 Hz un campo magnético de 100 μ T.

Si el campo magnético producido en un determinado punto por varios conductores es la superposición de los campos producidos independientemente, se obtiene la *Ec.1* siguiente:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{i=1}^k \frac{I_i \cdot y_i}{x_i^2 + y_i^2} [T] \quad B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{i=1}^k \frac{I_i \cdot x_i}{x_i^2 + y_i^2} [T] \quad \text{con } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \quad \text{Ec. 1}$$

Si se supone una terna formada por conductores de 45,3 mm de diámetro exterior, dispuestos en tresbolillo y por los que circula una corriente de 500 A (superior a la esperada en la instalación de referencia), el campo obtenido a 1 m de los conductores es de 3,7 μ T, lo que se encuentra muy por debajo de los valores admitidos.

Tal como recomienda la ITC-RAT 14, se tomarán igualmente medidas para reducir el campo producido, tales como que las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas, tal como se muestra en la *Figura 10*.

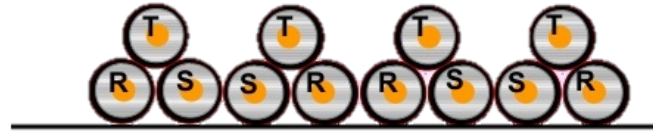


Figura 10 - Disposición en tresbolillo recomendada para minimizar campos electromagnéticos.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.1. ADECUACIÓN SALA ELÉCTRICA

Se llevará a cabo la obra civil necesaria para la adecuación de la sala eléctrica. Se abrirán entradas para los cables provenientes de los transformadores T3 y T5 y para los acoplamientos longitudinales con el resto de salas eléctricas, y se ejecutará un foso para la colocación de la bancada según el plano *2019MINGINDLPAC4*.

4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED

A continuación se describen las principales características de la red de distribución en 22 kV de HC Distribución:

Tensión asignada	20 kV
Tensión nominal	22 kV
Tensión más elevada	24 kV
Frecuencia	50 Hz
Régimen puesta a tierra del neutro	P.a.t. a través de resistencia
Intensidad máxima de defecto homopolar	500 A
Tiempo permanencia de defecto homopolar	0,6 s
Intensidad de cortocircuito trifásico	20 kA
Tiempo permanencia defecto trifásico	2 s
Tensión soportada a impulso tipo maniobra	50 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo	125 kV c.r.

Tabla 1 - Características de la red de distribución en 22 kV de HC Distribución.

4.3. EQUIPOS PRINCIPALES

4.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CELDAS DE 22 KV

El conjunto de nuevas celdas de 22 kV está compuesto por unidades independientes de tipo CBGS-1 para aplicaciones de hasta 24 kV del fabricante Manufacturas Eléctricas, S. A. (MESA) ensambladas a través de su embarrado. Cada una de las celdas dispone de doble barra, lo que confiere al sistema de mayor flexibilidad en cuanto al reparto de cargas y a la continuidad de servicio. Los compartimentos que encierran estas barras, así como los compartimentos que alojan los interruptores automáticos y seccionadores son individuales, estancos y con gas SF₆ en su interior. El hexafluoruro de azufre (SF₆) es un gas artificial incoloro, inodoro, no combustible y químicamente muy estable utilizado ampliamente en los equipos eléctricos de alta tensión por ser un excelente aislante eléctrico con gran capacidad para extinguir el un arco eléctrico de forma efectiva. La unión entre los embarrados de cada una de las celdas se realiza a través de pasabarras cerámicos y la unión entre todos los equipos interiores se lleva a cabo mediante barras de cobre atornilladas. La entrada o salida de cables de potencia se efectúa mediante conectores enchufables de cono interno o externo en función de la intensidad nominal de la celda. Además es posible añadir transformadores de tensión para medida de las entradas/salidas y embarrado o transformadores de intensidad para las corrientes que circulan a través de las distintas líneas. Las principales ventajas del uso de este tipo de aparataje son las siguientes:

- Seguridad para el personal
- Seguridad de suministro
- Hermeticidad de por vida según CEI 60694
- Gastos de servicio reducidos
- Libres de mantenimiento para instalaciones interiores según CEI 60694
- Insensibilidad a la polución ambiental. Grado de protección compartimentos AT: IP-65, grado de protección compartimentos BT: IP-3X, según CEI 60298.

- Operación sólo posible con el blindaje cerrado, debido al sistema
- Alta protección contra arcos internos mediante enclavamientos lógicos y blindaje ensayado de las celdas.
- Ensayos y certificados de arco interno conforme a lo indicado en las normas CEI 60298 (62271- 200)
- Transformadores de intensidad toroidales instalados fuera de los recintos de gas.
- Transformadores de tensión inductivos, con blindaje/recubrimiento metálico, conexión mediante cable con conectores enchufables. En algunos casos es necesario montarlos fuera de la celda.
- Accionamiento de los aparatos de maniobra accesibles.

En cuanto a las principales características técnicas y eléctricas son las siguientes:

Tensión nominal	20 kV
Tensión de empleo	22 kV
Tensión máxima de servicio	24 kV
Tensión a 50 Hz/1 min	50 kV
A impulso (onda 1,2/50µs)	125 kV c.r.
Frecuencia asignada	50Hz
Corriente asignado embarrado general	2.000 A
Corriente asignada interruptor de trafo A.T. / M.T	2.000 A
Corriente asignada interruptor de línea	1.250 A
Corriente asignada interruptor de acoplamiento	2.000 A
Corriente asignada de corta duración (3seg)	25 kA
Capacidad de cierre en cortocircuito	63 kA c.r.
Resistencia frente a arcos internos (1seg)	25 kA

Secuencia de operación asignada	O-0,3s-CO-15s-CO
Tipo de interruptor automático	Corte en gas SF ₆
Gas aislante	SF ₆
Presión nominal relativa del gas SF ₆ a 20°C	0,30 bar
Grado de protección compartimentos estancos AT	IP 65
Grado de protección compartimentos BT	IP 3X
Dimensiones	2.400 x 600 x 1.450 mm
Peso máximo aproximado por celda	800 a 900 kg

Tabla 2 - Características técnicas y eléctricas de la instalación.

Cada una de las celdas incorpora una unidad central de protección (U.C.P.) basada en un sistema digital, cada que la convierte en una unidad integrada independiente, capaz de garantizar todas las funciones requeridas. Sus características más significativas para su utilización en este tipo de celdas son las siguientes:

- Integración de todas las funciones en un único instrumento: protección, medida, control, maniobra, señalización, bloqueos, reenganche, automatización y comunicación.
- Para todas las celdas que componen la distribución, se necesita un único interfaz con el posible cuadro de mando, dependiente del operador.
- Para cada tipo de celda se utiliza un único tipo de recambios y una única unidad de hardware.
- Muy pequeño mantenimiento preventivo y una alta limitación de las falta causadas por las maniobras y fallos humanos.
- Es muy fácil modificar y cambiar las funciones mediante el software de configuración; incluso cuando la celda está en servicio.

- La unidad, también puede controlar el enclavamiento eléctrico de la celda y la secuencia de eventos durante todas las operaciones: Apertura y cierre de interruptor, puesta fuera de servicio, puesta a tierra, puesta en servicio, etc.
- Está dotada de un display de cristal liquido donde mediante sinóptico se muestra la posición y estado de los distintos aparatos; la corriente de fase y los valores de tensión, la lectura de potencia activa y reactiva, numero de ciclos de maniobra, etc.
- La unidad estará dotada de un interface que le permite el dialogo con el sistema de telemando de HC Distribución.



Figura 11 – Celda CBGS-1 de MESA.

4.3.2. CONDICIONES DE SERVICIO

De acuerdo con el fabricante de la aparamenta, las características de funcionamiento se garantizan para las siguientes condiciones de servicio:

Temperatura ambiente máxima	+40 °C
Temperatura ambiente mínima	-5 °C
Valor medio durante 24 horas	+35 °C
Vibraciones	Ausencia de vibraciones por causas externas a la propia celda.
Altitud	Inferior a 1.000 m sobre el nivel del mar

Tabla 3 - Condiciones de servicio garantizadas para la aparamenta.

4.3.3. NORMAS DE APLICACIÓN

La aparamenta a instalar cumple con las siguientes normas:

- CEI 60694 (62271-1)
- CEI 60056 (62271-100)
- CEI 60282
- CEI 60420 (62271-105)
- CEI 60298 (62271-200)
- CEI 60129 (62271-102)
- CEI 60265-1 (62271-103)

4.3.4. DESCRIPCIÓN PARTICULAR DE LAS CELDAS

El conjunto de celdas de 22 kV a instalar seguirá la siguiente disposición:

Nº CELDA	DESCRIPCIÓN	TIPO
J01	Acoplamiento Longitudinal Barras 2A – 2C	Acoplamiento longitudinal
J02	Acoplamiento Longitudinal Barras 1A – 1C	Acoplamiento longitudinal
J03	Trafo Nº 5	Protección de transformador 132/20 kV
J04	Línea Leorio	Protección de línea
-	Paso de Barras	Paso de barras
J05	Línea Collada	Protección de línea
J06	Línea Venta del Jamón	Protección de línea
J07	Línea Mecánicos	Protección de línea
-	Paso de Barras	Paso de larras
J08	Línea Cutis	Protección de línea

J09	Acoplamiento Longitudinal Barras 2A – 2B	Acoplamiento longitudinal
J10	Acoplamiento Longitudinal Barras 1A – 1B	Acoplamiento longitudinal
-	Paso de Barras	Paso de barras
J11	Trafo N°3	Protección de transformador 132/20 kV
J12	Línea Cenero	Protección de línea
J13	Línea Colina del Faisán	Protección de línea
J14	Medida de Barras 1A – 2A	Medida de tensión de barras
J15	Acoplamiento Transversal Barras 1A – 2A	Acoplamiento transversal

Las características particulares de cada tipo de celda son:

- Siete (7) celdas **Protección de línea**, con la siguiente configuración e incorporando:

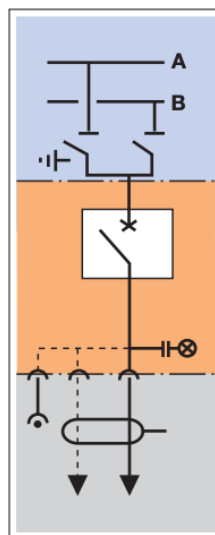


Figura 12 – Esquema de celda de protección de línea.

- Dos (2) juegos tripolares de barras generales (A y B en la figura superior).
- Dos (2) juegos de seccionadores de barras tripolares de tres posiciones (abierto/cerrado/puesta a tierra).

- Un (1) interruptor automático.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Tres (3) indicadores de presencia de tensión de tipo capacitivo.
- Dos (2) celdas de **Protección de transformador 132/22 kV** para los transformadores 3 y 5, con la siguiente configuración e incorporando:

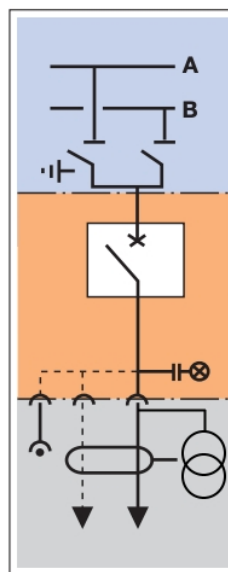
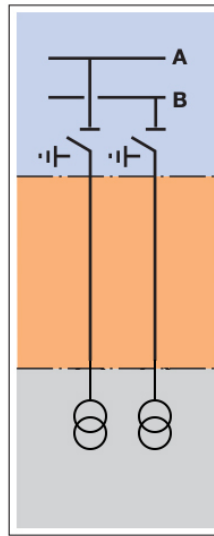


Figura 13 – Esquema de celda de protección de transformador 132/22 kV.

- Dos (2) juegos tripolares de barras generales (A y B en la figura superior).
 - Dos (2) juegos de seccionadores de barras tripolares de tres posiciones (abierto/cerrado/puesta a tierra).
 - Un (1) interruptor automático.
 - Seis (6) transformadores de intensidad.
 - Un (1) transformador de tensión.
 - Tres (3) indicadores de presencia de tensión de tipo capacitivo.
- Una (1) celda de **Medida de tensión de barras**, con la siguiente configuración e incorporando:



- Dos (2) juegos tripolares de barras generales (A y B en la figura superior).
 - Dos (2) juegos de seccionadores de barras tripolares de tres posiciones (abierto/cerrado/puesta a tierra).
 - Seis (6) transformadores de tensión.
- Cuatro (4) celda de **Acoplamiento longitudinal** para acoplamiento de las barras 1 y 2 con las salas B y C, con la siguiente configuración e incorporando:

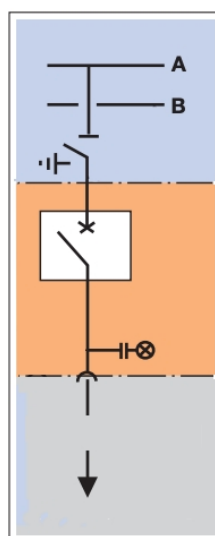


Figura 14 – Esquema de celda de acoplamiento longitudinal.

- Dos (2) juegos tripolares de barras generales (A y B en la figura superior).
 - Un (1) juegos de seccionadores de barras tripolares de tres posiciones (abierto/cerrado/puesta a tierra).
 - Un (1) interruptor automático.
 - Tres (3) indicadores de presencia de tensión.
- Una (1) celda de **Acoplamiento transversal** para acoplamiento de barras 1 y 2 de la sala A, con la siguiente configuración e incorporando:

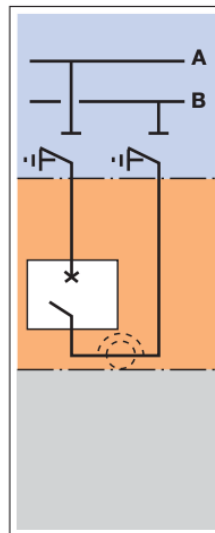


Figura 15 – Esquema de celda de acoplamiento transversal.

- Dos (2) juegos tripolares de barras generales (A y B en la figura superior).
- Dos (2) juegos de seccionadores de barras tripolares de tres posiciones (abierto/cerrado/puesta a tierra).
- Un (1) interruptor automático.
- Tres (3) indicadores de presencia de tensión.

- Tres (3) celdas de **Paso de barras**, con la siguiente configuración e incorporando:

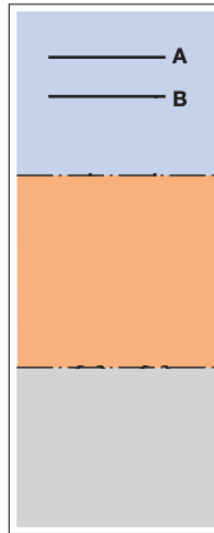


Figura 16 – Esquema de celda de paso de barras.

- Dos (2) juegos tripolares de barras generales (A y B en la figura superior).



Figura 17 - Frontal de celdas de 22 kV tras su instalación según disposición indicada.



Figura 18 – Parte trasera de celdas de 22 kV tras su instalación según disposición indicada.

4.3.5. CABLES 22 kV Y ACCESORIOS

4.3.5.1. Cables

La alimentación en 22 kV a las dos nuevas celdas de alimentación de Transformador de Potencia, J03 y J05, se realizará desde dos de los cuatro transformadores 132/22 kV existentes en el Parque de intemperie de la subestación de Pumarín, en concreto desde los transformadores T5 y T3, respectivamente.

De igual manera se deberán conectar las dos celdas de Acoplamiento Longitudinal J01 y J02, entre actual sala de celdas C y la nueva sala de celdas A (Acoplamiento Longitudinal Barras 2A – 2 C y Acoplamiento Longitudinal Barras 1A y 1C, respectivamente).

Tanto para cada una de las dos líneas alimentadoras en 22 kV, como para los dos acoplamientos se utilizarán tres ternas de cables de tipo EPROTENAX H COMPAC y designación HEPRZ1 18/30 kV 1x400 kAL + H16, cuyas características principales son:

- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente (**HEPR**, 105 °C)

- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, **ZI Vemex** (color rojo)
- Tensión nominal: **18/30 kV**
- Conductor: sección 400 mm² de Aluminio (**1x400 kAl**)
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cintra de cobre a contraespira. Sección total 16 mm² (**H16**)
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor de espesor mínimo 0.5 mm
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor separable en frío de espesor mínimo 0.5 mm
- Separador: cinta de poliéster.
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E



Figura 19 – Cable EPROTENAX H COMPACT HEPRZI 18/30 kV 1x400 kAL + H16.

En el exterior, se tenderán los cables al aire, grapados en terna sobre soporte metálico y en el interior de canalización multitubular subterránea (una terna en el interior de un tubo de diámetro exterior 200 mm).

En el interior de las distintas salas de la subestación y en las fachadas de esta, los cables se tenderán en canalización registrable y bandeja metálica de tipo escalera, tal como se aprecia en la *Figura 20*.



Figura 20 – Tendido de cables en la fachada exterior de la subestación.

La intensidad admisible según ITC–LAT06 para cables aislados MT-AT en subestaciones eléctricas para el cable unipolar anteriormente mencionado con aislamiento HEPR y para las condiciones de tendido más desfavorable resulta ser de unos 440 A, tal y como se indica en la *Tabla 4*:

Tipo instalación	Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados
Tipo aislamiento	HEPR
Sección	400 mm ²
Corriente admisible para sección y aislamiento	470 A (Al)
Temperatura terreno	35 °C
Temperatura servicio permanente	105 °C
Factor corrección temperatura	0,94
Corriente admisible corregida	442 A

Tabla 4 – Características de las líneas a tender y corriente máxima admisible.

Asimismo, de acuerdo también a la ITC–LAT06, la relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. En el caso que ocupa:

Diámetro aparente terna	98,5 mm
Diámetro interior tubo	180 mm
Relación diámetros	1,83 > 1,5

Tabla 5 - Relación diámetros terna - tubo.

La separación entre las ternas de los cables en el interior de los distintos edificios será mayor o igual al diámetro aparente de las mismas, tanto por los tramos de canalización registrable como por las bandejas tipo escalera, garantizándose de esta forma que el aire pueda circular libremente.

Las temperaturas máximas asignadas al conductor en servicio normal y en cortocircuito (duración máxima de 5 segundos) serán de 105 °C y 250 °C, respectivamente, y los espesores nominales del aislamiento y la cubierta, a los valores correspondientes que asigna la norma UNE.

En el soporte del embarrado de 22 kV, los cables se fijarán directamente al mismo, mediante abrazaderas metálicas, y las tres ternas se separarán entre sí el diámetro aparente de cada una de ellas.

En el tendido y posterior conexionado de cada cable se pondrá especial atención en mantener igual la longitud de todos los cables que conforman las líneas de alimentación.

- Comprobación de la intensidad admisible en régimen permanente

Los criterios utilizados para dimensionar los cables asociados a las nuevas alimentaciones desde los transformadores serán válidos para definir los cables asociados a los acoplamientos longitudinales, dado que dichos acoplamientos se realizan barra a barra y nunca se encontrarán acoplados en permanencia sobre una misma barra dos transformadores.

En régimen permanente, la corriente máxima que circulará desde cada uno de los dos transformadores de 50 MVA, a una tensión nominal de 22 kV será de:

$$I_n = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 1.312 \text{ A}$$

Ec. 2

Por tanto, si los cables se instalan en ternas, la intensidad máxima admitida en servicio será mayor que la corriente máxima que circulará desde los transformadores de potencia:

$$I_r = 442 \cdot 3 = 1.326 \text{ A} > 1.312 \text{ A}$$

Ec. 3

▪ Comprobación de la intensidad admisible a efectos de cortocircuito tripolar

Tal como se ha descrito en las características del sistema, la intensidad para un cortocircuito tripolar a 22 kV es de 25 kA con un tiempo de permanencia de 0,6 s.

De acuerdo con sus características, según la *Figura 21*, para un cable con aislamiento de HEPR de aluminio, la intensidad máxima de cortocircuito admitida durante 2 segundos será de unos 25 kA por cable. Por tanto para cada terna la corriente máxima será de 75 kA, lo que está muy por encima de lo requerido.

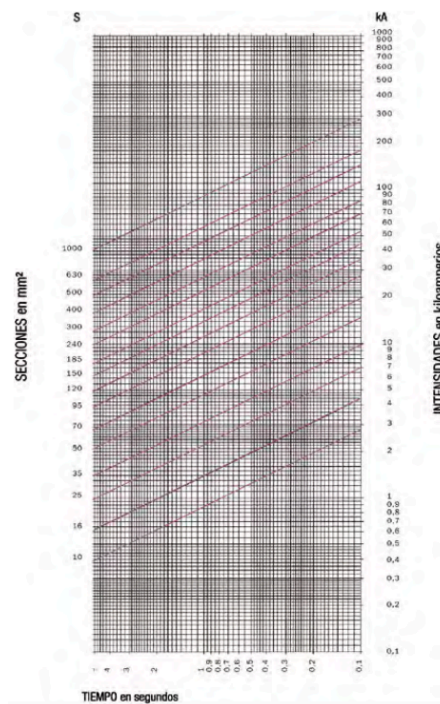


Figura 21 - Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de aluminio (Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).

