



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

Proyecto de una subestación transformadora privada de 15
MVA

Private transform subestation of 15 MVA project

Autor: Elena Hernández García

Tutor: Norberto Redondo Melchor

Marzo 2018



Índice

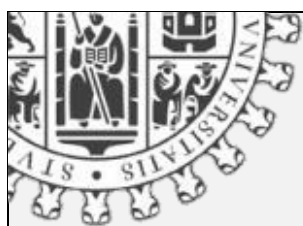
I.	MEMORIA.....	1
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO	3
B.	NORMATIVA APLICADA	4
C.	NECESIDADES Y PRESTACIONES DE LAS INSTALACIONES REQUERIDAS.....	5
D.	SOLUCIONES ADOPTADAS Y ESQUEMA UNIFILAR	7
E.	PLAZO Y DIAGRAMA DE EJECUCIÓN.....	9
F.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	13
G.	CONCLUSIÓN A LA MEMORIA Y FIRMA.....	13
II.	ANEJO DE 45 KV.....	15
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	17
B.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE.....	17
a.	Emplazamiento.....	17
b.	Características principales de la línea aérea existente	18
C.	INTERVENCIÓN A REALIZAR	18
a.	Descripción de la intervención	18
b.	Distancias de seguridad, cruzamientos y paralelismos.....	18
D.	DISEÑO MECÁNICO	21
a.	Cálculos mecánicos de los conductores	21

b.	Cálculos mecánicos de los apoyos	26
c.	Aisladores	28
d.	Cimentaciones	29
e.	Puesta a tierra de los apoyos	30
III.	ANEJO DE LA STP: INSTALACIONES DE POTENCIA.....	33
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	35
B.	NORMATIVA APLICADA	35
C.	OBRA CIVIL	35
a.	Distribución del espacio interior de la STP.....	35
b.	Cerramientos y accesos.....	37
c.	Canalizaciones subterráneas.....	38
d.	Estructuras de soporte	39
e.	Cimentaciones.....	39
D.	ENTRADA DE LÍNEAS Y EMBARRADO DE 45 kV	39
a.	Aisladores	39
b.	Seccionadores de entrada.....	41
c.	Autoválvulas	43
d.	Interruptor principal.....	44
E.	EQUIPO DE MEDIDA Y FACTURACIÓN.....	46
a.	Transformador de intensidad AT	46
b.	Transformador de tensión AT	48
F.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	49
G.	EMBARRADO Y SALIDA DE LÍNEAS DE 6 kV	55
H.	EDIFICIO DE CONTROL.....	58
I.	SERVICIOS AUXILIARES	66
a.	Sistema de alimentación desde embarrado a 6 kV.....	66
b.	Sistema de alimentación ininterrumpida en corriente alterna a 230 V.....	68

c.	Fuente de tensión en corriente continua a 110 V.....	69
J.	CONCLUSIÓN Y FIRMA.....	71
IV.	ANEJO DE LA STP: CONTROL Y PROTECCIÓN	73
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	75
B.	RED DE PUESTA A TIERRA.....	75
a.	Diseño de la red de protección	76
b.	Cálculos justificativos	76
C.	ARMARIO DE CONTROL.....	82
a.	Descripción del funcionamiento	82
b.	Descripción de enclavamientos de seguridad.....	88
D.	RELÉS DE PROTECCIÓN.....	90
a.	Descripción de protecciones implementadas	90
b.	Estudio de la configuración de los relés recomendada	93
E.	CONCLUSIÓN Y FIRMA.....	94
V.	ANEJO DE CONTROL DE INCENDIOS.....	95
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	97
B.	NORMATIVA APLICADA	97
C.	SISTEMA DE DETECCIÓN.....	97
a.	Componentes del sistema de detección	98
b.	Características generales de la instalación: canalizaciones y conductores.....	106
D.	EXTRACCIÓN CONTROLADA DE HUMOS DE INCENDIO	107
E.	CONCLUSIÓN	108
VI.	ANEJO ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR	109
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	111
B.	NORMATIVA APLICADA	111
C.	DISEÑO LUMINOTÉCNICO	111
a.	Introducción y objeto.....	111

b.	Lámparas y equipos auxiliares. Luminarias	114
c.	Sistemas de encendido y apagado	116
D.	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	116
E.	CONCLUSIÓN Y FIRMA.....	117
VII.	ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN	119
A.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ANEJO	121
B.	NORMATIVA APLICADA	121
C.	IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS Y CANTIDADES	121
D.	MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA	122
E.	REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE OBRA.....	123
F.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.....	123
G.	CONCLUSIÓN Y FIRMA.....	124
VIII.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	123
A.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	127
a.	Normativa a aplicar	127
b.	Replanteo de la obra	127
c.	Características y obligaciones del contratista	128
d.	Control de la obra y Libro de órdenes.....	129
e.	Aceptaciones parciales y certificaciones periódicas	129
f.	Recepción de la instalación	129
g.	Plazo de garantía	130
B.	CONCLUSIÓN Y FIRMA.....	131
IX.	SEGURIDAD Y SALUD	131
A.	A. CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LAS OBRAS	135
a.	Descripción de los trabajos	135
b.	Coste, plazo de ejecución y mano de obra necesaria	135
c.	Documento de seguridad y salud requerido en fase de proyecto	135

B.	PELIGROS DETECTADOS Y RIESGOS ASUMIDOS.....	136
a.	Peligros generales	136
b.	Peligros específicos de cada fase de la obra	136
c.	Riesgo de daños a terceros	138
C.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA AMINORAR RIESGOS.....	138
a.	Medidas generales	138
b.	Medidas específicas para cada fase de la obra	138
c.	Medidas frente al riesgo de daños a terceros.....	140
D.	CONCLUSIÓN Y FIRMA.....	141
X.	PLANOS.....	143
XI.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	167
A.	Presupuesto desglosado	169
B.	Cuadro resumen del presupuesto.....	172
C.	Nombre, fecha y firma	172
XII.	BIBLIOGRAFÍA	173

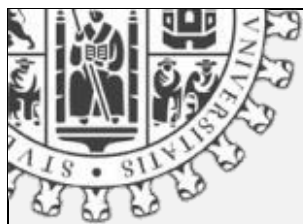


Índice de figuras

Imagen 1. Esquema unifilar subestación. AutoCAD	11
<i>Imagen 2 Recorrido de la energía</i>	3
Imagen 3 ubicación	6
Imagen 4 Ubicación	6
Imagen 5 Diagrama de bloques de la STP	7
Imagen 6 Esquema unifilar	8
Imagen 7 Esquema conexión con CTs	9
Imagen 8 Diagrama de GANTT parte 1	10
Imagen 9 Diagrama de GANTT parte 2	11
Imagen 10 Planificación del equipo parte 1	12
Imagen 11 Planificación del equipo parte 2	12
Imagen 12 Planificación del equipo parte 3	13
Imagen 13 Planificación del equipo parte 4	13
Imagen 14. Tabla 15 apartado 5 ITC-LAT 07	19
Imagen 15. Tabla 17 ITC -LAT 07	19
Imagen 16. Extracto zona B tabla 4 ITC-LAT 07	22
Imagen 17. Flecha	23
Imagen 18. Relación h. Apuntes Arévalo	24
Imagen 19 Cálculos mecánicos del conductor	25
Imagen 20 Derivación simple	27
Imagen 21. Crucetas. IMEDEXSA	28
Imagen 22. Resultados cimentaciones	29
Imagen 23 Cimentación	29
Imagen 24 Puesta a tierra del apoyo	30
Imagen 25 Alzado STP	36
Imagen 26 Alzado STP	36
Imagen 27 Planta cerramientos y accesos subestación	38