- Comprobación de la intensidad admisible a efectos de cortocircuito homopolar

Tal como se ha descrito en las características del sistema, la intensidad para un defecto a tierra a 22 kV es de 500 A, limitada por una resistencia introducida entre la borna de neutro del transformador y la conexión a tierra. Adicionalmente se dispone de un sistema de protección con función 50N/51N que actúa al superar el ajuste de 500 A durante 0,6 s.

Para la pantalla de hilos de cobre presente en el cable seleccionado, la sección total es de 16 mm². La intensidad de cortocircuito admisible durante 0,6 s en un conductor de cobre de dicha sección es de unos 2,8 kA, muy por encima de los 500 A requeridos.

- Comprobación a efectos de caída de tensión

Se comprueba si la sección tomada para el cable teniendo en cuenta la corriente en régimen permanente, cumple con un requerimiento de caída de tensión inferior al 5 %. La caída de tensión en el cable se comprobará teniendo en cuenta su influencia resistiva y su influencia inductiva, según la *Ec. 4*:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi)) \quad \text{Ec. 4}$$

donde,

$\Delta U \rightarrow$ Caída de tensión [V]

$I \rightarrow$ Intensidad por conductor en régimen permanente [A] = $\frac{1.312}{3} = 437$ A

$L \rightarrow$ Longitud de la línea [km] = 0,130 km (Longitud máxima, caso T5)

$R \rightarrow$ Resistencia del conductor [Ω /km] (105°C) = 0,105 Ω /km

$X \rightarrow$ Reactancia a frecuencia 50 Hz [Ω /km] = 0,102 Ω /km

$\cos(\varphi) \rightarrow$ Factor de potencia = 0,8 $\sin(\varphi) \rightarrow$ 0,6

Sustituyendo en la *Ec. 4*:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 437 \cdot 0,130 \cdot (0,105 \cdot 0,8 + 0,102 \cdot 0,6) = 14,29 \text{ V} < 5\% (1.100\text{V})$$

4.3.5.2. Accesorios

La fijación de cada terna de cables tanto en el soporte al exterior a pie del transformador, como en la canalización registrable y bandeja metálica modelo escalera, en el interior, se realizará mediante abrazaderas de aluminio con forro de neopreno y tornillería inoxidable, distanciadas como máximo un metro, tales como la de la *Figura 22*:



Figura 22 - Abrazadera de aluminio para cables de M.T.

Las conexiones a realizar en las nuevas celdas de transformador de 22 kV serán de tipo Cono Interno de tamaño 3, por tanto los cables se equiparán con conectores compatibles con dicho sistema y tamaño, tales como conectores CONNEX de fabricante PFISTERER, tal como se muestra en la *Figura 23*.



Figura 23 – Conector de cono interno CONNEX Size 3.

Los nuevos cables asociados a los acoplamientos longitudinales entre las salas “A” y “C”, así como los cables existentes y reaprovechados para el acoplamiento longitudinal entre las salas “A” y “B”, también equiparán este tipo de conectores en ambos extremos.

Las características principales de dichos conectores son las siguientes:

Tensión máxima de servicio:	42 kV
Rango de diámetros de conductor:	21,6 – 23,8 mm
Rango de diámetros sobre aislamiento:	32,0 – 38,0 mm
Intensidad nominal:	1.250 A
Tamaño:	3
Tipo:	Cono Interno
Fabricante:	PFISTERER

Las conexiones en los transformadores de 132/22 kV (T3 y T5) se realizarán mediante terminaciones retráctiles en frío para exterior hasta 36 kV, como las que se muestran en la *Figura 24*, y terminal de compresión de cobre estañado.



Figura 24 - Terminación contráctil en frío tipo QT II.

Las características principales de dichas terminaciones son las siguientes:

Tensión máxima de servicio:	36 kV
Tensión nominal	18/30 kV
Rango de diámetros sobre aislamiento:	27,0 – 49,0 mm
Rango secciones:	150 – 5000 mm ²
Tipo:	QT II L6 SE-5653-E
Fabricante:	3M

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.

4.4. OTROS EQUIPOS

4.4.1. EMBARRADOS 22 KV

Para la conexión de los nuevos cables de 22 kV en los transformadores de potencia T3 y T5 será necesario instalar sendos embarrado que se construirán mediante tubo de cobre semiduro de dimensiones 50-40 mm (diámetro exterior – diámetro interior) cuya capacidad de carga permanente es de $1.520\text{ A} > 1.312\text{ A}$, tal como se muestran en el plano *2019MINGINDLPAC7* y en la *Figura 25*, después de ser pintado con los colores especificados por HC Distribución para cada fase (R – Azul, S – Amarillo y T – Rojo).



Figura 25 - Embarrado correspondiente al transformador 3 ejecutado según planos adjuntos.

4.4.2. RACORES DE CONEXIÓN 22 kV

Para realizar la interconexión entre los diferentes elementos que constituirán los nuevos embarrados, se utilizarán racores de conexión de bronce, dotados de tornillería de acero inoxidable oculta.



Figura 26 - Ejemplo piezas conexión bronce para tubos de cobre.

Los criterios adoptados en la selección de piezas y la realización de las conexiones han sido las siguientes:

- Las conexiones tendidas entre cable y aparellaje se realizará mediante racores de conexión con apriete mediante tornillos de acero inoxidable y presiones reguladas.
- En todas las conexiones, se deberán tratar previamente las zonas de contacto mediante aditivo PENETROX o similar que asegura una perfecta conexión.
- Las piezas serán aptas para una intensidad como mínimo de 2000 A.
- Todas las conexiones eléctricas se realizarán obligatoriamente, con tornillería de acero inoxidable, con tuerca, contratuerca, arandela plana y grower.

4.4.3. PARARRAYOS 22 kV

Se conectarán sobre el embarrado asociado al secundario de cada uno de los dos (2) transformadores de potencia (T3 y T5) según plano *2019MINGINDLPAC7* y con las siguientes características principales:

Construcción:	Óxidos metálicos
Envolvente:	Poliméricas
Tensión asignada (U_T):	24 kV
Tensión se servicio continuo (U_c):	19 kV
Corriente de descarga asignada:	10 kA
Clase de descarga:	1
Frecuencia industrial:	50/60 Hz
Tensiones residuales a impulso de corriente 8/20 μ s	
- Con 5 kA c.r.	64 kV c.r.
- Con 10 kA c.r.	70 kV c.r.



Figura 27 – Detalle de transición entre cable aislado y embarrado, con aisladores de soporte y autoválvulas de 22 kV a la izquierda de la imagen.

4.4.4. ESTRUCTURAS METÁLICAS

4.4.4.1. Generalidades

Las nuevas estructuras para soportes de embarrado y otros se constituirán a base de acero estructural tipo perfil L UNE EN 10056 con el objeto de conseguir una gran solidez, facilidad de mantenimiento y a su vez evitar un exceso de estructuras a la vista, mejorando considerablemente la estética. El acero a utilizar deberá ajustarse a las características correspondientes de la designación S275JR s/norma UNE 10025.

La carga de rotura será según lo indicado en la norma DB-SE A de 410 N/mm².



Figura 28 - Estructura de soporte para embarrado.

La bancada para las Celdas de 22 kV y el resto de los cuadros eléctricos están contruidos básicamente en perfil UPN-120, con el resultado de la



Figura 29 - Bancada para Celdas de 22 kV.

4.4.4.2. Fabricación

Las tolerancias de las longitudes máximas de los elementos de apoyo, medidas entre taladros extremos serán como mínimo de: $(1+0,1 \cdot L)$ mm, siendo L la longitud expresada en metros.

Los materiales de soldadura (varillas, electrodos, etc....) serán utilizados teniendo en cuenta las recomendaciones particulares del fabricante.

El procedimiento de soldadura y homologación de los soldadores que deberán intervenir en la misma, cumplirán con lo indicado en la norma UNE o ASME IX. Los agujeros para los tornillos se ejecutarán por punzonado o taladrado.

Las dimensiones de los taladros para tornillos de diámetro entre 12 y 20 mm, serán de un diámetro superior en 2 mm al diámetro del tornillo. La tolerancia en todos los casos será de +0,4 mm sobre el material negro. Sea cual fuera la realización de los taladros la tolerancia en la irregularidad de separación o de alineación de los agujeros será de 0,5 mm como máximo.

4.4.4.3. Acabado final

Todas las estructuras deberán ser protegidas contra la oxidación mediante galvanizado por inmersión en caliente, no admitiéndose piezas protegidas por galvanizado en frío.

Quedan excluidos de esta prescripción los pernos de anclaje a embeber en las fundaciones.

El zinc deberá tener un pureza del 99%. En el 1% máximo de impurezas no deberán existir elementos que alteren la protección de las piezas de acero, ni las propiedades mecánicas de este.

El contenido máximo de hierro será de 0,03 %, el de cadmio 0,30 % y el de plomo 0,60%.

El recubrimiento de zinc deberá ser liso, adherente, continuo y completo, estando desprovistas las piezas de ampollas, zonas pulverulentas o no recubiertas, escorias e incrustaciones. El espesor mínimo de recubrimiento de zinc, será de 80 μm .

Posteriormente al tratamiento indicado y una vez montados sobre sus fundaciones se aplicará una capa de fosfatado y dos manos de pintura.

4.4.4.4. Montaje

Todos los soportes irán atornillados a los pernos que se preverán al efecto en las fundaciones correspondientes, los cuales se colocarán antes del hormigonado final mediante plantillas.

Estarán perfectamente nivelados tanto en el plano vertical como en el horizontal, pudiendo hacerse las correcciones necesarias mediante las tuercas que se disponen a tal efecto en los pernos de anclaje. La nivelación final se realizará mediante nivel óptico.

Se pondrá especial cuidado en no dañar el galvanizado de ningún elemento durante el montaje, prohibiéndose el arrastre de piezas por el suelo.

Se admitirá un error máximo de $\pm 1\%$ en la cota de altura de la placa base con la que se configura en los planos. Se admitirá una desviación máxima de ± 2 mm en la situación en planta de las placas de base con relación a la situación de las mismas indicadas en el plano.

4.4.4.5. Tornillería

La tornillería tanto de fijación de aparatos, como de unión entre estructuras, será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Será de medidas métricas y de calidad 5.6 de 30 kg/ mm².

4.4.5. CABLES DE MANDO, MEDIDA Y PROTECCIÓN

En el exterior de la subestación, los cables de mando, medida y protección se tenderán perfectamente ordenados por capas, sobre canaletas registrables de hormigón, identificándolos por medio de tarjetas indelebles. Las etiquetas a utilizar, indicarán por medio de un código adecuado, la procedencia, función y formación de cada uno de los cables.

En el interior del edificio de la subestación, los cables discurrirán por bandejas perforadas a instalar. Irán ordenados por mazos según su función, fijados a la bandeja mediante bridas de P.V.C. Al igual que en los casos anteriores se identificarán adecuadamente todos ellos.

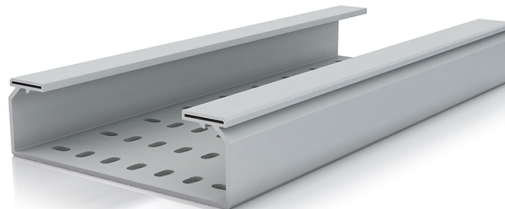


Figura 30 - Bandeja perforada portacables.

Las secciones mínimas para los circuitos de mando, control, señalización, etc. serán de 2,5 mm². Para circuitos de intensidad y tensión, con destino a relés de protección, será de 4 mm² y para circuitos de intensidad y tensión con destino a contadores de medida será de 6 mm².

Se calcularán por intensidad admisibles y caída de tensión., prestando especial atención a los cables de protección y medida de forma que se cumpla con la potencia y clase de precisión solicitada.

Las principales características de los cables de protección, control y mando a instalar son:

Tensión nominal	1.000 V
Tensión de ensayo	3.500 V
Conductor Cu	Cl. 5 hasta 6 mm ² Cl. 2 > 6 mm ²
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Pantalla	Cinta cobre desnudo 0,1 helicoidal
Cubierta	Policloruro de vinilo (PVC)
Designación UNE 21123	RVOV-K 0,6/1 kV
Norma	IEC 60502
Tipo	Retenax Flam (Prysmian) o similar
No propagación de la llama FL-RT	UNE EN 50265-2-1 UNE EN 50226-2-4 UNE EN 50267-2-1

4.5. AUXILIARES DE SALA ELÉCTRICA

Los servicios auxiliares de la subestación tienen capacidad suficiente para alimentar a las nuevas instalaciones, por lo que no será necesaria la instalación de un nuevo transformador.

En el interior del edificio de la nueva sala eléctrica edificio se instalará un armario en el que entrarán dos líneas de BT: una alimentación en 230 Vca y una alimentación de 110 Vcc que procederán de los armarios pertinentes de servicios auxiliares de corriente alterna y continua de la subestación.

Se instalará por tanto un armario de servicios auxiliares (para la nueva sala eléctrica), metálico de dimensiones 1.080 x 595 x 260 mm (altura x anchura x profundidad) y provisto de puerta transparente. Adecuado para la protección de los siguientes circuitos de B.T:

- Servicios auxiliares de corriente alterna:
 - Calefacción de la sala de celdas de MT.
 - Circuito de alumbrado interior de la sala de celdas de MT.

- Circuito de alumbrado de emergencia la sala de celdas de MT.
 - Tomas de corriente en el interior del edificio la sala de celdas de MT.
 - Circuito de alimentación 230 Vca ahuyenta-múridos
 - Circuito de alimentación 230 Vca celdas de 22 kV
 - Equipos de comunicaciones y telecontrol.
- Servicios auxiliares de corriente continua:
- Circuitos de mando de las celdas de MT (110 Vcc).
 - Circuito de motores de las celdas de MT (110 Vcc).
 - Circuito de señal de las celdas de MT (110 Vcc).
 - Equipos de telemando (110 Vcc).



Figura 31 – Armario Servicios Auxiliares M.T. Sala A.

4.5.1. ALUMBRADO

Será necesario así mismo realizar una instalación de alumbrado normal en el interior de la nueva sala eléctrica. Se utilizarán 18 luminarias estancas de 2x36 W, con un nivel de iluminación no inferior a 150 lux.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de los tubos sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado se encontrarán situados en la proximidad de las puertas de acceso. Independientemente a este alumbrado, existirá un alumbrado de emergencia con generación autónoma, estanco, el cual entrará en funcionamiento automáticamente ante una falta de servicio.

El alumbrado de emergencia deberá tener un flujo luminoso tal que abarque la superficie de todos los locales de la Subestación y una autonomía mínima de 1 hora con nivel de iluminación no inferior a 5 lux.

4.5.2. RED DE TIERRAS

En cumplimiento de la ITC-RAT 13 todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en la Nueva Sala Eléctrica se unirán a la tierra de protección existente.

A la tierra de protección se conectarán:

- Mallazo equipotencial debajo del nuevo piso de la sala eléctrica.
- Masas de alta tensión.
- Masas de baja tensión.
- Pantallas metálicas de los cables.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación y tapas de las canaletas.
- Bandejas metálicas de cables.
- Pararrayos de alta tensión.

Recorrerá todo el perímetro interior del edificio de la nueva sala eléctrica y estará formada por varilla de Cu desnudo de 12 mm de diámetro montada sobre piezas atornilladas a la pared, uniéndose en varios puntos a la malla general de puesta a tierra existente de la subestación.

Desde dicho anillo se da tierra a los diversos equipos, bastidores, herrajes, etc., mediante cable de Cu.

Dicho conductor no será cortado en las derivaciones o conexiones, para lo que se emplearán grapas de tornillos.

4.5.3. SEÑALIZACIÓN

Sobre las puertas se colocarán las perceptivas señales de riesgo eléctrico tipo AE-21 de aluminio de 0,8 mm de espesor especificadas en la recomendación AMYS 1.4-10, las cuales se fijarán mediante remaches. En la instalación estarán colocadas placas con instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse a los accidentados por contactos con elementos en tensión.



Figura 32 - Ejemplo de señales de riesgo eléctrico tipo AE-21.

4.6. PROTECCIONES, MANDO, CONTROL, MEDIDA Y CONTROL

4.6.1. NIVELES DE MANDO

A continuación se indican los distintos niveles de mando en orden prioritario:

Nivel de Aparato 1	Local – Manual
Nivel de Aparato 2	Local – Eléctrico – UCP
Nivel de Subestación	Remoto
Nivel de Despacho Central de Distribución (D. C. D.)	Telemando

El mando local, a nivel de Aparato, se realizará desde cada una de las UCP ubicadas en las celdas pertinentes (dichas UCP disponen de pulsadores virtuales para la realización de los mando eléctricos locales).

Asimismo las mencionadas UCP disponen también de conmutadores (virtuales) Local-Remoto. Cada uno de los aparatos (seccionadores o interruptores disponen también de mando manual).

El mando remoto se realizará desde la Unidad de Control de Subestación (UCS), de Sistema microSCADA, situado en la Sala de Control. Este puesto dispondrá de un conmutador Local-Telemando por (SW).

El Telemando se realizará desde el Despacho Central de Distribución.

4.6.2. ENCLAVAMIENTOS

Los enclavamientos principales, que como parte integrante del mando, se prevén, son los siguientes:

- Si el interruptor automático de la celda está cerrado no podrá realizarse maniobra alguna con los seccionadores correspondientes a esta celda.
- Los accionamientos que estén dotados de manivela para maniobras locales manuales, estarán provistos de un enclavamiento mecánico que bloquee las órdenes eléctricas desde cualquier punto, cuando estas estén insertadas.
- Para conectar el interruptor, es preciso que los seccionadores de barras estén totalmente cerrados o abiertos.
- La energización de los transformadores se realizará siempre por el lado de alta tensión, para asegurarlo se enclavará el cierre del interruptor del lado de 22 kV con la posición del interruptor de 132 kV, de forma que se impida el cierre del de baja con el de alta abierto.

4.6.3. TELEMANDO

Estas nuevas celdas serán telemandadas, desde sus correspondientes UCP, previa configuración del micro SCADA existente en la subestación y unión de los equipos con cables de fibra óptica.

La información a transmitir, señales de estado y comandos principales para cada una de las nuevas celdas a instalar serán los siguientes:

- Medida de potencia activa, reactiva, energía activa y energía reactiva
- Medidas de Tensión y de Intensidad
- Alarmas urgentes y no urgentes
- Disparo protecciones (Mando Local – Remoto)
- Interruptor cerrado / Interruptor Abierto
- Seccionador B1 cerrado / Seccionador B2 cerrado
- Seccionador B1 abierto / Seccionador B2 abierto
- Abrir Interruptor / Cerrar Interruptor
- Abrir Seccionador B1 / Abrir Seccionador B2
- Cerrar Seccionador B1 / Cerrar Seccionador B2

4.6.4. PROTECCIONES – REENGANCHE

En las UCP's de cada una de las nuevas celdas a instalar se implementarán las siguientes protecciones y/o reenganche:

a) Celdas de Protección de Transformador: Función sobreintensidad normalmente inversa – instantánea (50-51) + Función sobreintensidad homopolar normalmente inversa – instantánea (50N-51N).

b) Celdas de Línea: Funciones 50-51 + 50N-51N + Reenganche (79).

5. CÁLCULOS

5.1. DISTANCIAS MÍNIMAS

5.1.1. DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES

De acuerdo con el nivel de aislamiento adoptado y según lo indicado en la instrucción ITC-RAT 12, las distancias mínimas fase-tierra y entre fases en 22 kV, son de 220 mm.

Las distancias adoptadas en el parque de intemperie, entre fases y entre fases y tierra en 22 kV, son de 3000 mm, muy superiores a las mínimas exigidas.

5.1.2. DISTANCIAS EN PASILLOS DE SERVICIO Y ZONAS DE PROTECCIÓN

De acuerdo con la ITC-RAT-14 en su apartado 6.1.1, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

- Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

El ancho libre del pasillo será al menos de 0,5 m cuando las partes móviles o las puertas abiertas de los equipos, interfieran en la ruta hacia la salida.

Según la instrucción ITC-RAT 15, apartado 4.1.2, los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Ec. 5

Donde d será la distancia expresada en cm de la tabla 1 de la ITC- RAT 12.

En el caso más desfavorable del sistema de 22 kV, en que $d = 30$ cm,

$$H_{min} = 250 + 30 = 280 \text{ cm}$$

En cualquier caso, los pasillos de servicio estarán libres de todo obstáculo hasta una altura de 250 cm sobre el suelo.

Por otra parte, todos los elementos en tensión en las zonas accesibles estarán situados en una altura sobre el suelo superior a 280 cm, considerando en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si este se encuentra puesto a tierra, cumpliendo de forma lo indicado en la instrucción ITC-RAT 15, apartado 4.1.5 (≥ 230 cm). Los nuevos embarrados de 22 kV se encontrarán a 382 cm del suelo.

5.1.3. DISTANCIAS PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD A ELEMENTOS EN TENSIÓN

Según el Real Decreto 614/01, de 8 de Junio de 2001, para los trabajos a realizar a nivel del suelo dentro de la instalación y próximos a los elementos en tensión no protegidos, deberán de estar a una distancia D_{PROX} sobre el suelo igual a:

$$D_{PROX} = 250 + D_{PEL-1} \quad \text{Ec. 6}$$

Siendo D_{PEL-1} la distancia expresada en cm de la Tabla 1 del Anexo I del RD614/01, para trabajos en proximidad.

En el sistema de 22 kV, en que $D_{PEL-1} = 72$ cm,

$$D_{PROX} = 250 + 72 = 322 \text{ cm}$$

Todos los diseños se han realizado de forma que los puntos en tensión más bajos en 22 kV, estén situados a una distancia igual o superior a la citada cumpliéndose por tanto, las exigencias mencionadas anteriormente.

5.1.4. DISTANCIAS EN ONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones a realizar se encuentran muy alejadas del vallado perimetral de la subestación por lo que las distancias establecidas en ITC- RAT-15, apartado 4.3.1, estarán adecuadamente garantizadas.

5.2. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta de 22 kV con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, así como calcular la distancia, medida a lo largo de las conexiones, que protegen dichos pararrayos.

Los pararrayos elegidos son de ZnO por lo que las consideraciones técnicas para la elección de este tipo de pararrayos es la siguiente:

- Determinar la máxima tensión de operación del sistema. Para ello se utilizará la curva MCOV (Maximum Continuous Operating Voltage) de los pararrayos.
- Considerar las sobretensiones temporales de onda 50 Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)
- Elegir el tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los dos puntos anteriores.
- Verificar la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección del pararrayos.

Para el caso de la aparamenta a estudiar:

En este nivel de tensión nominal de 22 kV, la elección del aislamiento debe hacerse principalmente en función de las sobretensiones debidas al rayo (sobretensión atmosférica).

Las características más importantes en este aspecto son:

- Tensión más elevada de la red: 24 kV

- BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 125 kV

Por tanto, si la tensión máxima de la red son 24 kV, la tensión simple máxima será:

$$U_{simple} = \frac{24}{\sqrt{3}} = 13,86 \text{ kV} \quad Ec. 7$$

De acuerdo con las gráficas aportadas por el fabricante, los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal (U_r) durante tiempo indefinido.

$$U_1 = \frac{13,87}{0,8} = 17,34 \text{ kV} \quad Ec. 8$$

Lo cual indica que un pararrayos de 17,37 kV podría soportar de forma continua 13,87 kV sin descargar.

Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1/4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la p.a.t. de 2 segundos, lo que supone una disminución del 8% de la tensión, tendremos:

$$U_2 = \frac{13,86 \cdot 1,4}{1,08} = 17,97 \text{ kV} \quad Ec. 9$$

Es decir, eligiendo un pararrayos de 17,97 kV se podría soportar una sobretensión de un 40% durante 2 segundos.

Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U_1 y U_2), en este caso 27 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de un cortocircuito. En este caso "Station type" de 10 kA.

La tensión residual máxima de los equipos a instalar es de 70 kV.

$$\frac{BIL}{Tensión\ residual} \geq 1,2 \rightarrow \frac{125}{70} = 1,79 \geq 1,2$$

Por consiguiente cumple la coordinación de seguridad exigida así como el coeficiente extra de seguridad del 20%.

5.1. NIVELES DE CORTOCIRCUITO

Para dimensionar la aparamenta a instalar es necesario conocer los valores actuales y futuros máximos de la corriente de cortocircuito en la subestación de Pumarín.

Se indican a continuación los valores actuales y previstos:

Intensidad de cortocircuito simétrica trifásica	20 kA
Intensidad de cortocircuito simétrica trifásica máxima futura	< 25 kA
Potencia de cortocircuito trifásica	750 MVA
Intensidad máxima de defecto a tierra	500 A

Tabla 6 - Intensidades y potencia de cortocircuito actuales y futuras.

Por tanto los interruptores deben de estar dimensionados para estos valores.

Se instalarán interruptores con una I_{CC} de 25 kA, de forma que se cumple con los valores máximos actuales y futuros.

5.2. LÍMITES TÉRMICOS DE LAS POSICIONES

El limite térmico de una posición viene dado por su capacidad de transporte en función de los elementos instalados e interconexiones entre ellos.

Para los cálculos de la capacidad de transporte de los cables se han tomado las siguientes condiciones:

Viento	0,6 m/s
Radiación solar	900 W/m ²
Ángulo incidencia del viento:	45 °C
Temperatura ambiente	30 °C
Temperatura máxima	85°C

Tabla 7 - Límites térmicos y condiciones meteorológicas.

5.3. LÍMITES DINÁMICOS DE LAS POSICIONES

La corriente instantánea máxima asimétrica de cortocircuito se calcula con un coeficiente $\eta=1.7$ de forma que será $1,7 \cdot \sqrt{2}$ veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada y teniendo en cuenta que la intensidad dinámica de cortocircuito máxima de los equipos a instalar es de 63 kA:

$$I_{cc}(\text{dyn}) = 25 \text{ kA} \cdot 1,7 \cdot \sqrt{2} = 60 \text{ kA cresta} < 63 \text{ kA cresta}$$

Con lo que podemos asegurar que todos los valores están dentro de los márgenes previstos.

5.4. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Como se ha indicado anteriormente, los sistemas de protección y control de la subestación no sufrirán modificaciones más allá de las pequeñas actuaciones necesarias para su adaptación a los nuevos relés (UCP) que vendrán instalados en las nuevas celdas de 22kV.

5.5. DIMENSIONADO DE EMBARRADOS

La interconexión entre los transformadores de potencia (T3 y T5) con sus respectivos cables de enlace con las nuevas celdas de 22 kV se llevará a cabo según el plano 2019MINGINDLPAC7, empleando tubo de cobre semiduro con las características de la *Tabla 8*.

Ø Ext. [mm]	Espesor [mm]	Sección [mm ²]	Peso [kg/m]	Carga [A]	M. Resist. [W/cm ²]	M. Inerc. [I/cm ⁴]
50	5	707	6,29	1.520	7,24	18,10

Tabla 8 – Características del tubo semiduro de cobre de diámetro 50 mm.

La intensidad máxima admisible por el tubo (1.520 A) es superior a la intensidad máxima de cada transformador de 50 MVA en 22 kV (1.312 A).

El tubo se apoyará sobre los soportes en aisladores de tipo C8-170 con carga de rotura de 8000 daN, con un vano previsto de 1,75 m y una distancia entre fases de 0,535 m. Para calcular el esfuerzo electromagnético, se aplica la *Ec. 10*:

$$F_H = 0,2 \cdot I_{CC_{pico}}^2 \cdot \left(\frac{L}{a}\right) \quad Ec. 10$$

donde F es el esfuerzo electrodinámico en N, I_{CC} es la corriente pico de cortocircuito en kA, L la distancia entre aisladores en m y a la distancia entre los conductores en m. La fuerza resultante será por tanto:

$$I_{CC_{pico}} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot 25 = 61,23 \text{ kA} \approx 63 \text{ kA}$$

$$F_H = 0,2 \cdot 63^2 \cdot \left(\frac{1,8}{0,535}\right) = 2.670 \text{ N}$$

Se debe comprobar ahora que las barras seleccionadas son capaces de resistir las tensiones generadas por la fuerza anterior. Para ello se aplicará el criterio de aceptación de la *Ec. 11*:

$$\sigma \leq q \cdot R_{p0,2} \quad Ec. 11$$

Donde σ es la tensión a flexión en la barra en N/cm², q es el factor de plasticidad y $R_{p0,2}$ es el límite de fluencia del material en N/cm², en este caso el cobre.

El cálculo de la tensión en la barra se lleva a cabo según la siguiente expresión:

$$\sigma = V_a \cdot \beta \cdot \frac{F_H \cdot L}{8 \cdot W} = 1 \cdot 0,5 \cdot \frac{2.670 \cdot 180}{8 \cdot 7,4} = 4.059 \text{ N/cm}^2 \quad Ec. 12$$

$$W = 0,1 \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} = 0,1 \cdot \frac{5^4 - 4^4}{5} = 7,4 \text{ cm}^3$$

Donde V_a es un factor equivalente a 1 en sistemas trifásicos de C.A. y 2 en C.C., β se corresponde al factor de esfuerzo sobre el conductor (0,5 en el caso de una viga empotrada en ambos extremos), F_H es el esfuerzo calculado anteriormente en N, L la distancia entre apoyos en cm y W el momento resistente para la sección del tubo en cm³.

El cálculo del coeficiente de plasticidad se realiza a partir del espesor del tubo s y el diámetro exterior del mismo D .

$$q = 1,7 \cdot \frac{1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{s}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - 2 \cdot \frac{s}{D}\right)^4} \quad \text{Ec. 13}$$

$$q = 1,405$$

El límite de fluencia $R_{p0,2}$ para el cobre equivale a 24.000 N/cm², por lo tanto:

$$\sigma \leq q \cdot R_{p0,2} \rightarrow 4.059 \leq 1,405 \cdot 24.000 = 33.600$$

Se puede concluir por tanto que el conductor soporta holgadamente las tensiones generadas en caso de producirse un cortocircuito.

Por último se comprueba que no se supera la carga de rotura de los aisladores:

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_H \quad \text{Ec. 14}$$

$$V_F \cdot V_r = \frac{0,8 \cdot R_{p0,2}}{\sigma} = \frac{0,8 \cdot 24.000}{4059} = 4,73 \quad \text{Ec. 15}$$

$$F_d = 4,73 \cdot 0,5 \cdot 2.670 = 6.314 \text{ N}$$

El esfuerzo requerido a los aisladores es muy inferior a su carga de rotura, por lo que la selección es correcta.

5.6. DIMENSIONADO DE LA RED DE TIERRAS

En el transcurso de los trabajos correspondientes a esta instalación no se modificará ni ampliará la red de tierras, más allá de las pequeñas modificaciones que sean necesarias para la conexión de los nuevos equipos a dicha red, no siendo por tanto necesaria su justificación.

Lo indicado en la ITC-RAT 13, apartado 1.1, donde «el proyectista de la instalación deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de contacto y de paso [...], no superen las condiciones más desfavorables a las

MEMORIA

TOTAL HOJAS:

HOJA N°:

79

55

reglamentarias en ninguna zona del terreno afectada por la instalación de tierra», no es de aplicación en este proyecto.

No obstante, al término de la ejecución de los trabajos descritos en el presente proyecto, se realizarán las mediciones oportunas para comprobar que las tensiones de paso y de contacto se siguen encontrando dentro de niveles admisibles de acuerdo con el ITC-RAT 13.

6. PLANIFICACIÓN

La instalación referida en el presente Proyecto, requiere de las siguientes etapas o hitos a completar.

1. Preparación de un proyecto oficial.
2. Obtención de las distintas autorizaciones administrativas y permisos.
3. Acopio de materiales.
4. Preparación de ingeniería de detalle.
5. Realización de Obra civil
6. Montaje de celdas, tendido y conexión de cables de AT y BT.
7. Pruebas y puesta en marcha.
8. Ejecución de la Dirección de Obra.
9. Solicitud de Autorización de Explotación.

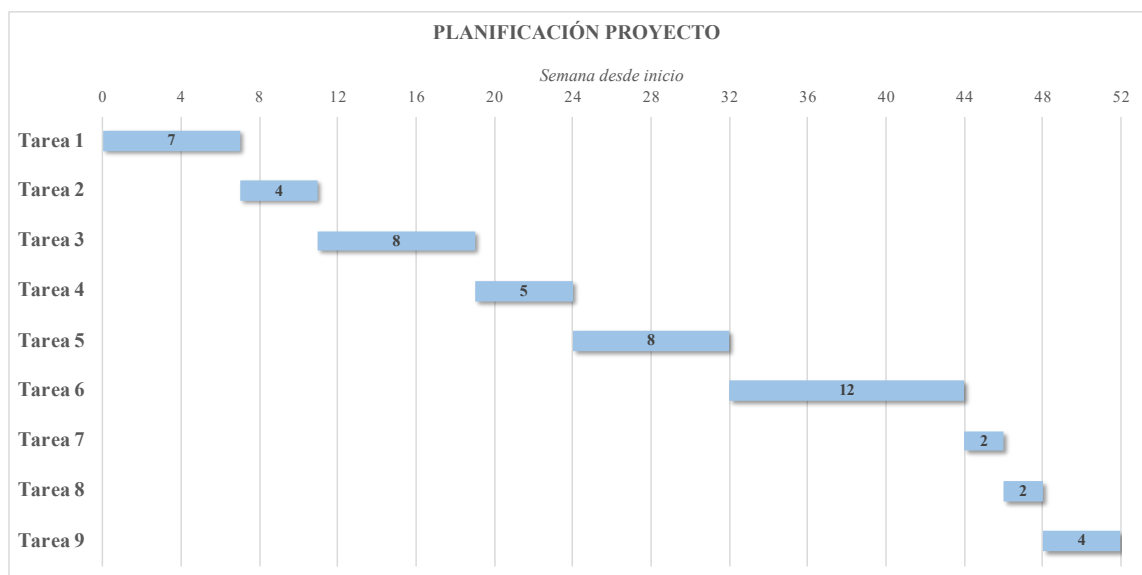


Figura 33 - Diagrama de Gantt para las tareas indicadas.

7. NORMAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

7.1. NORMAS UNE

En la elaboración del presente Proyecto se ha tenido en cuenta el cumplimiento de las normas UNE siguientes incluidas en la ITC-RAT 02:

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006 UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60027-1:2009 UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 4: Maquinas eléctricas rotativas.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.
UNE-EN 60168:1997 UNE-EN 60168/A1:1999 UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
UNE 21110-2:1996 UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
UNE-EN 60507:1995 UNE-EN 60507:2014	Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.
UNE-EN 62271-1:2009 UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparata de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.

UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparata de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparata para redes de distribución pública.
UNE-EN 62271-102:2005 UNE-EN 62271-102:2005 ER:2011 UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012 UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013	Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-104:2010 UNE-EN 62271-104:2015	Aparata de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 62271-106:2012	Aparata de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011 UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014	Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-1:2010 ERR:2011	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60099-4:2005 UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010 UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007 UNE-EN 60099-4:2014	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005 UNE-EN 60332-1-2:2005/A1:2016	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.

UNE-EN 60228:2005

UNE-EN 60228:2005 CORR:2005

UNE-EN 60228:2005 ERR:2011

Conductores de cables aislados.

UNE 211006:2010

Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo.

Cuando en algunas disposiciones se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

7.2. REGLAMENTACIÓN

En la confección de este Proyecto se han tenido en cuenta las siguientes disposiciones y decretos:

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 1/1994 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 8 de Marzo de 1971.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos como en lo relativo a mediciones.
- Código Técnico de la Edificación, CTE, es el Marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, que permiten el cumplimiento de los 'Requisitos Básicos de la Edificación' establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, LOE con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente.

- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Cuando en algunas disposiciones se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

79

HOJA N°:

62

PRESUPUESTO

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
1.		SUBESTACIÓN		
1.1		SE – OBRA CIVIL		
1.1.1	57	m ³ - Excavación en solera de edificio para construcción de canal de cables, incluso remate de paredes y retirada de escombros a vertedero.	35,00	1.995,00
1.1.2	14	m ³ - Hormigón HA – 25, para construcción de solera en canal de cables excavado, incluso armados y mallazo de reparto.	150,00	2.100,00
1.1.3	P.A.	Obra civil correspondiente a la adaptación de local existente consistente: <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza y saneado de suelos paredes y techos - Reparación de pequeños desperfectos - Apertura de huecos - Apertura de hueco para colocación de puerta de acceso exterior. - Etc. 	3.500,00	3.500,00
1.1.4	170	m ² - Pintura de paredes y techos mediante dos manos de pintura plástica.	4,75	807,50
1.1.5	14	m ² – Instalación de terrazo incluyendo colocación de mallazo y p/p de zócalo.	60,25	843,50
1.1.6	50	m ² - Suministro y montaje de suelo técnico con estructura regulable entre 90-120 cm, con tablero de ANHIDRITA (yeso anhídrido y fibras celulósicas) de dimensiones 600 x 600 x 30 mm con grado A1 de reacción ante el fuego y recubrimiento vinílico.	125,00	6.250,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

64

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
1.1.7	1	ud. - Suministro y colocación de puerta de acceso exterior de dimensiones interiores útiles 3.000x2.470 s/ plano 2019MINGINDLPAC5.	2.500,00	2.500,00
1.1.8	8	ud. - Realización de zapatas para estructuras metálicas asociadas a los nuevos soportes de barras de los transformadores de potencia (T3 y T5).	500,00	4.000,00
TOTAL POS. 1.1 – SE - OBRA CIVIL:				21.996,00

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
1.2		SE – MATERIALES		
1.2.1	1	ud. - Suministro de conjunto de Quince Celdas de 22 kV (mas tres celdas de paso de barras) de tipo CBGS1 de fab.: Mesa, cuyas características principales se recogen en el apartado 4.3 de la Memoria.	498.781,00	498.781,00
1.2.2	1	ud. - Suministro de Bancada metálica para conjunto de quince (15) celdas s/ plano <i>2019MINGINDLPAC4</i> .	2.500,00	2.500,00
1.2.3	2	ud. - Suministro de estructura metálica soporte de embarrado de 22 kV, en trafos de potencia T3 y T5 s/ plano <i>2019MINGINDLPAC6</i> , incluyendo el suministro de: <ul style="list-style-type: none"> - Tubo de cobre semiduro 50-4 - Racores de conexión en bronce - Aisladores de apoyo C8-170 - Auxiliares de montaje 	3.000,00	6.000,00
1.2.4	P.A.	Suministro de Materiales asociados a instalaciones auxiliares: <ul style="list-style-type: none"> - Armario de Servicios Auxiliares - Armario de Telemando - Cables de alimentaciones, señales y mando en c.a. y c.c., así como caminos para los mismos - Cables y equipamientos para FO - Equipos de alumbrado normal, de alumbrado de emergencia, tomas de corriente y ahuyentamúridos - Cables, pletinas y demás material de puesta a tierra 	12.000,00	12.000

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

66

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
1.2.5	P.A.	Suministro de Materiales asociados a instalaciones de: - Seguridad - Señalización	2.000,00	2.000,00
TOTAL POS. 1.2 – SE-MATERIALES:				521.281,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

67

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
1.3		SE – MONTAJE		
1.3.1	1	ud. - Montaje de conjunto de Quince Celdas de 22 kV (mas tres celdas de paso de barras) de tipo CBGS1 de fab.: Mesa, incluso descarga, cosido de embarrados pruebas finales, etc. Incluye el montaje previo de la bancada metálica soporte de las mismas.	17.000,00	17.000,00
1.3.2	1	ud. - Montaje de estructura metálica soporte de embarrado de 22 kV, en trafos de potencia T3 y T5, incluso montaje de su equipamiento eléctrico (tubos – racores – Aisladores de apoyo, etc.), incluye la conexión en trafo de potencia. Así mismo se incluye el desmontaje de las barras y cables existentes en la actualidad.	7.000,00	14.000,00
1.3.3	P.A.	Montaje de Instalaciones Auxiliares asociadas a: <ul style="list-style-type: none"> - Alimentaciones de c.a. y c.c. - Telemando - Alumbrado Normal y de Emergencia - Tomas de corriente calefacción y ahuyentamúridos - Instalación de Puesta a Tierra 	15.000,00	15.000,00
1.3.4	P.A.	Montaje de Instalaciones asociadas a: <ul style="list-style-type: none"> - Señalización - Seguridad 	1.000,00	1.000,00
1.3.5	P.A.	Mano de Obra correspondiente a: Revisión final, comprobación de aislamiento en equipos y cables, limpieza y pruebas.	1.000,00	1.000,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

68

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
1.3.6	P.A.	Mano de Obra correspondiente a: Realización de pruebas de Telemando definitivas en conjunto con personal de HCD	2.500,00	2.500,00
TOTAL POS. 1.2 – SE-MATERIALES:				50.500,00
TOTAL POS. 1 - SUBESTACIÓN				593.777,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