Imagen 28 Alzado cerramientos y accesos	38
Imagen 29 Aislador	40
Imagen 30 Seccionador de línea y tierra	42
Imagen 31 Planta edificio de control	58
Imagen 32 Esquema unifilar celdas	58
Imagen 33 Celda MT SM6 Schneider.....	61
Imagen 34 Celda MT SM6 Schneider.....	61
Imagen 35 conexión celda 1	62
Imagen 36 Conexión celda 2.....	63
Imagen 37 Conexión celdas 3 y 4	65
Imagen 38 Planta con red de puesta a tierra.....	76
Imagen 39 Alzado con red de puesta a tierra	76
Imagen 40 Armario de control	83
Imagen 41 Seccionador 89.1 y 89.1T.....	84
Imagen 42 Enclavamiento 52.1	85
Imagen 43 Seccionadores 89.1 y 89.1T	85
Imagen 44 Disyuntor 52.2	86
Imagen 45 disyuntor 52.2.....	86
Imagen 46 Disyuntor 52.5	87
Imagen 47 Disyuntores 52.3 y 52.4.....	88
Imagen 48 Relé de enclavamiento	88
Imagen 49 Pulsador EMERGENCIA y REARME	89
Imagen 50 VAMP V 50.....	90
Imagen 51 Diagrama de conexión VAMP V 50	91
Imagen 52 VAMP 255	91
Imagen 53 Diagrama de conexiones VAMP 255	92
Imagen 54 VAMP V 230.....	92
Imagen 55 Conexión VAMP 230	93
Imagen 56 Detector óptico	100
Imagen 57 Funcionamiento.....	100
Imagen 58 Cableado.....	100
Imagen 59 Dimensiones	102
Imagen 60 Cableado.....	102
Imagen 61 Sirena de interior	103
Imagen 62 Sirena exterior HONEYWELL.....	104

Imagen 63 Central micro procesada VSN4 - PLUS	106
Imagen 64 Nivel de iluminación (lx) representado en colores falsos	112
Imagen 65 Ubicación luminaria	113
Imagen 66 Ubicación luminaria 3D.....	114
Imagen 67 Características luminarias	115
Imagen 68 Características luminaria	115
Imagen 69 Resultados luminotécnicos	116



Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los terrenos en función de la altura	17
Tabla 2. Características del conductor	23
Tabla 3 Datos cruceta	27
Tabla 4 Características aisladores	28
Tabla 5 Componentes puesta a tierra apoyo.....	31
Tabla 6 Características aislador	40
Tabla 7 Características seccionador general con puesta a tierra	42
Tabla 8 Características autoválvulas AT	43
Tabla 9 Características interruptor principal	45
Tabla 10 Características transformador de intensidad AT	47
Tabla 11 Características del transformador de tensión AT	49
Tabla 12 Características transformador de potencia	53
Tabla 13 Características transformador de intensidad AT	54
Tabla 14 Características transformador de intensidad neutro del transformador.....	55
Tabla 15 Características autoválvulas MT.....	56
Tabla 16 Características Conductor aislado MT y accesorios	57
Tabla 17 Características generales de las celdas	61
Tabla 18 Características celda 1	62
Tabla 19 Características celda 2.....	64
Tabla 20 Características celdas 3 y 4.....	66
Tabla 21 Características transformador de servicios auxiliares	68
Tabla 22 Características SAI.....	69
Tabla 23 Características fuente CC	70
Tabla 24. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada Uca en función de la duración de la corriente de falta	78
Tabla 25 Comprobación tensiones de contacto y paso	81
Tabla 26 Características detector óptico	100
Tabla 27 Características detecto termo-velocimétrico	102
Tabla 28 Características sirena de interior	103
Tabla 29 Sirena de exterior	104

Tabla 30 Características central micro procesada.....	106
Tabla 31 Características cables de control y detección.....	107
Tabla 32 Residuos generados	122
Tabla 33 coste materiales	170
Tabla 34 Costes montaje	171
Tabla 35 Costes mano de obra	171

I. MEMORIA

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento, junto con sus anejos, están referidos a la instalación de una subestación transformadora privada de intemperie cuyas características, cálculos y localización vendrán descritas a continuación, así como el presupuesto, en donde se muestra un desglose de los costes de los equipos principales, así como de los costes de ingeniería, montaje y transporte.

Cabe añadir que la información recogida en el documento es la esencial, por ello en ninguna circunstancia se podrán omitir partes del mismo o modificarlas, sino que tendrá que adecuarse a las descritas para la correcta instalación de la STP y que pueda ponerse en funcionamiento con fiabilidad y en condiciones de seguridad y salud.

Una subestación transformadora es un conjunto de dispositivos eléctricos cuya función es la de producir, convertir, regular y distribuir energía eléctrica a distintos puntos de demanda, siendo su principal objetivo el de modificar y establecer niveles de tensión de una infraestructura eléctrica facilitando su transporte.

El recorrido seguido por la energía eléctrica desde su generación hasta la actividad industrial sería el siguiente:

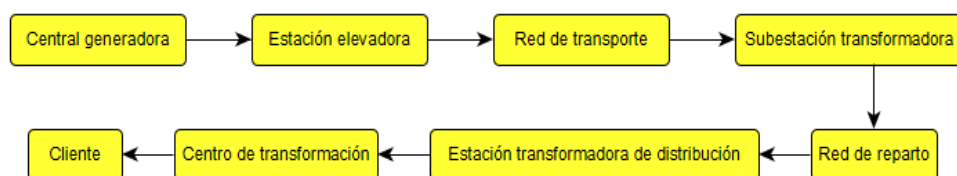


Imagen 2 Recorrido de la energía

Los elementos básicos de los que se compone una subestación son los siguientes:

- Una línea, aérea o subterránea, que dotará de suministro a la subestación.

- Autoválvulas. Son un tipo de pararrayos que protegen a la instalación de sobretensiones realizando una puesta a tierra de estas.
- Seccionadores. Son equipos mecánicos que sirven para aislar a los equipos de la línea.
- Interruptor principal. Es una protección contra defectos que puedan aparecer en la red.
- Transformador de potencia. Es el encargado de realizar la transformación de alta tensión a media tensión.
- Transformadores de intensidad y tensión. Se ocupan de la protección y medida.

B. NORMATIVA APLICADA

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión promulgado por el RD 223/2008

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación promulgado por el Real Decreto 337/2014
- Reglamento europeo de ecodiseño
- Reglamento UE 548/2014
- Norma UNE-EN (IEC) 60099-4: *Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.*
- Norma UNE-EN (IEC) 62271: *Aparamenta de alta tensión.*
- Norma UNE-EN (IEC) 60694: *Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.*
- Norma UNE-EN (IEC) 61869-2: *Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad;* y norma UNE-EN (IEC) 61869-3: *Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.*
- Norma UNE-EN 60305: *Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago;*

Elena Hernández García

- Norma Iberdrola MT 2.80.14: *Guía para instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (hasta 132 kV)*
- Normas IEC 60076: *Transformadores de potencia.*
- Normas de fabricación y conformidad IEC 62271-200: *Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.*
- Norma IEEE 80 – 2000: *IEEE guide for safety in AC substation grounding.*
- Norma ITC – RAT 13: *Instalaciones de puesta a tierra.*

C. NECESIDADES Y PRESTACIONES DE LAS INSTALACIONES REQUERIDAS

Debido al futuro desarrollo industrial en la zona, se ve imprescindible la instalación de una subestación transformadora privada de intermedia con el fin de soportar la infraestructura eléctrica de la actividad industrial. Esta nueva subestación se denominará STP Barro Colorao, la cual vendrá alimentada a partir de una línea aérea de 45 kV ya existente, que dará suministro a tres posiciones de salida de línea subterránea de 6 kV con conexión en anillo a los centros de transformación.