69

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
2.		LÍNEA SUBTERRÁNEA M.T.		
2.1		L.S.M.T. – OBRA CIVIL		
2.1.1	94	m.l. - Construcción de canalización para cables de potencia tipo MT-9 (CALZADA) s/ plano 2019MINGINDLPAC8, formada por 9 tubos de 200 mm de diámetro, y 2 tubos de 63 mm de diámetro todos ellos de PE-AD de doble pared. Se incluye excavación en Hormigón - tierras, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, remate de la canalización en hormigón, así como guías en todos los tubos. Se rematará en el mismo acabado superficial que presenta la zona a excavar (hormigón - asfalto).	180,00	16.920,00
2.1.2	42	m.l. - Construcción de canalización para cables de potencia tipo MT-9 (TIERRA) s/ plano 2019MINGINDLPAC8 formada por 9 tubos de 200 mm de diámetro, y 2 tubos de 63 mm de diámetro todos ellos de PE-AD de doble pared. Se incluye excavación en Hormigón - tierras, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, remate de la canalización en hormigón, así como guías en todos los tubos. Se rematará en el mismo acabado superficial que presenta la zona a excavar (Tierra).	150,00	6.300,00
2.1.3	24	m.l.- Construcción de canalización registrable para cables de potencia, en Sala eléctrica s/ plano 2019MINGINDLPAC9 de dimensiones en perfil 500x875 mm, provista de tapas de acero de dimensiones (cada una de ellas) 800x835 mm. Se incluye excavación en hormigón, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, recibido de tubos procedentes de Sala Eléctrica y exteriores así como demás actuaciones <i>Nota: Se trata de una canalización doble de 12 m.l. cada una de ellas</i>	800,00	19.200,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

70

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
2.1.4	1	ud.- Construcción de Arqueta para cables de potencia tipo A1 (Cambio de Dirección) s/ plano 2019MINGINDLPAC12, de dimensiones interiores 1.500x1.500 mm, provista de tres (3) tapas armadas de hormigón de dimensiones 1.660x550 mm. Se incluye excavación en hormigón - tierras, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, recibido de tubos procedentes de canalizaciones.	2.300,00	2.300,00
2.1.5	5	ud.- Construcción de Arqueta para cables de potencia tipo A2 (Alineación) s/ plano 2019MINGINDLPAC13, de dimensiones interiores 1.500x1.500 mm, provista de tres (3) tapas armadas de hormigón de dimensiones 1.660x550 mm. Se incluye excavación en hormigón - tierras, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, recibido de tubos procedentes de canalizaciones.	2.300,00	11.500,00
2.1.6	2	ud.- Construcción de Arqueta para cables de potencia tipo A3 (Alineación para entrada a Nueva Sala de Celdas) s/ plano 2019MINGINDLPAC14, de dimensiones interiores 1.750x1.250 mm, provista de cuatro (4) tapas armadas de hormigón de dimensiones 1.410x474 mm. Se incluye excavación en hormigón - tierras, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, recibido de tubos procedentes de Bandeja ó Sala Eléctrica.	2.200,00	4.400,00
2.1.7	1	Ud. de construcción de Arqueta para cables de potencia tipo A4 (Alineación para entrada a Nueva Sala de Celdas) s/ plano 2019MINGINDLPAC15, de dimensiones interiores 2.000x2.000 mm, provista de cinco (5) tapas armadas de hormigón de dimensiones 2.160x428 mm. Se incluye excavación en hormigón - tierras, carga y transporte de escombros sobrantes a vertedero, recibido de	2.800,00	2.800,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA N°:

79

71

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
		tubos procedentes de Sala Eléctrica y exteriores.		
TOTAL POS. 2.1 – L.S.M.T. - OBRA CIVIL:				63.420,00

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
2.2		L.S.M.T. – MATERIALES		
2.2.1	2.511	<p>m.l. - Suministro Cable Designación UNE: HEPRZ1 18/30 kV 1x400 KAL + H16, incluso p/p de Bobinas de cable.</p> <p>Destino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Línea T3 104 ml (3 CPF, Total 9 Cables) = 936 ml - Línea T5 110 ml (3 CPF, Total 9 Cables) = 990 ml - Ac. Long 1A-1B 30 ml (3 CPF, Total 9 Cables) = 270 ml - Ac. Long 2A-2B 35 ml (3 CPF, Total 9 Cables) = 315 ml 	12,00	30.132,00
2.2.2	6	<p>ud. - Suministro de Kit tripolar de Terminaciones de Exterior del tipo: QTII L6 KE 5653 E de fab.: 3M, incluso p/p de suministro de terminal ciego de cobre para cable de 400 mm², tornillería y demás material auxiliar.</p> <p>Destino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tres (3) Kits tripolares en soporte embarrado T3 - Tres (3) Kits tripolares en soporte embarrado T5 	150,00	900,00
2.2.3	72	<p>ud.- Suministro de Conector de Cono Interno compatible con zócalo tamaño 3, nivel de aislamiento 42 kV e intensidad asignada 1.250A de fab.: Pfisterer ó similar.</p> <p>Destino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nueve (9) ud. en Nueva Celda T3 - Nueve (9) ud. en Nueva Celda T3 	300,00	21.600,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

73

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
		<ul style="list-style-type: none"> - Nueve (9) ud. en Nueva Celda Acop. B1A – B1B - Nueve (9) ud. en Nueva Celda Acop. B2A – B2B - Nueve (9) ud. en Nueva Celda Acop. B1A – B1C - Nueve (9) ud. en Nueva Celda Acop. B2A – B2C - Nueve (9) ud. en Nueva Celda Acop. B1C – B1A (*) - Nueve (9) Ud. En Nueva Celda Acop. B2C – B2A (*) <p>(*) Celdas existentes de barras C</p>		
2.2.4	6	<p>ud.- Suministro de pararrayos autovalvular según especificaciones detalladas en el apartado 4.5 de la Memoria.</p> <p>Destino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tres (3) Ud. En nuevo embarrado T5 - Tres (3) Ud. En nuevo embarrado T3 	60,00	360,00
2.2.5	84	<p>m.l.- Suministro de bandeja metálica modelo escalera de 100x600mm galvanizada por inmersión en caliente, incluso accesorios de montaje, herrajes soporte en perfiles de acero galvanizado en caliente y cable cobre desnudo de 50 mm² para la puesta a tierra de la misma .</p> <p>Destino:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caminos de Cables en el exterior de la sala eléctrica (fachada Noroeste) 	25,00	2.100,00
2.2.6	P.A.	<p>Suministro de abrazaderas metálicas de aluminio, con forro de neopreno y tornillería</p>	4.500	4.500,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

74

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
2.2.7	P.A.	inoxidable, para fijación ternas de cable a la bandeja y a soportes de canalizaciones registrables. Material Auxiliar de Montaje tal como tornillería de acero inoxidable, trenzas para puesta a tierra, señalizadores y en general cualquier material auxiliar de conexión y/o fijación.	2.500,00	2.500,00
TOTAL POS. 2.2 – L.S.M.T. - MATERIALES:				62.092,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

75

Pos.	Cant.	Especificación	Importe unitario	Importe total
2.3		L.S.M.T. – MONTAJE		
2.3.1	837	m.l. - Mano de obra correspondiente al tendido y grapado por canalización subterránea, por canal registrable con tapas, por bandejas y por soporte a pie del transformador de “terna” de cables designación HEPRZ1 18/30kV 1x400KA1+H16.	30,00	25.110,00
2.3.2	6	ud. - Mano de obra correspondiente a la confección de kit tripolar de terminaciones de exterior.	200,00	1.200,00
2.3.3	24	ud.- Mano de obra correspondiente a la confección de kit tripolar de conectadores de cono interno tamaño 3.	600,00	14.400,00
2.3.4	6	ud.- Mano de obra correspondiente al montaje de pararrayos autovalvular.	50,00	300,00
2.3.5	P.A.	ud.- Mano de obra correspondiente al desconexión de cables de acoplamiento longitudinal existentes entre salas B y C, corte de los mismos para adaptarlos a sus nuevos embornajes y posterior retirada de caminos de cables actuales.	1.000,00	1.000,00
TOTAL POS. 2.3 – L.S.M.T. - MONTAJE:				42.010,00
TOTAL POS. 2 – L.S.M.T.				167.522,00

PRESUPUESTO

TOTAL HOJAS:

HOJA Nº:

79

76

POSICIÓN	ESPECIFICACIÓN	IMPORTE
RESUMEN		
1.	SUBESTACIÓN	
	OBRA CIVIL:	21.996,00
	MATERIALES:	521.281,00
	MONTAJE:	50.500,00
	TOTAL S.E.:	593.777,00
2.	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS M.T.	
	OBRA CIVIL:	63.420,00
	MATERIALES:	62.092,00
	MONTAJE:	42.010,00
	TOTAL L.S.M.T:	167.522,00
TOTAL:		761.299,00
Gastos generales (13%)		98.968,87
Beneficio Industrial (6%)		45.677,94
PRESUPUESTO TOTAL		905.945.81

El presupuesto total asciende a la cantidad de **NOVECIENTOS CINCO MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO** euros **CON OCHENTA Y UN** céntimos.

▪ DISTRIBUCIÓN GRÁFICA DEL PRESUPUESTO

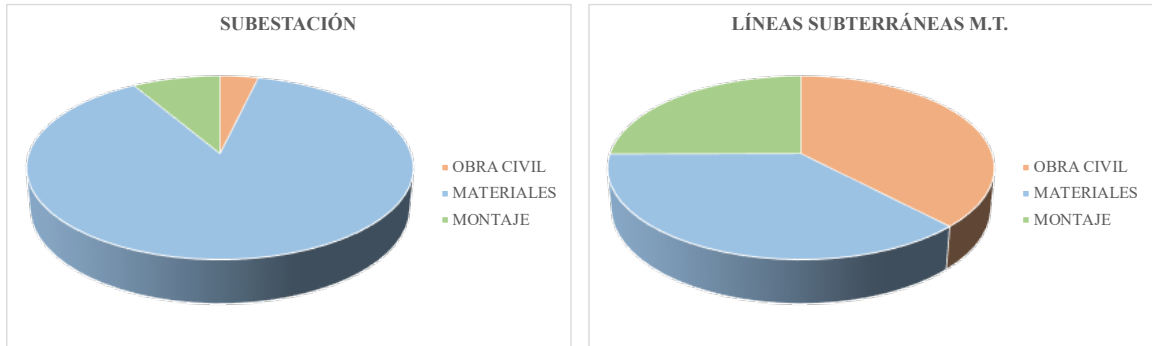


Figura 34 – Distribución del presupuesto para Subestación y L.S.M.T.

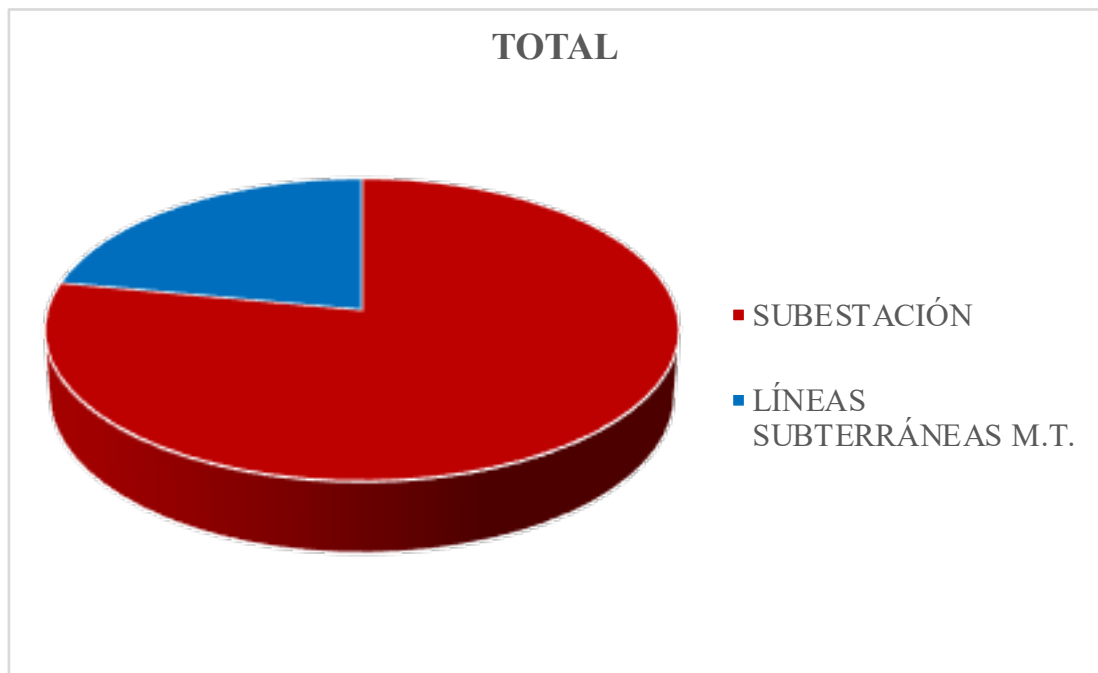


Figura 35 - Distribución del presupuesto total de ejecución entre los capítulos de Subestación y L.S.M.T.

PLANOS

TOTAL HOJAS:

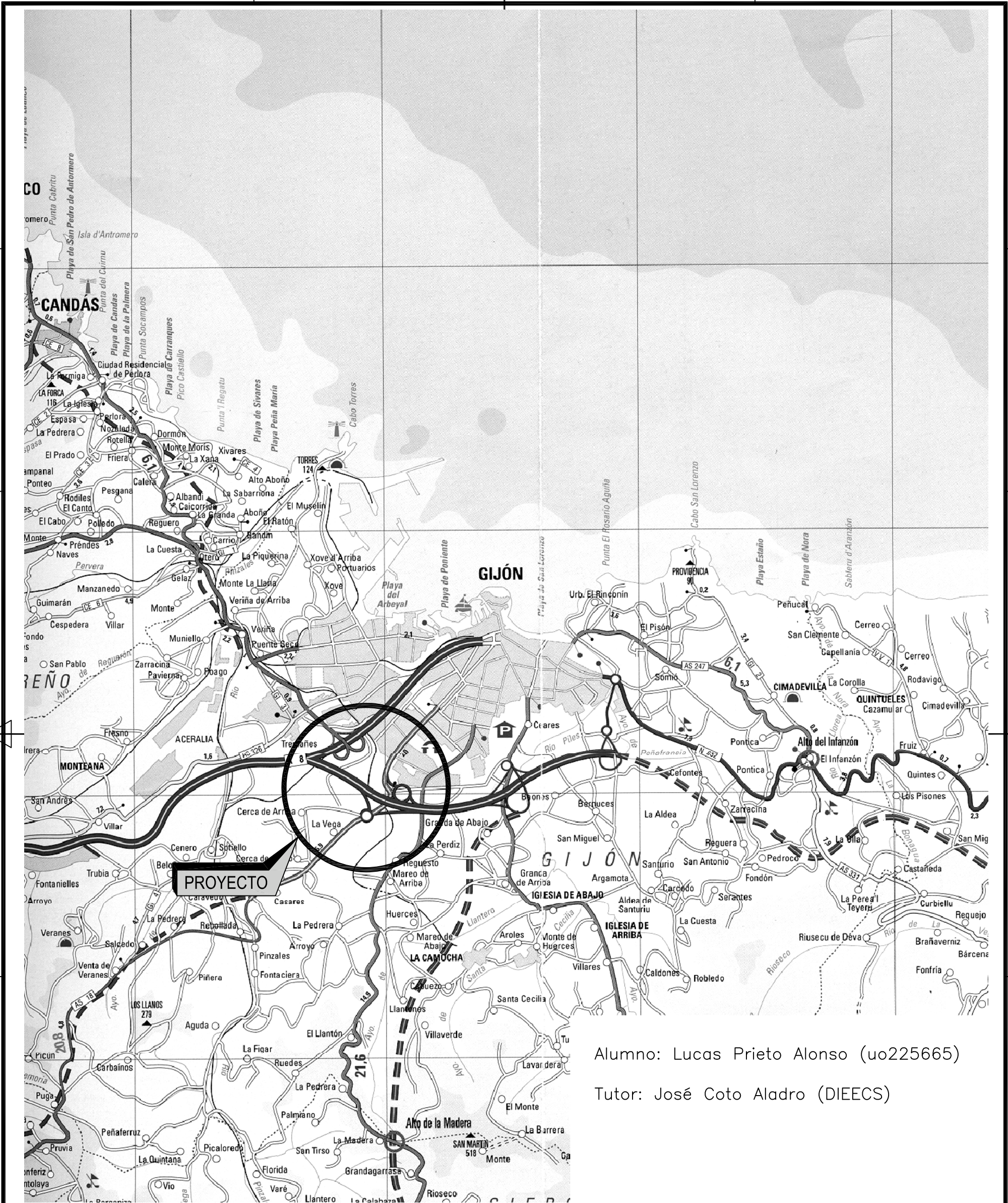
HOJA Nº:

79

78


PLANOS

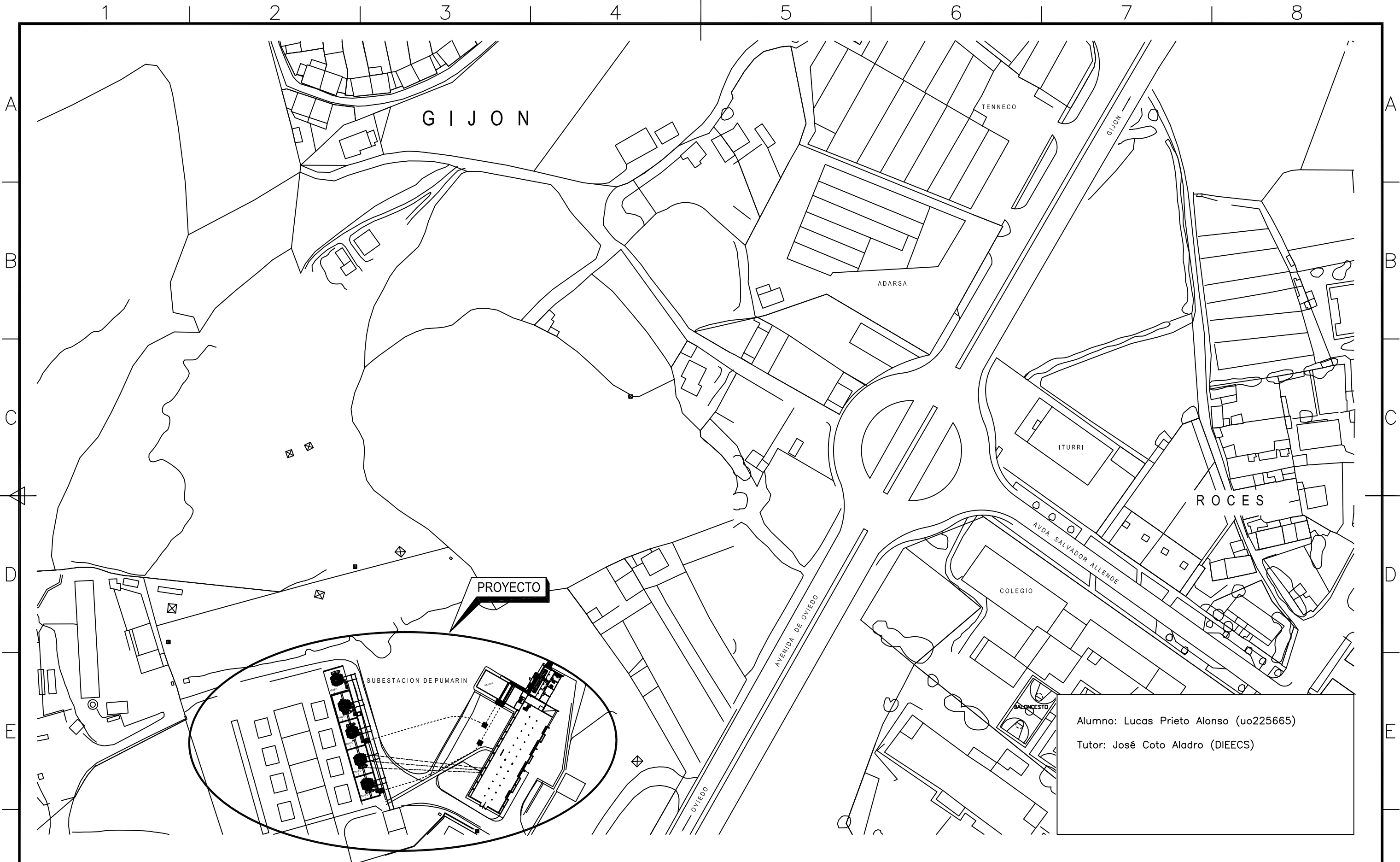
TÍTULO	NÚMERO	EDICIÓN
SITUACIÓN	2019MINGINDLPAG1	A
PLANTA GENERAL	2019MINGINDLPAG2	A
ESQUEMA UNIFILAR DISTRIBUCION 20 kV SALA BARRAS "A"	2019MINGINDLPAG1	A
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL 20 kV	2019MINGINDLPAG2	A
NUEVA SALA DE CELDAS - PLANTA	2019MINGINDLPAC1	A
NUEVA SALA DE CELDAS – SECCION A – A´	2019MINGINDLPAC2	A
NUEVA SALA DE CELDAS – SECCION B – B´	2019MINGINDLPAC3	A
ESTRUCTURA BANCADA PARA CELDAS	2019MINGINDLPAC4	A
DETALLE PUERTA EXTERIOR	2019MINGINDLPAC5	A
SOPORTE EMBARRADO TERMINACIONES Y AUTOVÁLVULAS T3 Y T5	2019MINGINDLPAC6	A
TRAZADO DE CANALIZACIONES	2019MINGINDLPAC7	A
CANALIZACION SUBTERRANEA MULTITUBULAR	2019MINGINDLPAC8	A
DETALLES CANALES REGISTRABLES EN SALAS	2019MINGINDLPAC9	A
CAMINOS DE CABLES FACHADA NOROESTE	2019MINGINDLPAC10	A
CAMINOS DE CABLES FACHADA NOROESTE HOJA	2019MINGINDLPAC11	A
DETALLE ARQUETA "A1"	2019MINGINDLPAC12	A
DETALLE ARQUETA "A2"	2019MINGINDLPAC13	A
DETALLE ARQUETA "A3"	2019MINGINDLPAC14	A
DETALLE ARQUETA "A3"	2019MINGINDLPAC15	A




Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)

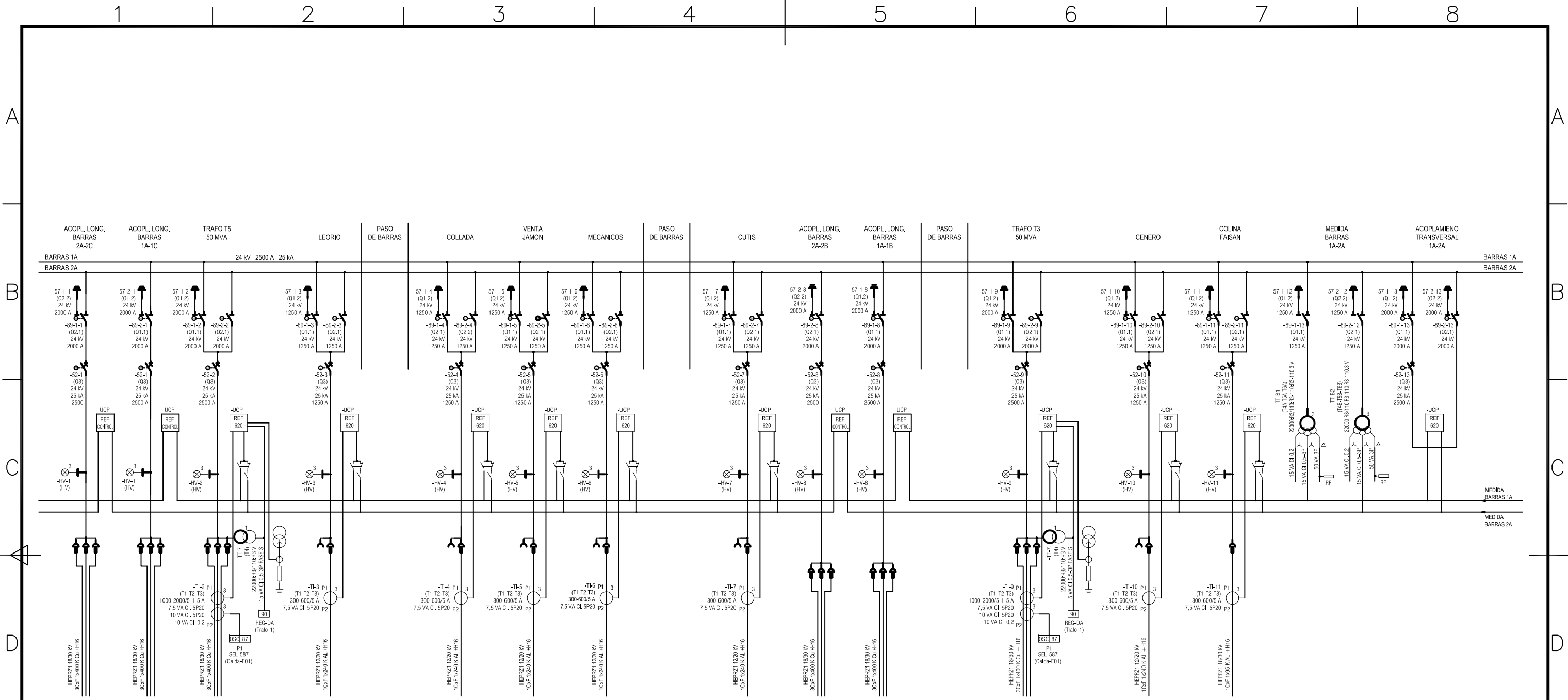
Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

B	EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION
F	ESCALA= 1:100.000		 SUB. PUMARIN			DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS
	ED. A	Dibujado				LPA
	05/19	Verificado	LPA	INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV-SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"		2019MINGINDLPAG1
	05/19	Revisado	JCA	SITUACION		Hoja: -- Sigue: --




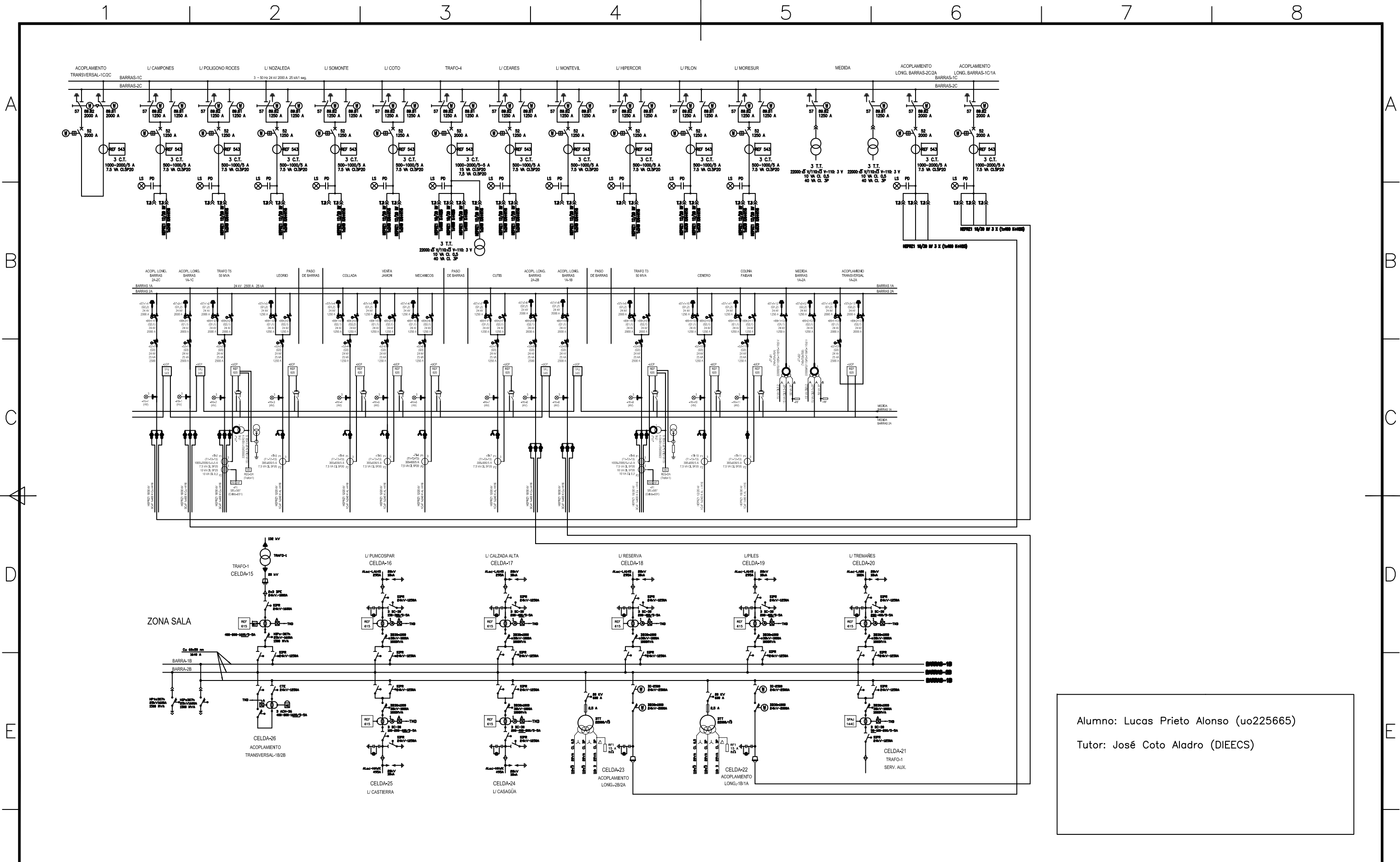
Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARÍN" PLANTA GENERAL	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAG2	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				




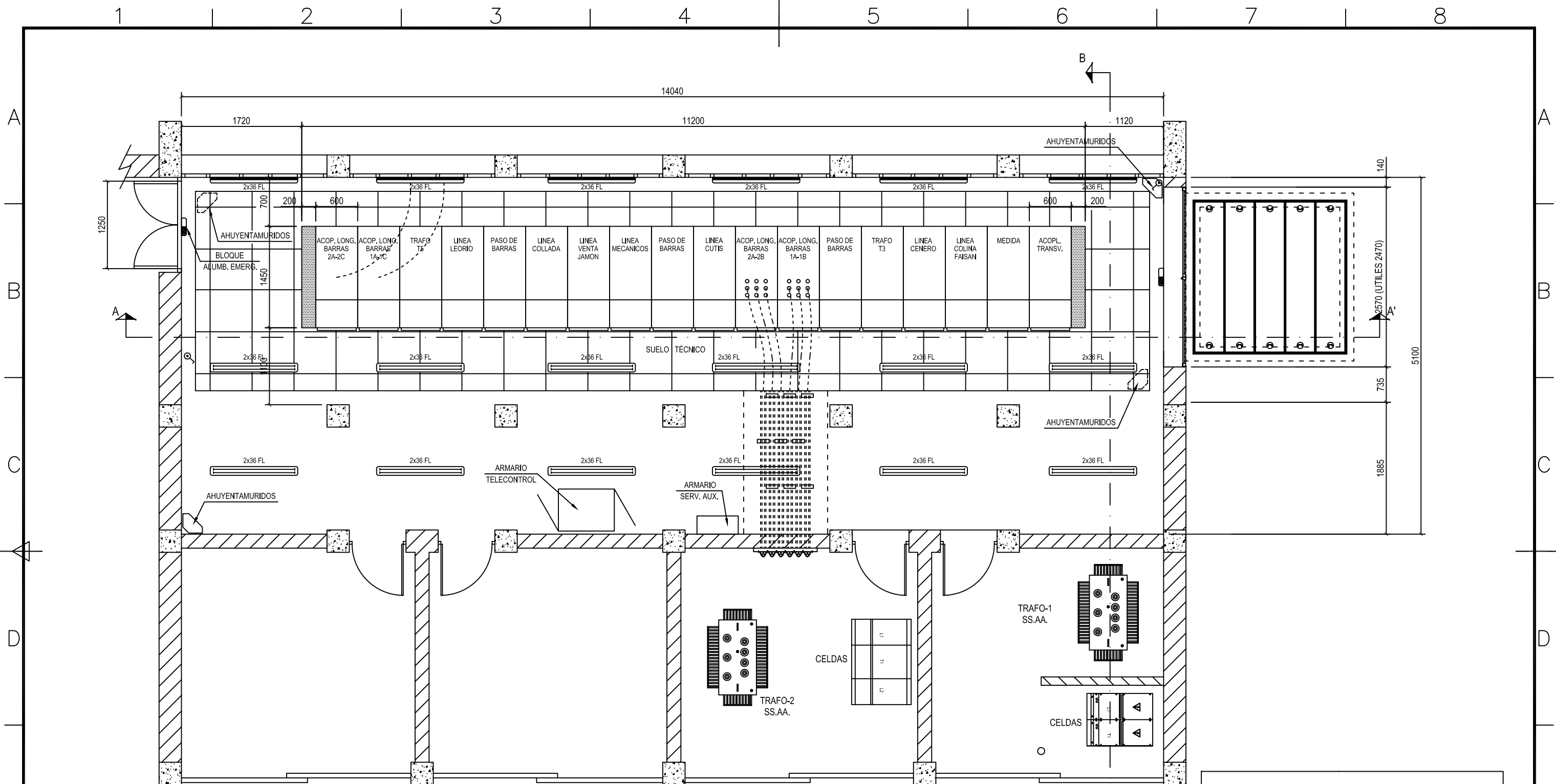
Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAE1	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA	INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"		Hoja: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		ESQUEMA UNIFILAR DISTRIBUCIÓN 20 kV SALA BARRAS "A"		Hoja: --
	1			2					8




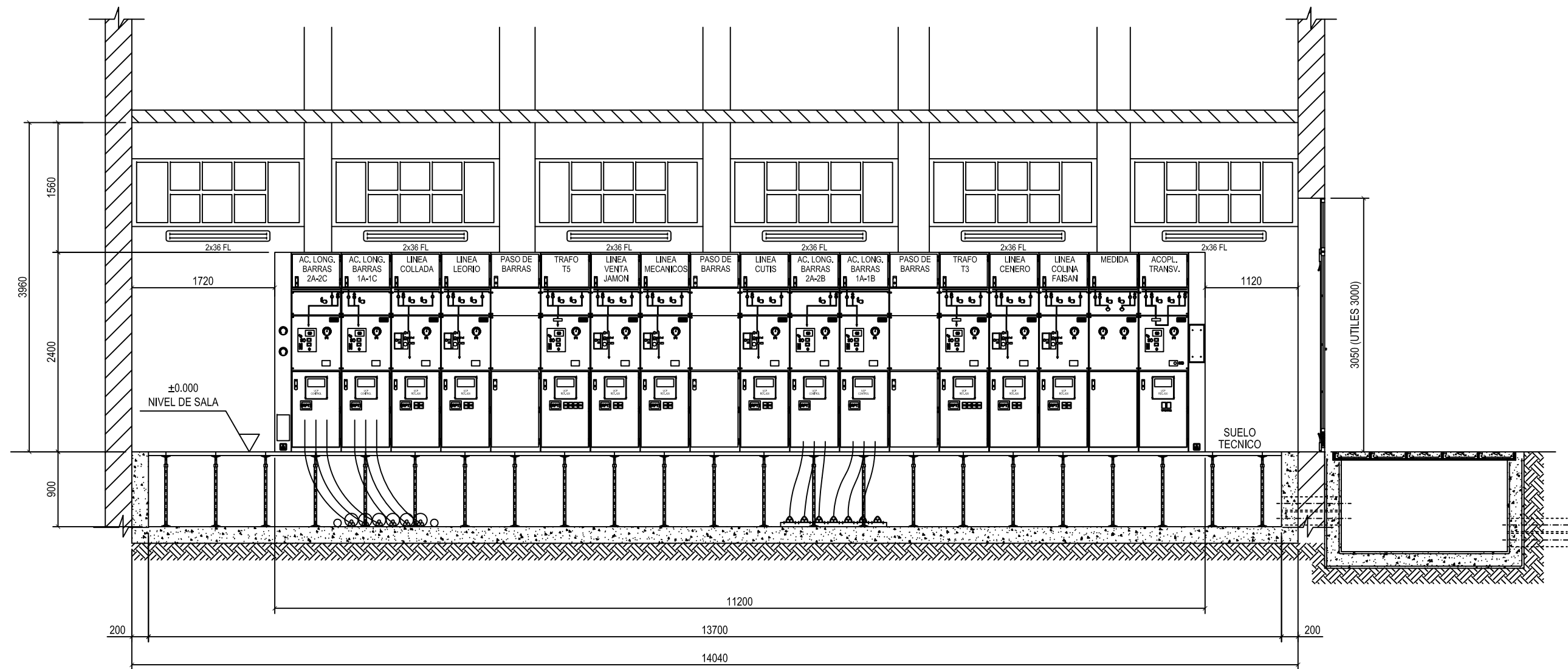
Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAE2	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA	INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kv – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"		
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		ESQUEMA UNIFILAR DISTRIBUCIÓN 20 kv BARRAS A, B Y C		
	1			2			6	7	8




Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

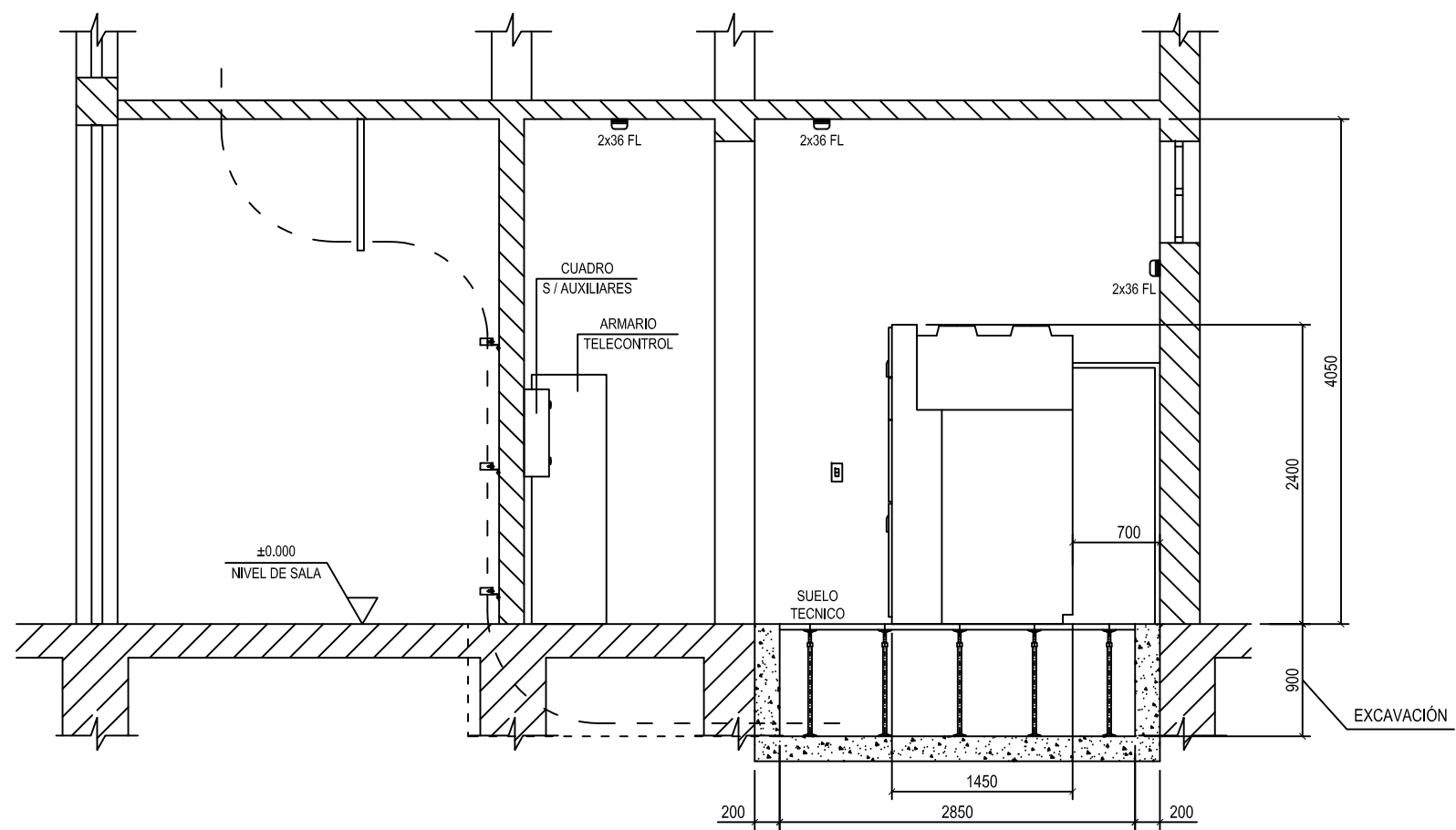
E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN" NUEVA SALA DE CELDAS / PLANTA	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC1
B						05/19 Revisado JCA		Hoja: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION			Sigue: --
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								



SECCIÓN A-A'


Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

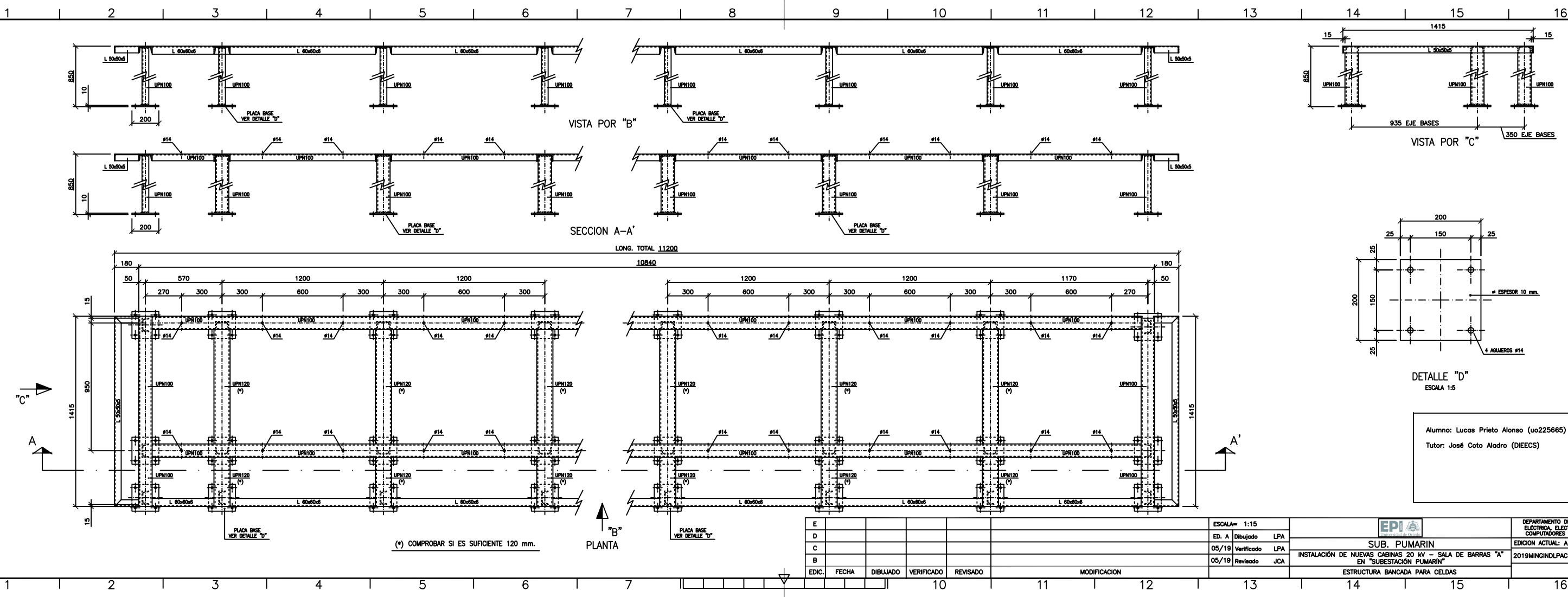
E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 KV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC2	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		NUEVA SALA DE CELDAS / SECCIÓN A – A'		



SECCIÓN B-B'

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A
C						05/19 Verificado LPA	INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"	2019MINGINDLPAC3 Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA		Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		NUEVA SALA DE CELDAS / SECCIÓN B-B'	



VISTA POR "B"

SECCION A-A'

VISTA POR "C"

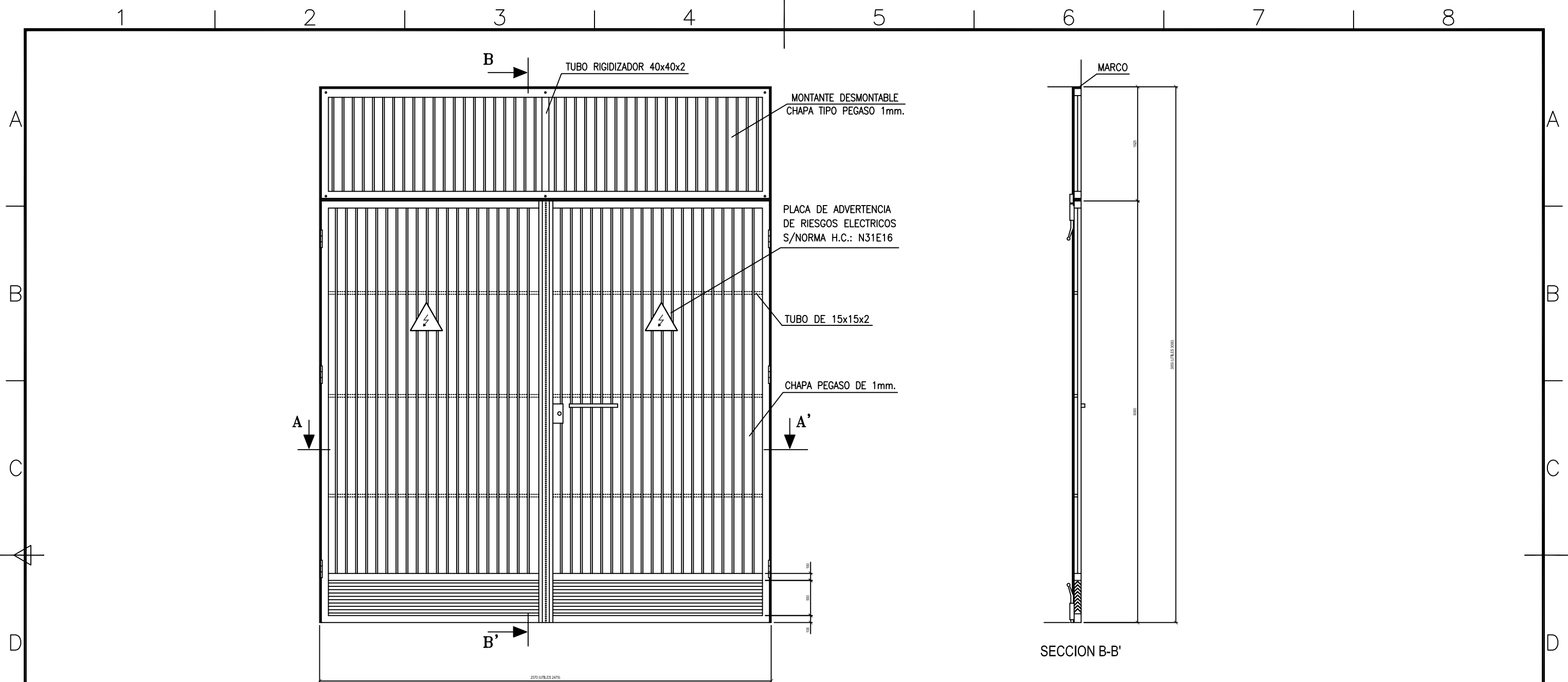
DETALLE "D"

PLANTA

(*) COMPROBAR SI ES SUFICIENTE 120 mm.

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)


E						ESCALA= 1:15		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D	A	Dibujado	LPA					SUB. PUMARIN	EDICION ACTUAL: A
C		Verificado	LPA					INSTALACION DE NUEVAS CABINAS 20 KV - SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACION PUMARIN"	2019MINGINDLPACA
B		Revisado	JCA					ESTRUCTURA BANCADA PARA CELDAS	Hoja: --- Sigue: ---
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				



SECCION A-A'
 PUERTA
 ACCESO DESDE EL EXTERIOR

SECCION B-B'

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 KV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC5	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA	DETALLE PUERTA EXTERIOR		Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				

A

B

C

D

E

F

A

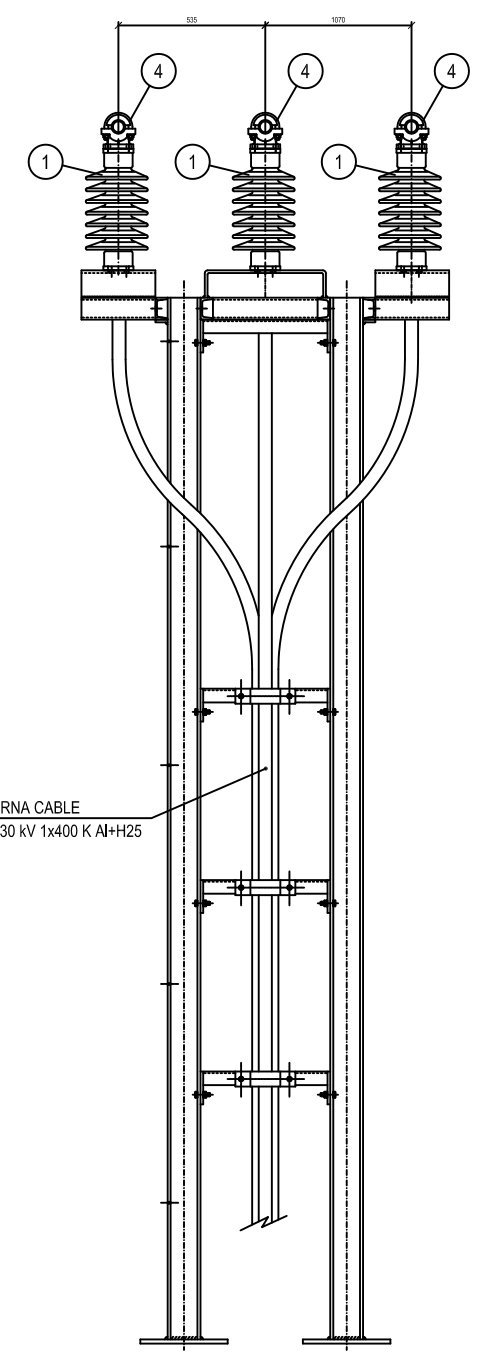
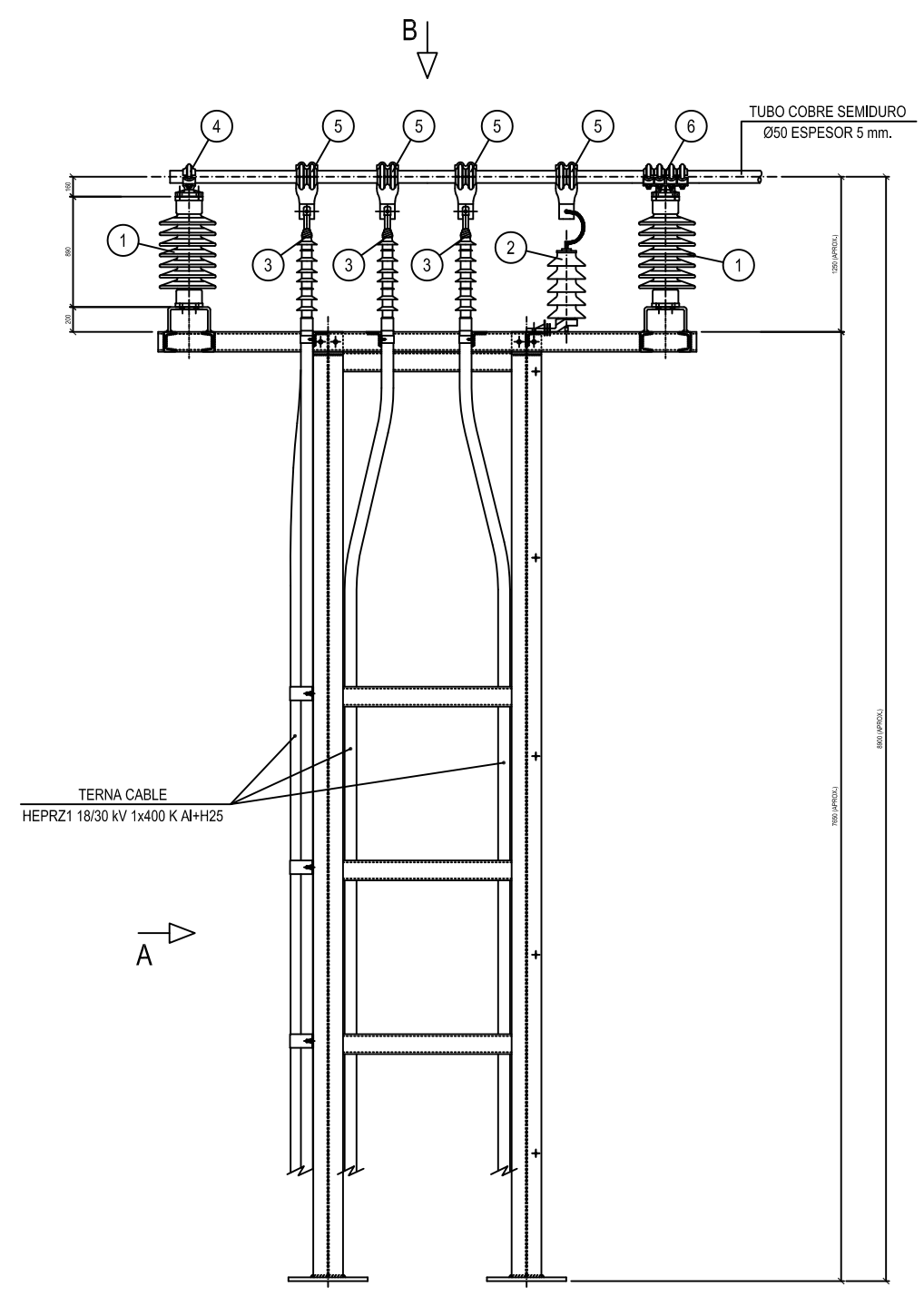
B

C

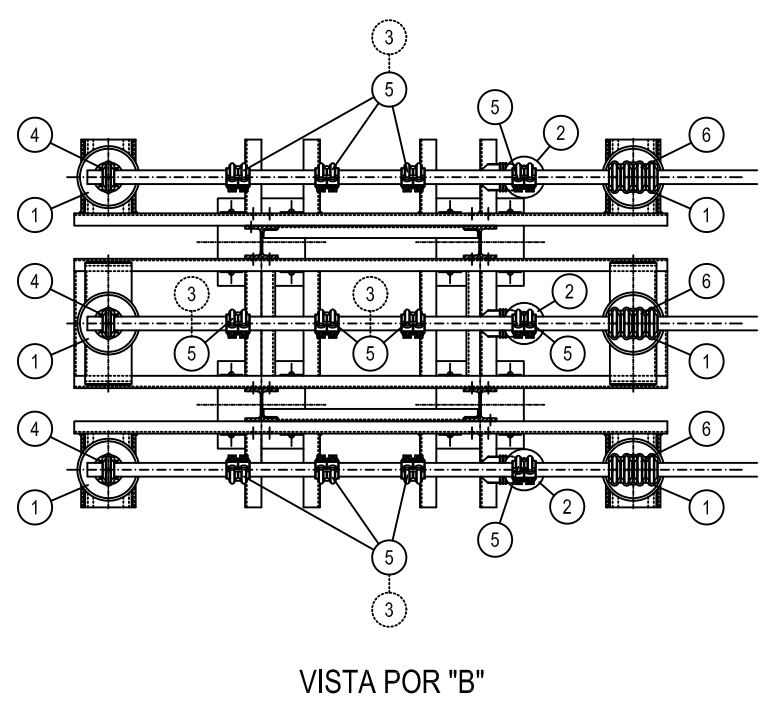
D

E


F

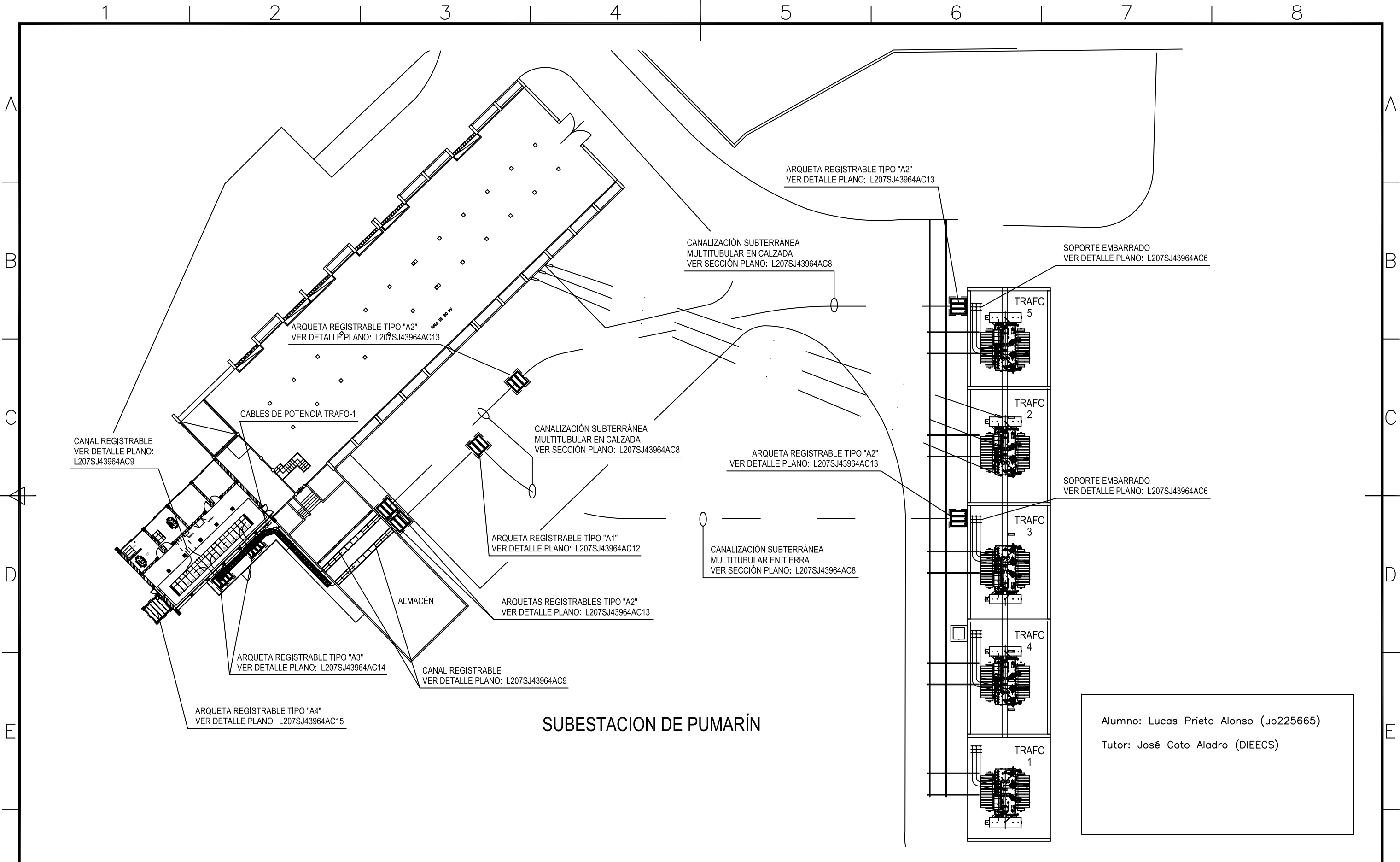


POS.	DESIGNACION	TIPO	CANT.	FABRICANTE
1	AISLADOR DE APOYO DE INTEMPERIE S/UNE 21110 Y CEI 273	C8-170	6	NALDA
2	PARARRAYOS 24 kV/10 kA	UHS-24	3	COOPER
3	TERMINACION DE EXTERIOR RETRACTIL EN FRIO HASTA 18/36 kV	QTIL8SE-5647E	9	3M
4	RACORD RECTO PARA TUBO PASANTE Ø50 SOBRE PEANA FIJA	511B-501	3	AUXIME
5	RACORD DE TUBO Ø50 A PLETINA EN "TE"	344-B5066	12	AUXIME
6	RACORD RECTO EMPALME TUBO Ø50 SOBRE PEANA FIJA	521B-501	3	AUXIME




Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV - SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN" SOPORTE EMBARRADO TERMINACIONES Y AUTOVÁLVULAS T3 Y T5	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC6	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				
	1			2					



SUBESTACION DE PUMARÍN

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARÍN" TRAZADO DE CANALIZACIONES	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICIÓN ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC7	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				

1 2 3 4 5 6 7 8

A

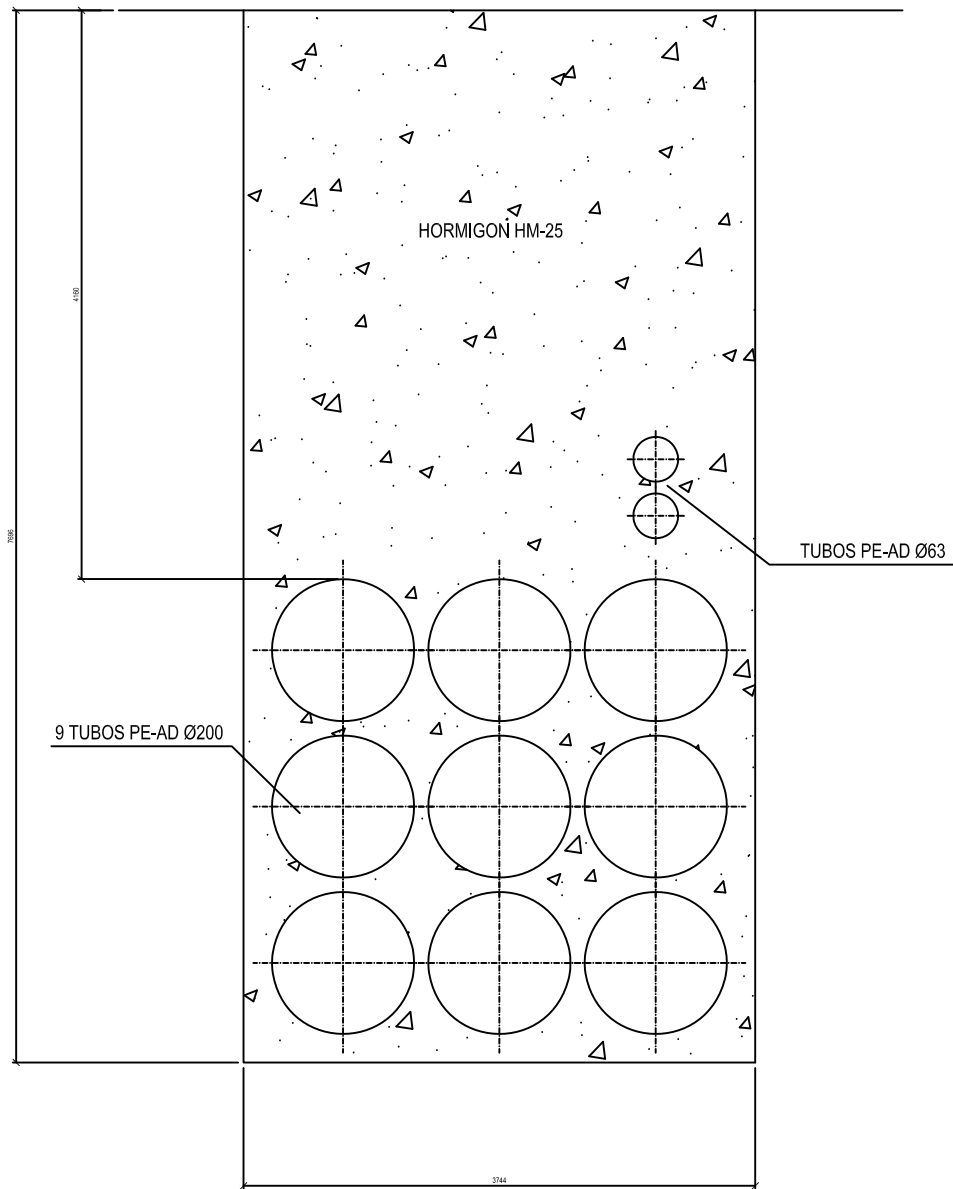
B

C

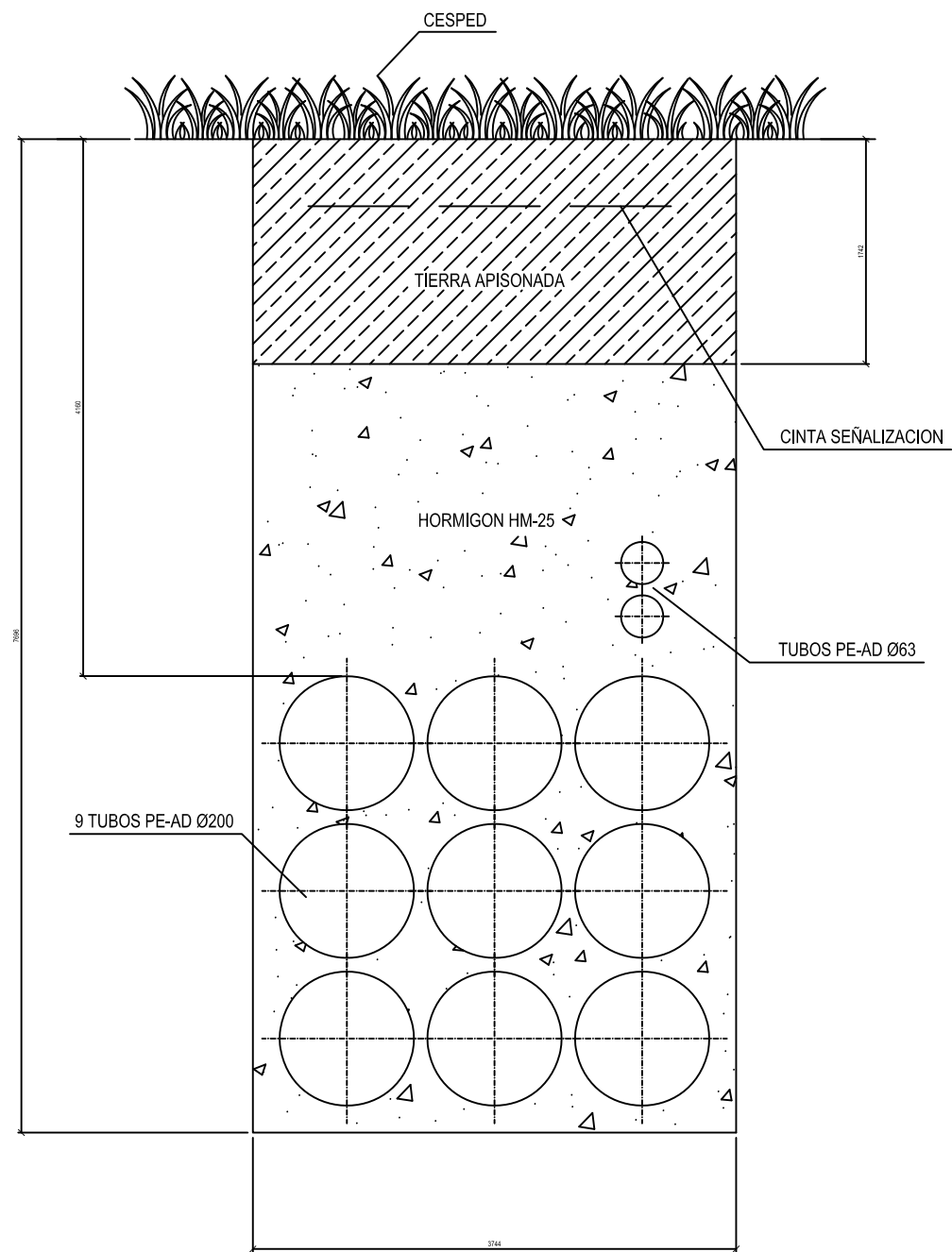
D

E

F




SECCIÓN EN CALZADA

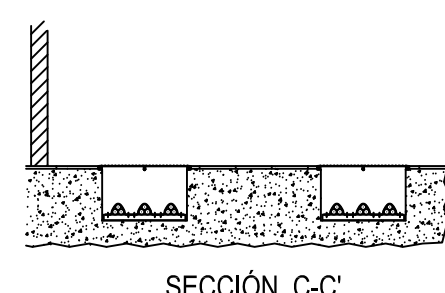
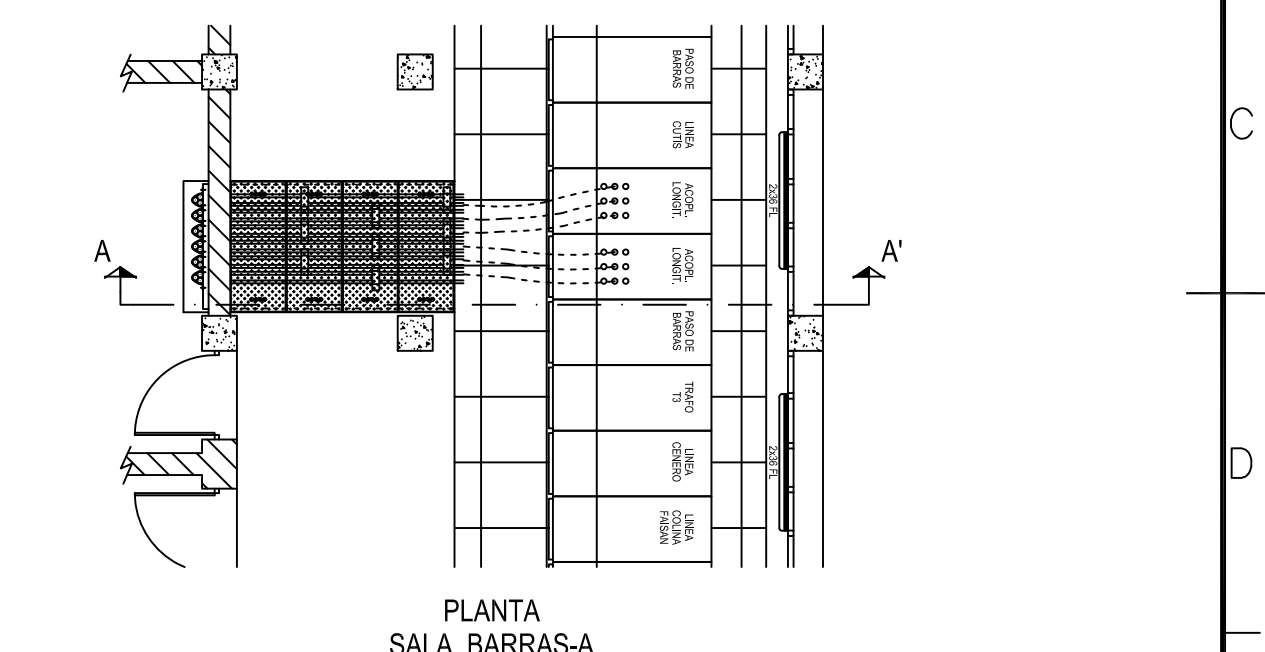
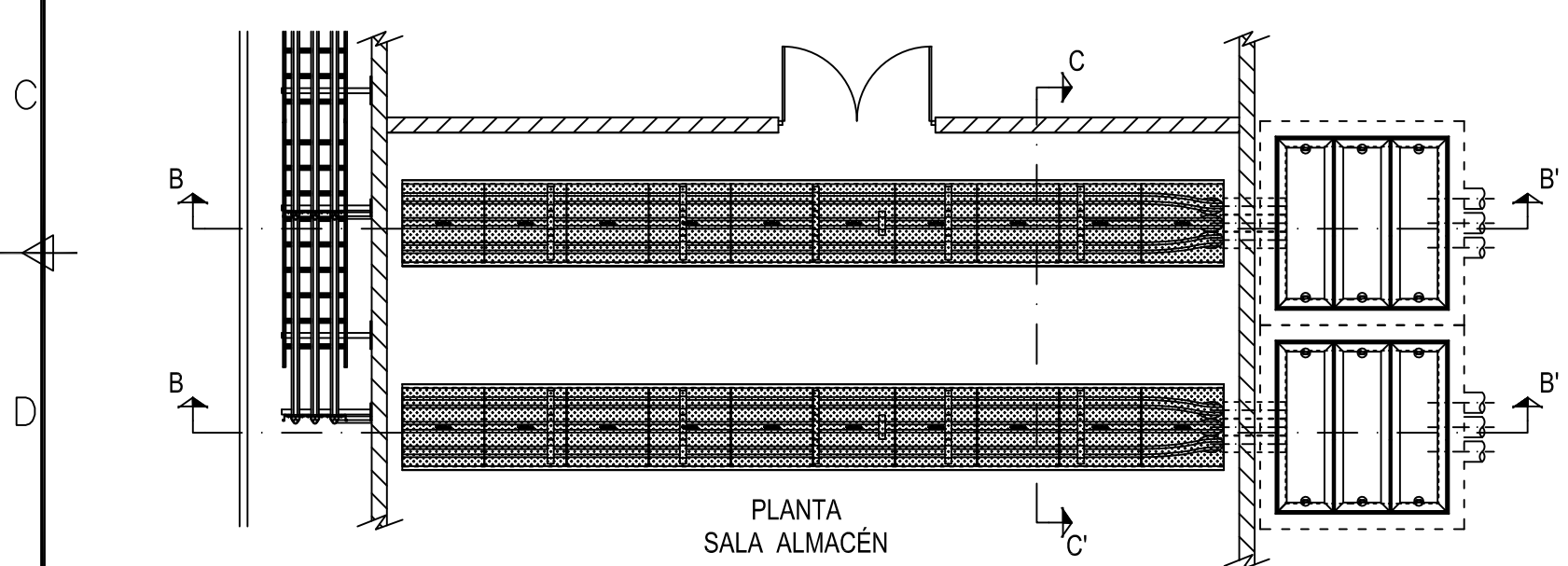
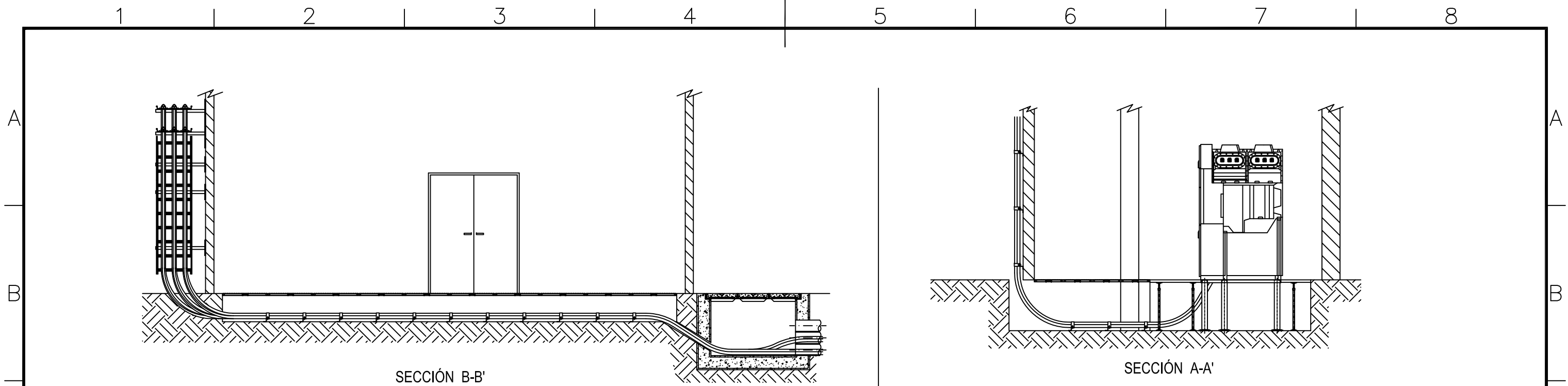


SECCIÓN EN TIERRA

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

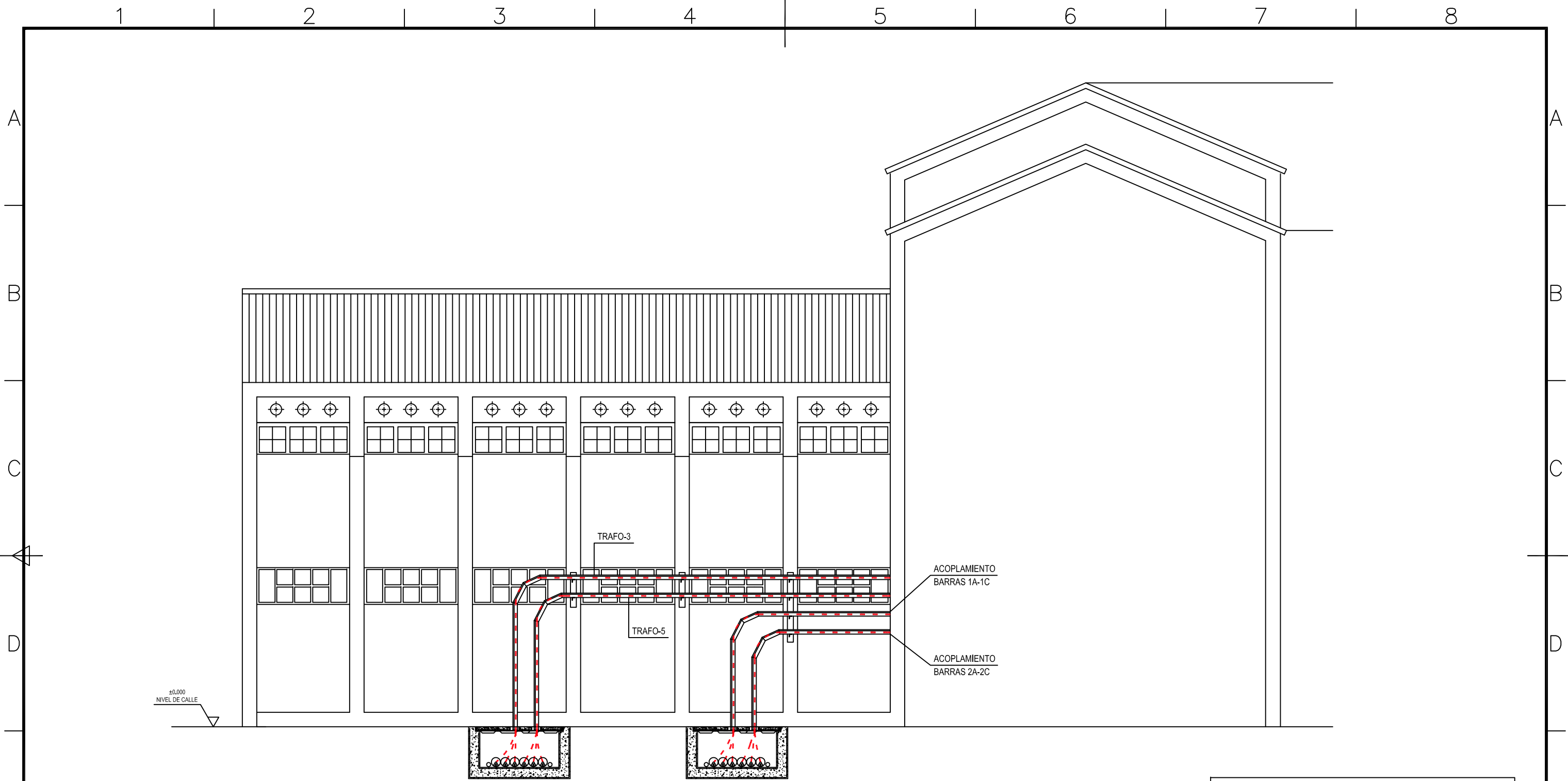
E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC8	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA MULTITUBULAR		

1 2 3 4 5 6 7 8




Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

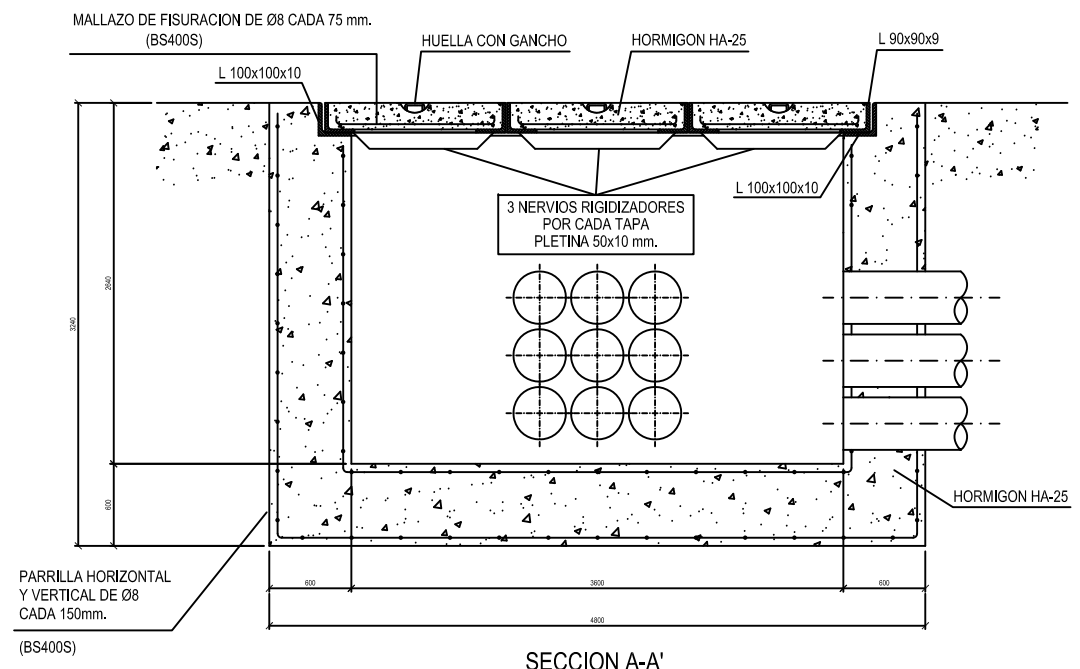
E						ESCALA= 1:1500		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC9
B						05/19 Revisado JCA	SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV - SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"	
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		DETALLE DE CANALES REGISTRABLES EN SALAS Hoja: -- Sigue: --	