El emplazamiento de la STP es el siguiente:

Crt. De Ciudad Rodrigo, km 3

37700, Béjar, Salamanca

Elena Hernández García

Ref.Catastral: 5746504TK6754N



Imagen 3 ubicación

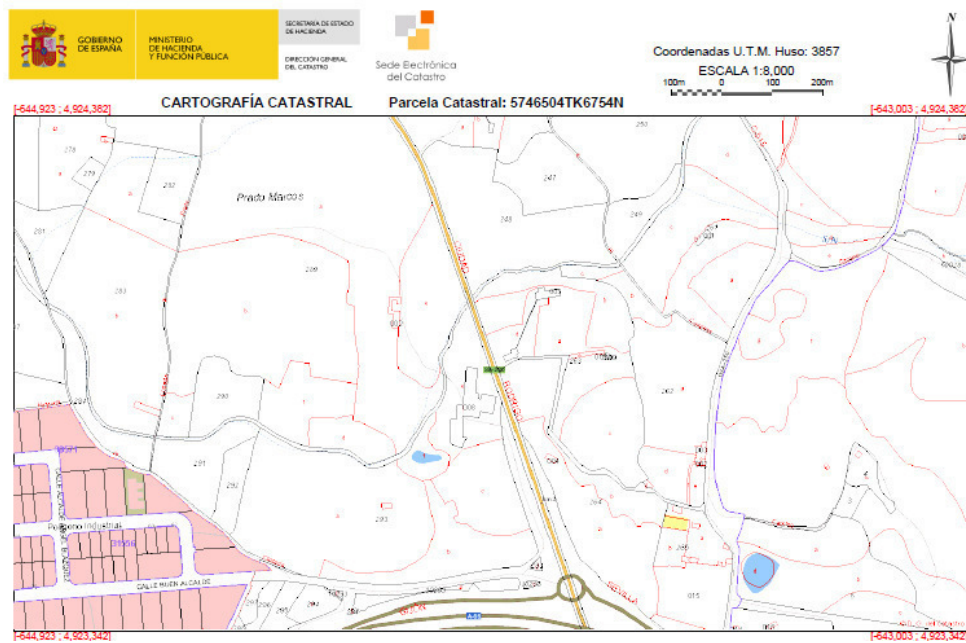


Imagen 4 Ubicación

Proyecto de una subestación transformadora
privada de 15 MVA

D. SOLUCIONES ADOPTADAS Y ESQUEMA UNIFILAR

Se ha desarrollado el siguiente diagrama de bloques para facilitar la comprensión del esquema unifilar de la STP.

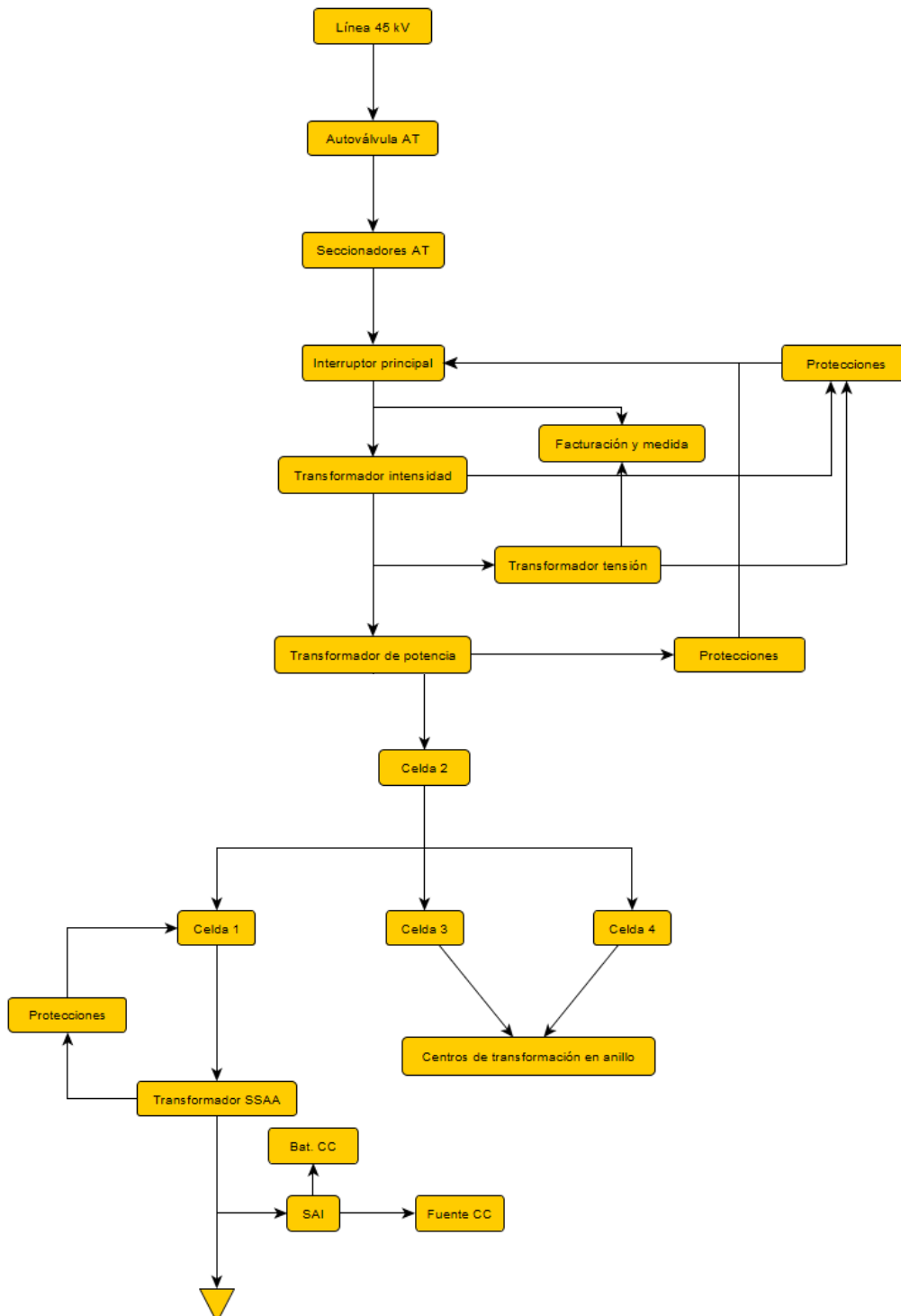


Imagen 5 Diagrama de bloques de la STP

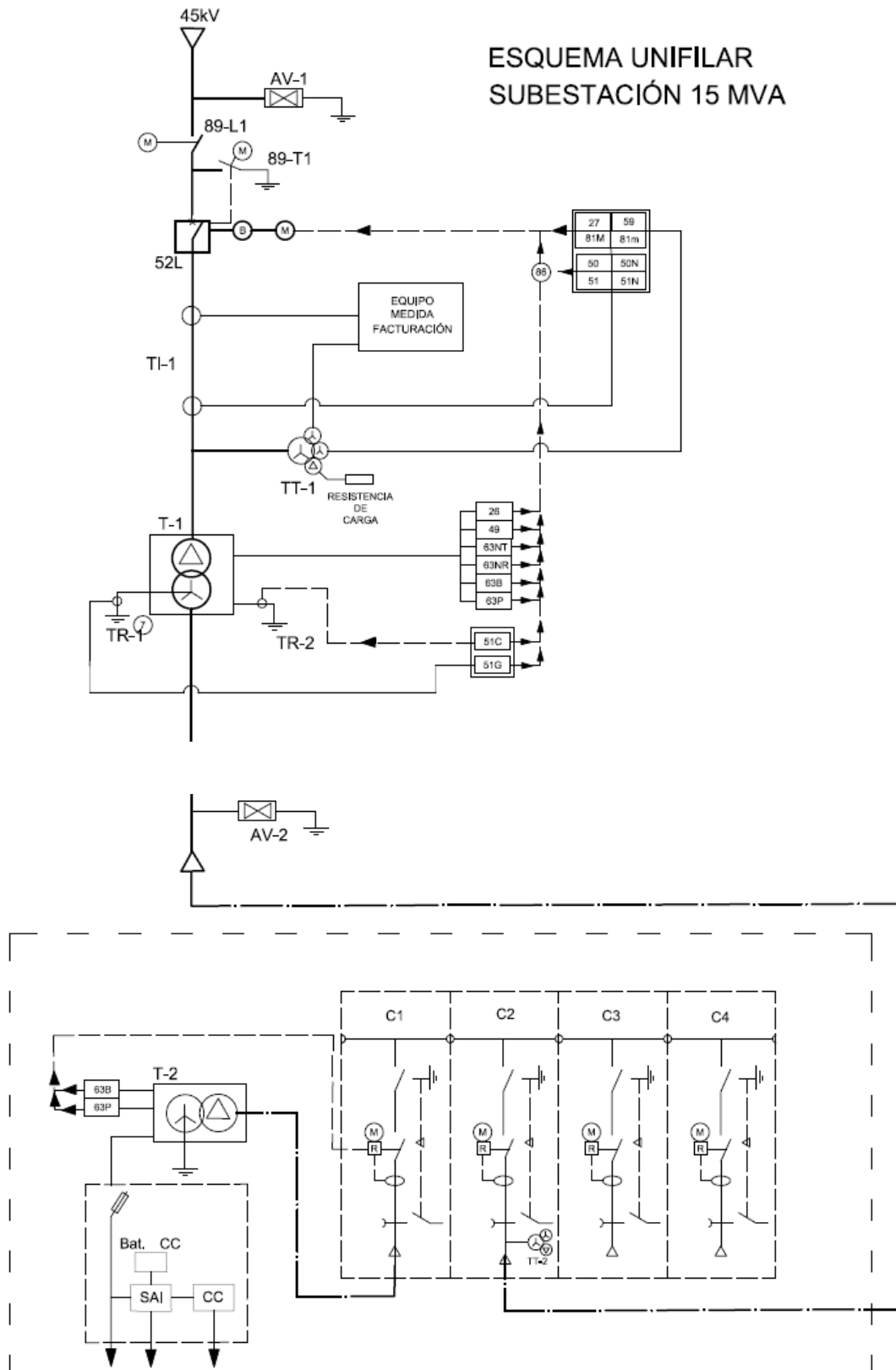


Imagen 6 Esquema unifilar

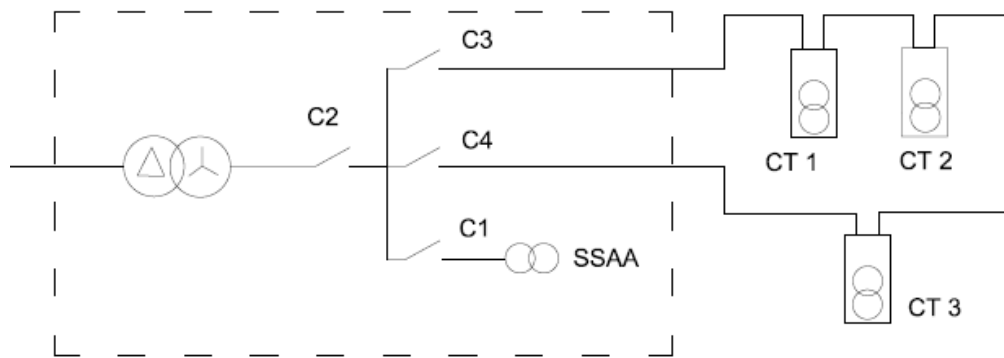


Imagen 7 Esquema conexión con CTs

La conexión con los centros de transformación es una conexión en anillo (imagen 6), de manera que cada CT puede ser alimentado por dos caminos.

Una característica esencial de este tipo de instalación es que nunca ninguna CT quedará sin suministro, pues al existir dos caminos de alimentación diferentes, aunque se produzca un fallo en uno de ellos, el otro dotará de energía eléctrica al resto de CTs.

E. PLAZO Y DIAGRAMA DE EJECUCIÓN

Una correcta organización de las tareas es clave a la hora del desarrollo de las actividades de cualquier proyecto. Por ello este apartado se destinará a la realización de un diagrama de GANTT, lo que nos permitirá la organización deseada.

En la primera columna se encuentran las tareas más importantes para la constitución de la STP, mientras que en la primera fila se localiza el número de semanas necesarias para la realización de la obra.

Cada tarea se desarrolla en un plano temporal y la suma de los planos temporales de todas las tareas nos determinará el tiempo aproximado para que se complete la obra.

La planificación de las tareas será la siguiente:

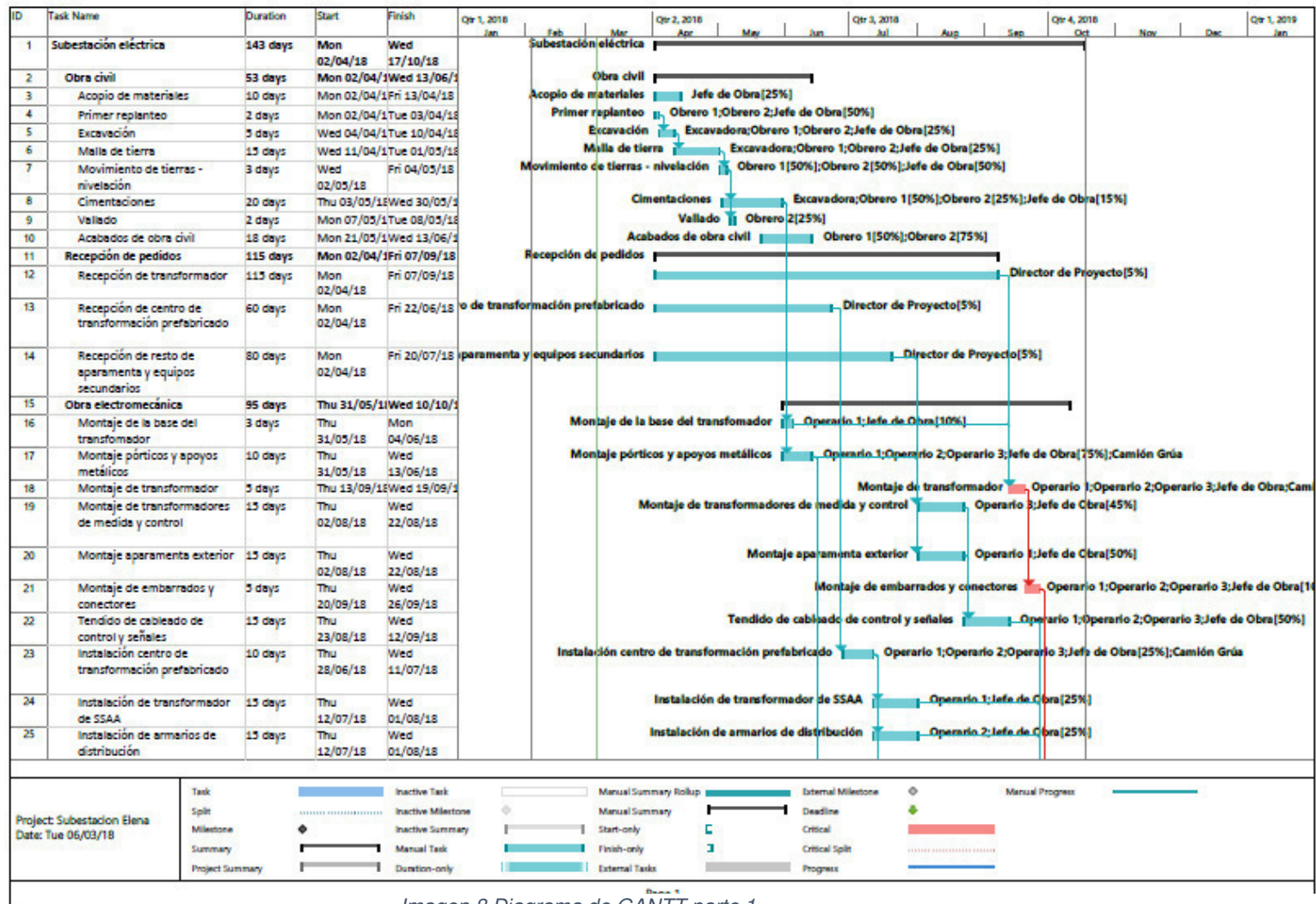


Imagen 8 Diagrama de GANTT parte 1

Proyecto de una subestación transformadora privada de 15 MVA



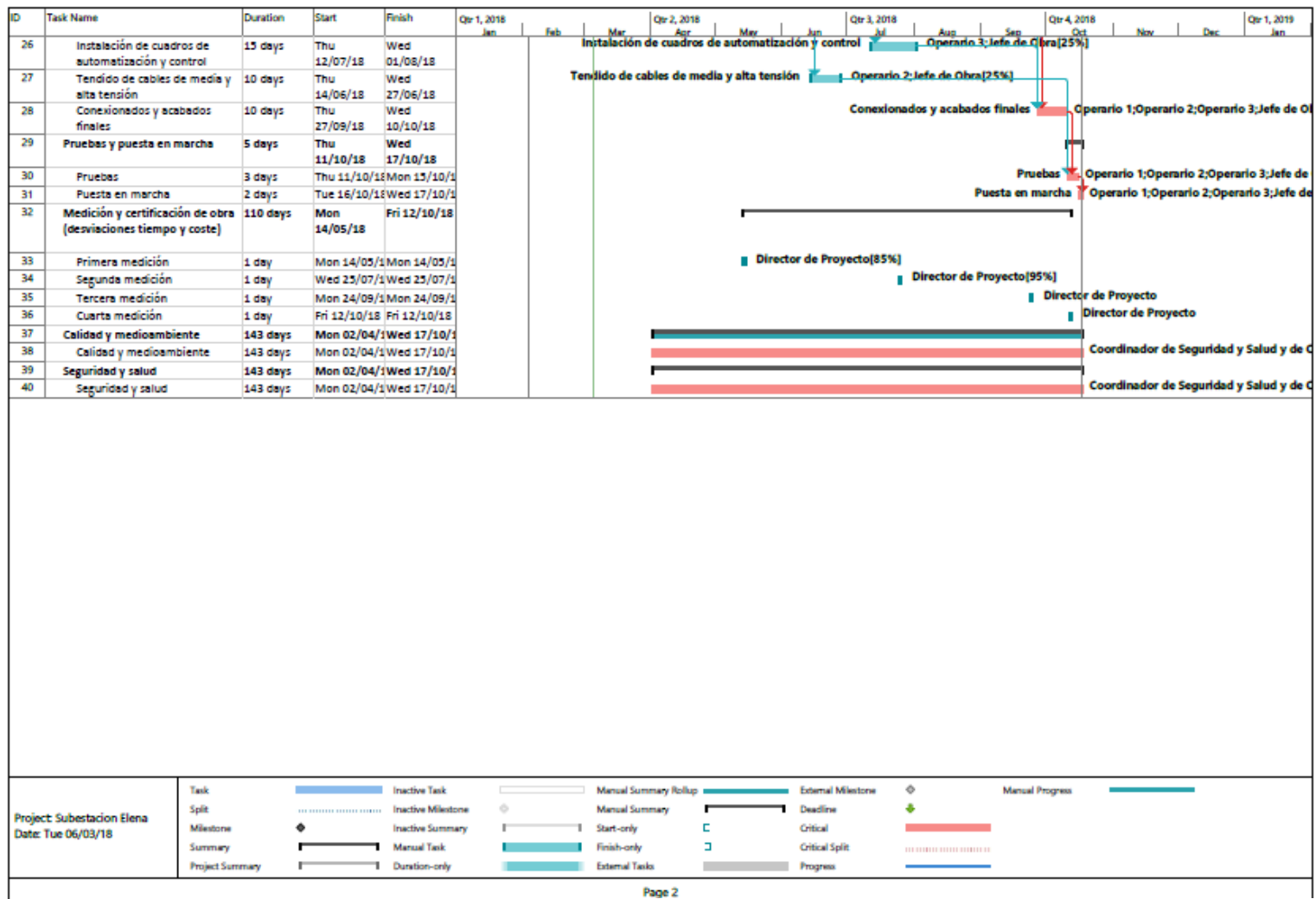


Imagen 9 Diagrama de GANTT parte 2

Como podemos observar, el tiempo estimado para la realización de la STP ronda los 143 días, comenzando el día 2 de abril hasta el 17 de octubre del año 2018.

Además de la planificación en una línea temporal de las tareas, se ha desarrollado una planificación del equipo:

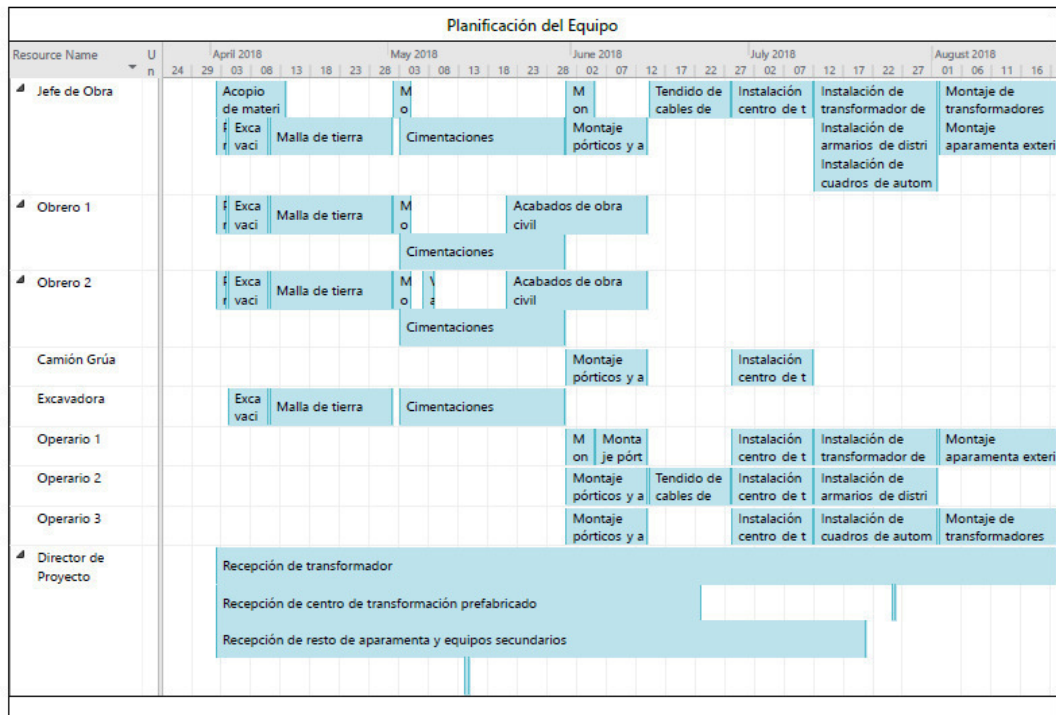


Imagen 10 Planificación del equipo parte 1

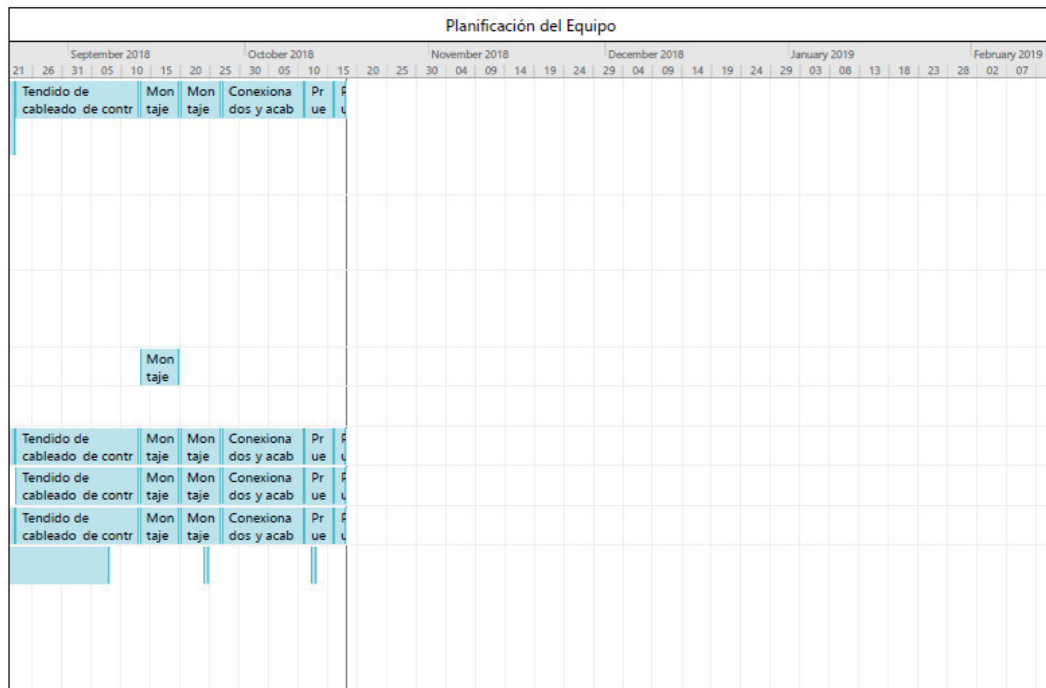


Imagen 11 Planificación del equipo parte 2

		Planificación del Equipo																											
Resource Name	U n	April 2018					May 2018					June 2018					July 2018					August 2018							
		24	29	03	08	13	18	23	28	03	08	13	18	23	28	02	07	12	17	22	27	02	07	12	17	22	27	01	06
<ul style="list-style-type: none"> ▾ Coordinador de Seguridad y Salud y de Calidad y Medio 		<div style="background-color: #e0f2f1; padding: 5px;">Seguridad y salud</div> <div style="background-color: #e0f2f1; padding: 5px;">Calidad y medioambiente</div>																											

Imagen 12 Planificación del equipo parte 3

		Planificación del Equipo																																	
	U n	September 2018					October 2018					November 2018					December 2018					January 2019				February 2019									
		21	26	31	05	10	15	20	25	30	05	10	15	20	25	30	04	09	14	19	24	29	04	09	14	19	24	29	03	08	13	18	23	28	02

Imagen 13 Planificación del equipo parte 4

F. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación, se recopilará información, grosso modo, sobre los costes de los materiales y la ejecución de la instalación y puesta en funcionamiento de la STP ya que en el apartado XI. MEDICIONES Y PRESUPUESTO, se realizará un estudio del presupuesto más austero.

El presupuesto para la construcción e instalación de la STP ascenderá, aproximadamente, a 700 000 €.

G. CONCLUSIÓN A LA MEMORIA Y FIRMA

Con esto damos por finalizada la MEMORIA, que contienen una descripción de la instalación conforme a la normativa vigente señalada.

Marzo 2018

Fdo. Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

II. ANEJO DE 45

kV

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto de este anejo es el de explicar el procedimiento técnico y legal a seguir para dotar de suministro eléctrico de la STP, a partir la derivación de una línea aérea simple de 45 kV ya existente propiedad de Iberdrola.

El acoplamiento a dicha línea se realizará insertando un nuevo apoyo simple a la entrada y salida a la STP.

El cálculo mecánico de los conductores se realizará a través de una hoja de Excel que hemos programado para ese fin, mientras que el cálculo de apoyos, cimentaciones y aisladores se llevará a cabo a partir de la interfaz del programa que nos facilita la empresa IMEDEXSA de manera gratuita. De esta manera se abaratarán los costes, pues no es necesaria la adquisición de licencias para programas de cálculos de líneas cuyos precios son muy elevados.

B. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE

a. Emplazamiento

Según la instrucción ITC-RAT 07 apartado 3.1.3, en el territorio español se diferencian 3 zonas en función de su altitud:

ZONA	ALTITUD (m)
ZONA A	0-500
ZONA B	500-1000
ZONA C	1000-...

Tabla 1. Clasificación de los terrenos en función de la altura

Béjar se encuentra a una altura de 959 metros, es decir, una altura que no sobrepasa los 1000 metros, por lo tanto, la localidad pertenece a la ZONA B como se aprecia en la Tabla 1 de este documento.

Al tratarse de una línea de 45 kV, no entra dentro de la categoría de línea especial pues para que entrar en esta categoría la tensión de la línea tiene que ser de igual o mayor valor a 220 kV.

b. Características principales de la línea aérea existente

Consiste en una línea aérea ya existente de 45 kV, propiedad de la empresa Iberdrola y situada a escasos 200 metros de la entrada de la STP.

El conductor utilizado en esta es del tipo LA – 110 por lo que para la expansión de la línea utilizaremos dicho cable.

C. INTERVENCIÓN A REALIZAR

a. Descripción de la intervención

Partiendo de la descripción dada en el apartado A, la intervención a realizar es la siguiente: interrumpir el suministro de una línea aérea de 45 kV ya existente, utilizando para ello un apoyo simple que dirigirá a esta a la entrada de la STP para su alimentación.

b. Distancias de seguridad, cruzamientos y paralelismos

La nueva línea atravesará una carretera, una línea de baja tensión y un inmueble, por lo que se respeta lo establecido en apartado 5 de la ITC-LAT 07 del reglamento. En este apartado se recogen las distancias mínimas de seguridad que hay que cumplir para evitar en lo posible descargas eléctricas.

Para ello la instalación de los conductores debe tener una altura mínima de 6 metros. Pero esa altura puede ser insuficiente en función de los cruzamientos y de la tensión de la línea.

Las distancias varían en función de la tensión, por lo tanto, como podemos observar en la tabla 15 del apartado 5 de la ITC-LAT 07, para la tensión máxima de la línea que en nuestro caso es 52 kV, tendremos una D_{el} valor 0.6 y una D_{pp} de 0.7 metros.

Tabla 15. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red U_S (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Imagen 14. Tabla 15 apartado 5 ITC-LAT 07

La distancia de aislamiento adicional se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Tabla 17. Distancias de aislamiento adicional D_{add} a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancia del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1.8	2.5
45 o 66	2,5	
110, 132, 150	3	
220	3,5	
400	4	

Imagen 15. Tabla 17 ITC -LAT 07

Condiciones de refuerzo de la seguridad debido a los cruzamientos existentes en la trayectoria de la línea:

CRUCE CON LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

- La altura de la línea a instalar será superior a la de la línea que atraviesa y el cruce se encontrará cercano a uno de los apoyos de la nueva por ser esta de mayor tensión.

- Los puntos próximos a los apoyos de la nueva línea deben tener una altura que no podrá ser inferior al resultado del siguiente cálculo:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

D_{el} Distancia eléctrica. Tabla 15 ITC-LAT 07

D_{add} Distancia adicional de aislamiento. Tabla 17 ITC-LAT 07

Siendo como mínimo una altura de 2 metros, la tensión es de 45 kV.

- Las distancias externas mínimas de seguridad $D_{add} + D_{el}$ deben ser siempre superiores a 1,1 veces a_{som} , distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta, entre las partes con tensión y las partes puestas a tierra.
- Estas distancias son las que debe haber en el punto inferior de la flecha.

CRUCES CON CARRETERAS

- La instalación a de los apoyos se realizará a 25 metros de la arista de la carretera.
- La distancia mínima de los conductores sobre la carretera será:

$$D_{add} + D_{el} \text{ [m]}$$

El valor D_{add} para líneas de categoría no especial es de 6.3 y el valor de D_{el} se encuentra en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

- La distancia mínima establecida es 7 metros sobre la superficie de la carretera en el punto más bajo de la flecha.

CRUCE CON EDIFICIOS

- Se podrá utilizar conductores desnudos en las zonas de polígonos industriales.

- Conforme al RD 1955/2000, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo.
- La altura mínima será:

$$D_{add}+D_{el}=3.3+D_{el} \quad [m]$$

Con un mínimo de 5 metros.

- Las distancias mínimas en las condiciones más desfavorables serán:
 - Con accesibilidad a personas: $5,5 + D_{el}$ metros, con un mínimo de 6 metros.
 - Sin accesibilidad a personas: $3,3 + D_{el}$ metros, con un mínimo de 4 metros.

D. DISEÑO MECÁNICO

a. Cálculos mecánicos de los conductores

Condiciones impuestas según el reglamento:

- La línea del cálculo es una línea de tensión nominal 45 kV y máxima de 52 kV con una frecuencia de 50 Hz por lo que, como se ha dicho antes, no entra dentro de categoría especial de modo que no es necesario el cálculo de la hipótesis de hielo y viento.
- Al no tratarse de una línea de categoría especial, la velocidad viento de referencia que se utilizará en los cálculos es 120 m/s suponiendo la dirección del viento horizontal.
- Las condiciones en las hipótesis para el cálculo de tracción máxima admisible están recogidas en la tabla 4, apartado 5 de la ITC-LAT 07 del reglamento.

ZONA B			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga hielo
Tracción máxima viento	-10	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según el apartado 3.1.3
Tracción máxima hielo + viento (1)	-15	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 60 km/h	Según el apartado 3.1.3.

Imagen 16. Extracto zona B tabla 4 ITC-LAT 07

- La tracción máxima no puede superar la carga de rotura, de manera que utilizamos un coeficiente de seguridad de valor 3.
- Para la comprobación de fenómenos vibratorios, el reglamento recomienda que a una temperatura de 15 °C la tracción máxima del conductor no supere el 15 % la carga de rotura, siempre y cuando no se hayan instalado dispositivos de amortiguamiento.

De acuerdo con la metodología de cálculo ofrecida por la ITC–LAT 07, se ha realizado una hoja de Excel que recoge las operaciones descritas con el propósito de la obtención de los resultados de flecha máxima, flecha del día del tendido y longitud del cable.

El tipo de cable utilizado y sus características son las siguientes:

Datos conductor (aluminio - acero)	
Conductor:	LA 110
Diámetro (mm):	14
Sección (mm ²):	116,2
Resistencia (Ω/km):	0,307
Peso (DaN/m):	0,433
E (DaN/mm ²)	8200
α (°C ⁻¹)	1,78E-05
Carga de rotura (DaN):	4400

Tabla 2. Características del conductor

A continuación, procederé a una breve descripción de las operaciones a realizar:

En primer lugar, evaluamos las tensiones admisibles de cada hipótesis y las comparamos dos a dos con sus correspondientes cambios de condiciones, para dar con la hipótesis más desfavorable y así conseguir la tensión máxima admisible.

Seguidamente procederemos a la obtención de la flecha. Se denomina flecha a la longitud que dista el punto más bajo que alcanza un conductor tendido entre dos apoyos y la línea recta imaginaria entre dichos apoyos.

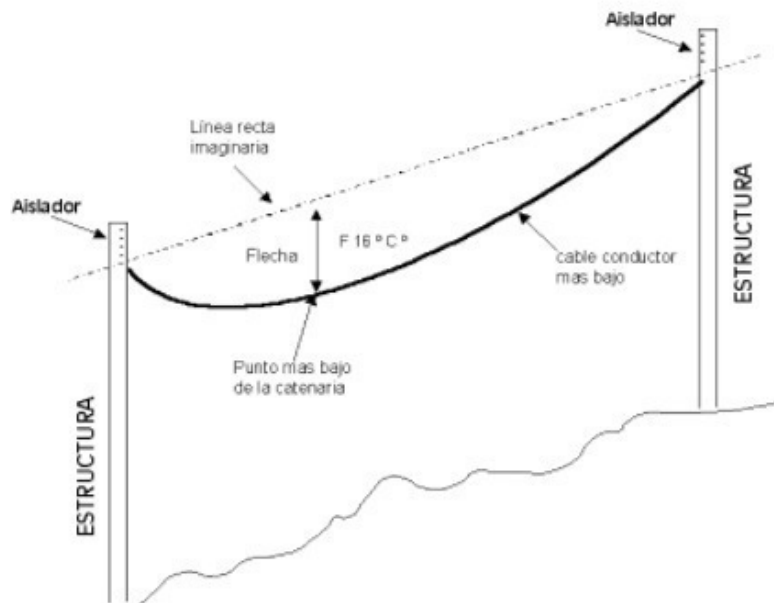


Imagen 17. Flecha

Utilizamos la ecuación aproximada de la flecha para su obtención:

$$f = \frac{p_1 a^2}{8 T_m} \quad [\text{m}]$$

Siendo:

- p_1 Fuerza del conductor por unidad de longitud [DaN/m]
- a Longitud del vano [m]
- T_m Tensión en el punto medio del conductor [DaN]

Una vez calculada la flecha, es necesario el cálculo de la longitud del cable, que será el resultado de la siguiente ecuación:

$$l = \sqrt{b^2 + 2h \left(\operatorname{ch} \frac{a}{h} - 1 \right)}$$

Siendo:

b El desnivel entre apoyos [m]

h Relación T_0/p_1

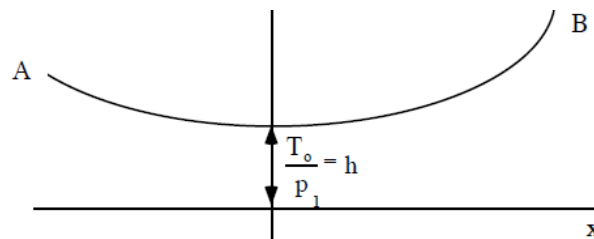


Imagen 18. Relación h . Apuntes Arévalo

Los resultados del cálculo mecánico son:

CÁLCULO MECÁNICO DE LÍNEAS AT									
Datos conductor (aluminio - acero)			Características de la línea						
Conductor:	LA 110		Altitud (m):	959	V. viento (km/h):	120	NORMAL		
Diámetro (mm):	14		Zona:	Zona B	Nº de vanos:	1			
Sección (mm2):	116.2		Tensión (kV):	45	a (m):	166			
Resistencia (Ω/km):	0.307		Coef. Seguridad:	3	Desnivel b(m):	0			
Peso (DaN/m):	0.433				Tª(°C):	20			
E (DaN/mm2):	8200				Tªh(°C):	0			
α (°C-1):	1.78E-05				tª t(°C):	65			
Carga de rotura (DaN):	4400								
				Tabla de valores en función de la Temperatura					
Hipótesis	Tª (°C)	Peso p1(DaN/m)	Tm1 (DaN)	Tª	Flecha (m)	Tm2			
TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE				-3	2.405422697	620.0442451			
Viento	-10	0.945033862	1464.566219	-1	2.030994306	734.353856			
Hielo	-15	1.10649833	1463.78562	2	2.080274103	716.9576827			
Hielo + Viento	No se aplica	0	0	5	2.129556202	700.3658785			
F. Vibratorios	15	0.433	967.3323847	8	2.178787778	684.5405114			
Tensión máxima (DaN):	967.3323847			11	2.227921175	669.4440166			
Flecha máxima(m):	2.671645414			15	2.293206655	650.3855623			
Longitud del cable (m):	202.9413777			18	2.341953445	636.8480565			
				21	2.390478189	623.920564			
				24	2.438753204	611.5700832			
				26	2.470785878	603.6413407			
				29	2.518593392	592.1831229			
Cambio de condiciones									
Tensión máxima admisible			Componente horizontal			Flecha			
Viento + hielo			Viento			Viento			
8.90E-04	A	B	0	A	B	0	A	B	Flecha (m)
1463.78562	-1.09E+03	1339449795	T02(DaN):	-1172.141792	977056447.8	Tm2(DaN):	-663.3252322	977056447.8	2.56405349
Tm2(DaN):	1610.36437			1569.023303			1269.540261		
?-hielo+viento			Hielo			Hielo			
0.000499487	A	B	0	A	B	9.77516E-05	A	B	Flecha (m)
	6.66E+05	1339449795		-1256.944552	1339449795		-1002.536272	1339449795	2.44965636
Tm2(DaN):	44.84113425		T02 (DaN):	1713.27009		Tm2 (DaN):	1555.864553		
?-Fenómenos vibratorios						Temperatura			
-2.02656E-06	A	B				0	A	B	Flecha (m)
967.3323847	-3.90E+02	205116552					99.89960779	205116552	2.671645414
Tm2(DaN):	752.3664619					Tm2 (DaN):	558.2584021		

Imagen 19 Cálculos mecánicos del conductor

b. Cálculos mecánicos de los apoyos

El tendido de la nueva línea estará realizado por la acción de dos apoyos. El apoyo de entronque, propiedad de Iberdrola, y según los cálculos, deberá estar a una altura de 14,51. El apoyo surgido de la derivación se encontrará a una distancia de 166 metros y una altura útil de 16,48 metros. En este último apoyo se instalarán seccionadores y protección contra sobreintensidades y sobretensiones propiedad de la empresa distribuidora.

El conductor empleado es de cobre-aluminio LA 110.

APOYOS

Se trata de apoyos no frecuentados compuestos por una torre de hormigón tipo H-4500 y crucetas en T con cimentación de hormigón armado vibrado que cumplen la norma NI 52.04.01.

Para la derivación que instalaremos en la línea propiedad de Iberdrola se instalará una derivación simple.

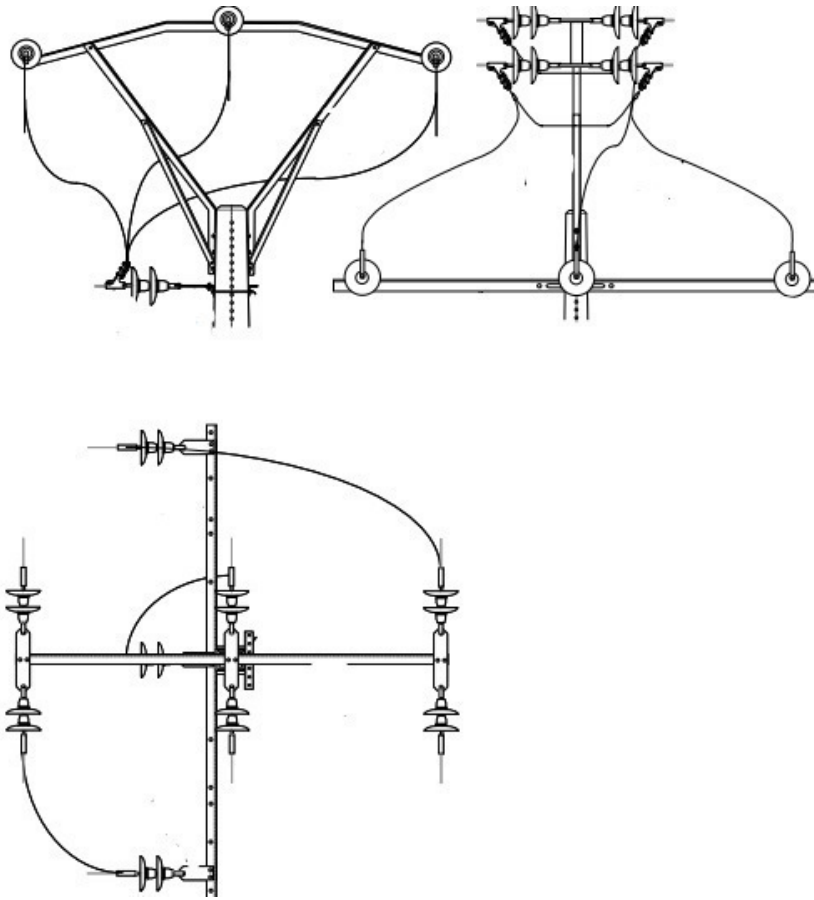


Imagen 20 Derivación simple

Crucetas

Según los cálculos recibidos por el programa de la empresa IMEDEXSA, las distancias en las crucetas son:

Tabla 3 Datos cruceta

L. Puente	1,1
D1	1,03
D2	1,04
a	2
b	0,7

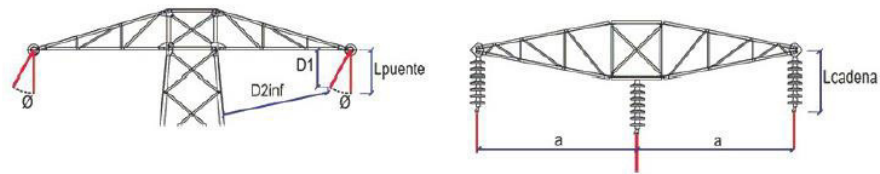


Imagen 21. Cruceas. IMEDEXSA

c. Aisladores

Siguen la norma UNE-EN 60305, para cadenas de aisladores poliméricos.

Para la cadena simple de amarre las características son las siguientes:

Tabla 4 Características aisladores

N.º aislador/cadena	5
Altura aisladores [m]	0.85
Altura herrajes [m]	0.25
Longitud de cadenas [m]	1.1
Altura puente de amarre [m]	1.1
Ángulo de oscilación puente [°]	20

Otro concepto influyente en el nivel de aislamiento es el de contaminación, para lo cual Iberdrola ha establecido dos diferentes niveles, según la zona de ubicación del aislamiento, estos niveles están definidos por la CEI 815/86.

En nuestro caso, nuestra ubicación de aislamiento pertenece al nivel II, contaminación media (long. de línea de fuga fase-fase = 20 mm/kV) debido a que se trata de una zona con industrias no particularmente contaminantes.

Herrajes y grapas

Los herrajes a utilizar en las cadenas de aisladores son de acero estampado galvanizado en caliente, según la norma NI 52.50.01.

Las grapas de amarre son de aleación de aluminio, de tornillo, según la norma NI 58.82.00.

d. Cimentaciones

Los apoyos se asentarán sobre cimentaciones de tipo monobloque. Los resultados de los cálculos se observan a continuación:

CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K = 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,83	1,83	1,83
H (m)	2,6	2,35	2,2
V ex Total (m ³)	8,71	7,87	7,37

Imagen 22. Resultados cimentaciones

Al tratarse de hipótesis de cálculo normales, el coeficiente de seguridad empleado es del orden de 1,2 para ambas cimentaciones.