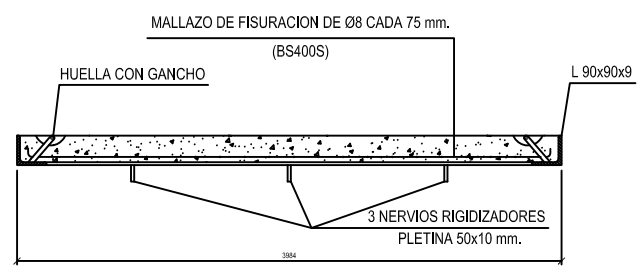
VISTA TRASERA EXTERIOR

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

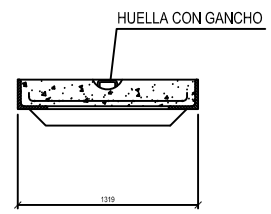
E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A
C						05/19 Verificado LPA	INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN"	2019MINGINDLPAC10
B						05/19 Revisado JCA		Hoja: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION		CAMINO DE CABLES FACHADA NOROESTE	Sigue: --



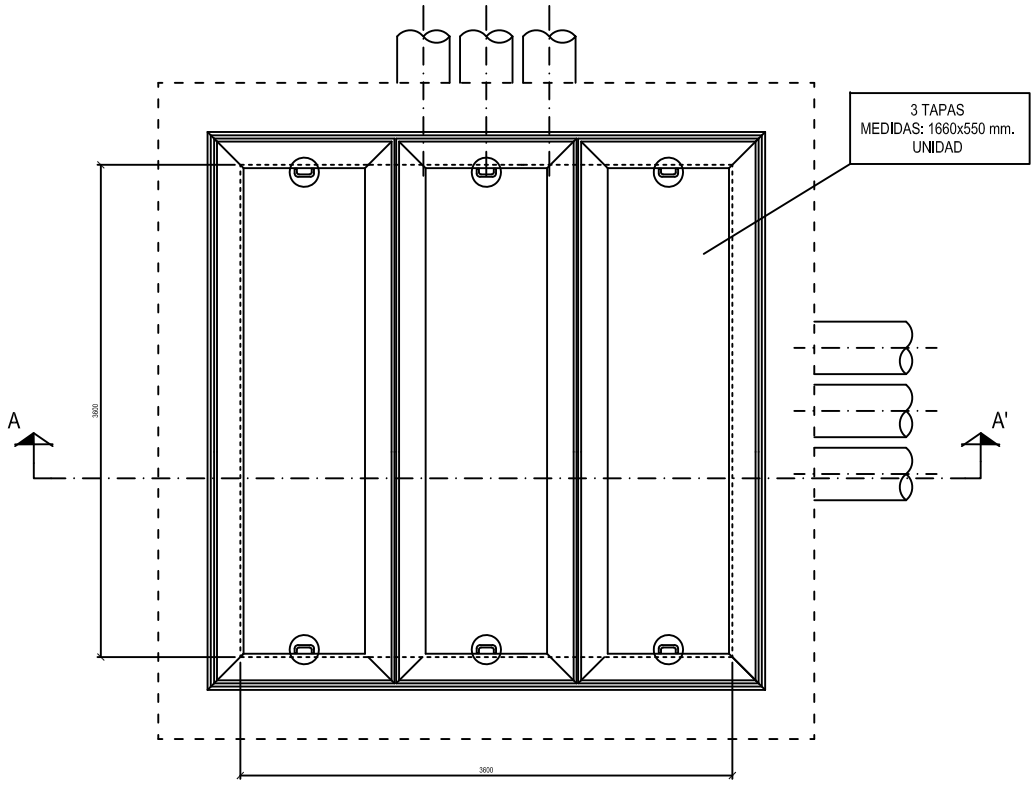
SECCION A-A'



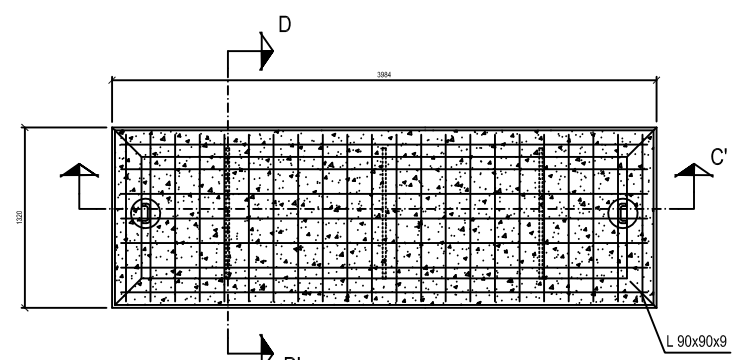
SECCION C-C'



SECCION D-D'




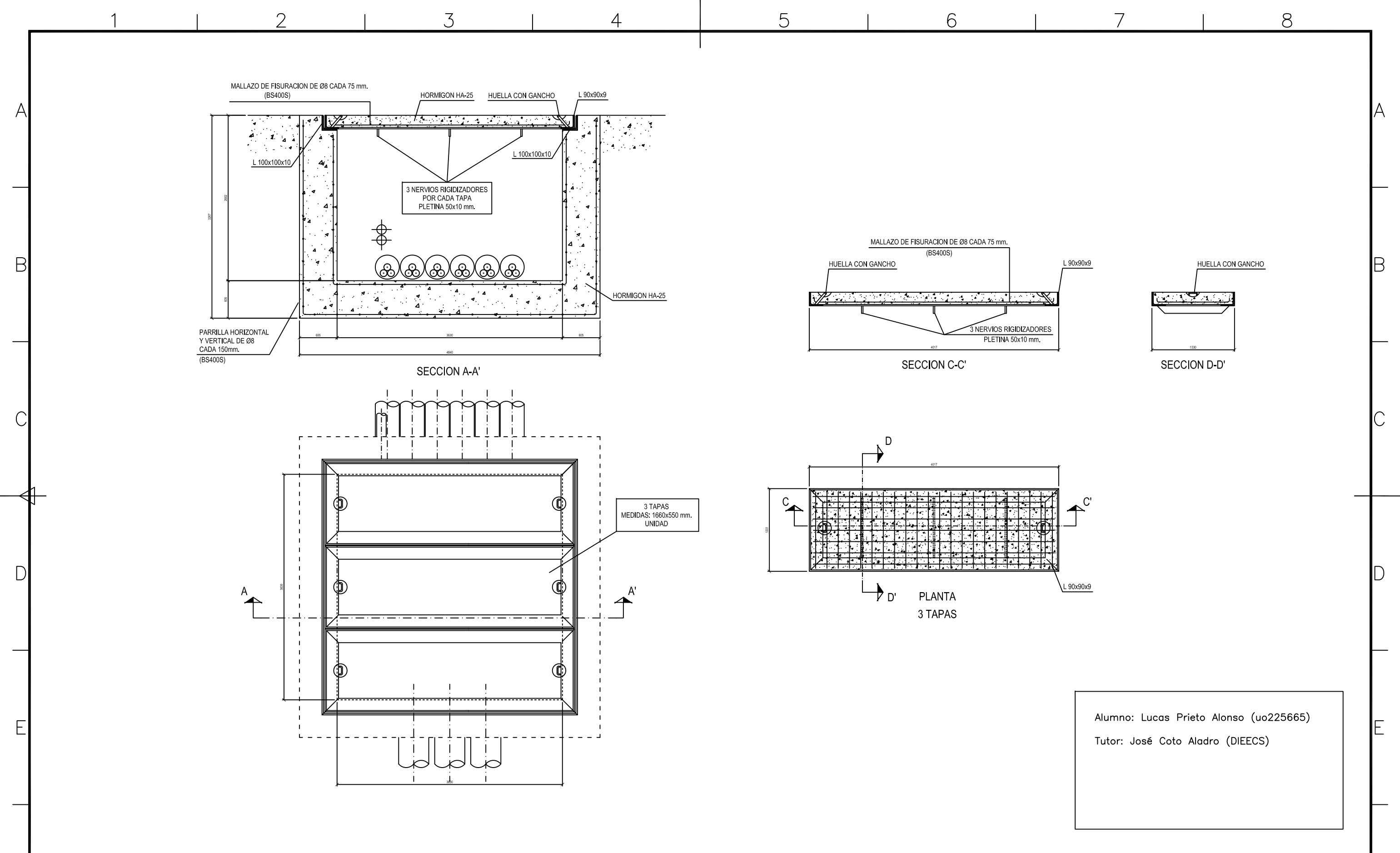
PLANTA




PLANTA
3 TAPAS

Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kv – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN" DETALLE ARQUETA "A1"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC12	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				



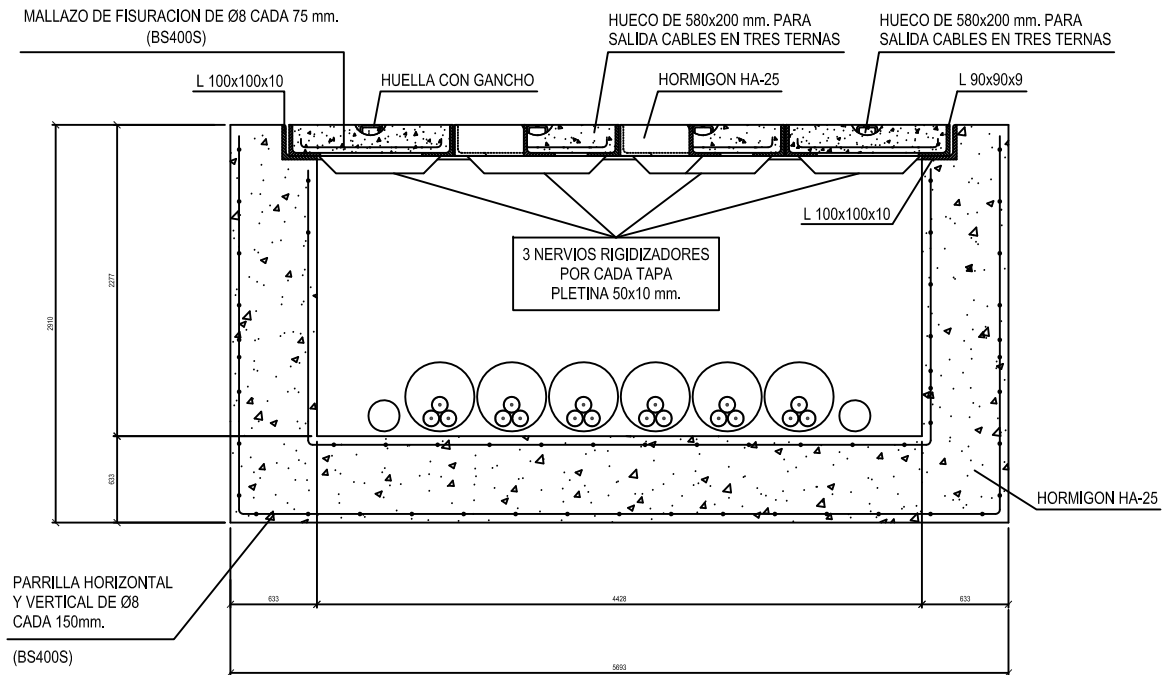
Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN" DETALLE ARQUETA "A2"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC13	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				

1 2 3 4 5 6 7 8

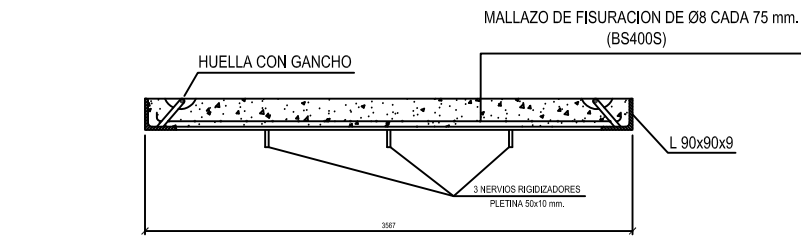
A

A

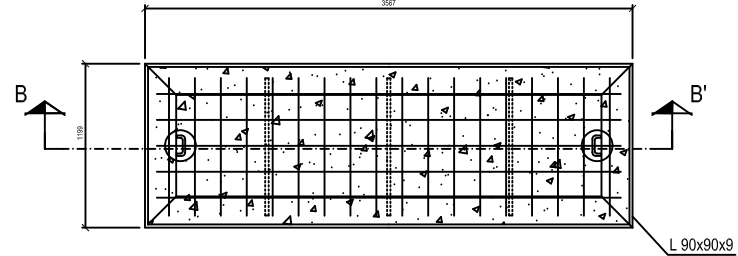


SECCION A-A'

PARRILLA HORIZONTAL Y VERTICAL DE Ø8 CADA 150mm. (BS400S)



SECCION B-B'



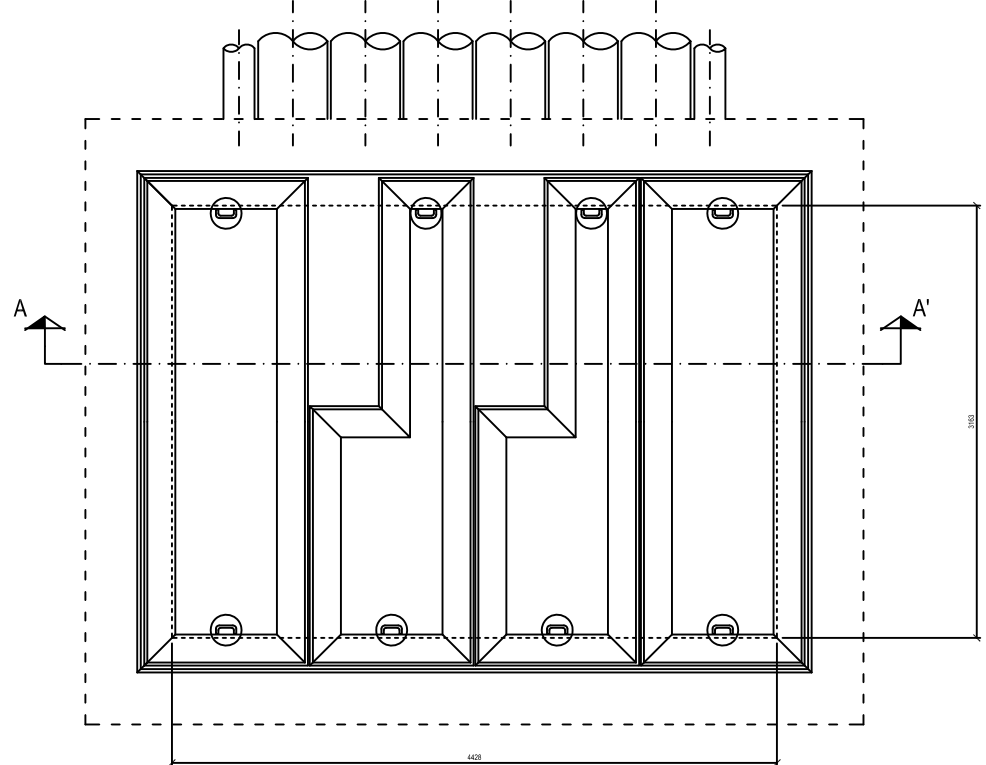
PLANTA 2 TAPAS

B

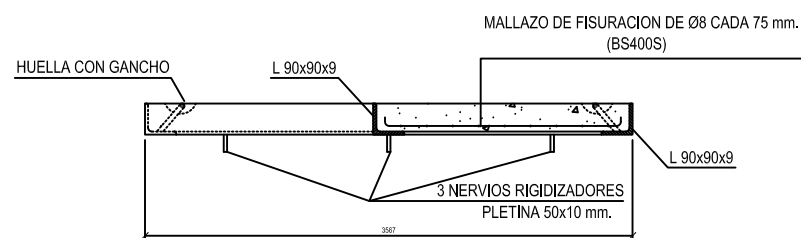
B

C

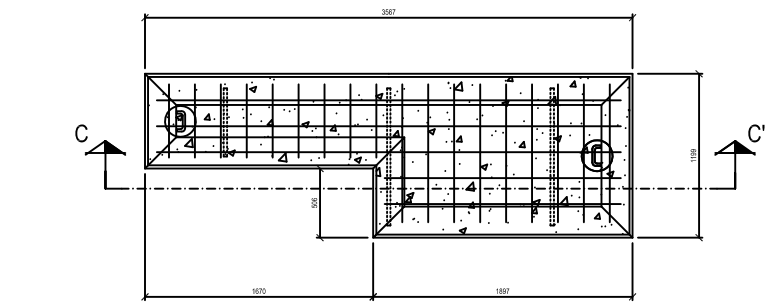
C



PLANTA



SECCION C-C'




PLANTA 2 TAPAS

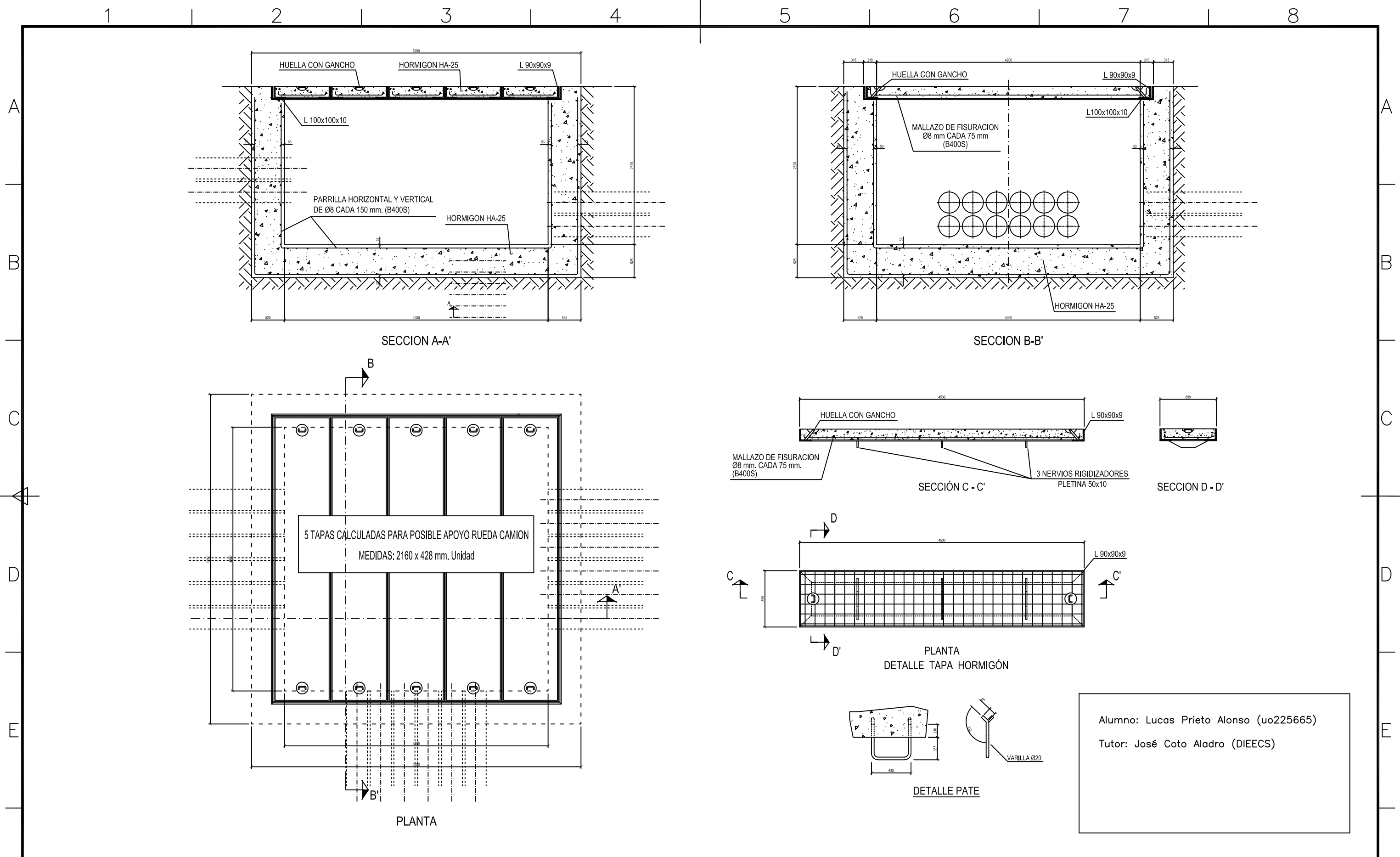
Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

F

F

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kv – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN" DETALLE ARQUETA "A3"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC14	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				

1 2 3 4 5 6 7 8



Alumno: Lucas Prieto Alonso (uo225665)
 Tutor: José Coto Aladro (DIEECS)

E						ESCALA= 1:1500	 SUB. PUMARIN INSTALACIÓN DE NUEVAS CABINAS 20 kV – SALA DE BARRAS "A" EN "SUBESTACIÓN PUMARIN" DETALLE ARQUETA "A4"	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y SISTEMAS	
D						ED. A Dibujado LPA		EDICION ACTUAL: A	
C						05/19 Verificado LPA		2019MINGINDLPAC15	Hoja: --
B						05/19 Revisado JCA			Sigue: --
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION				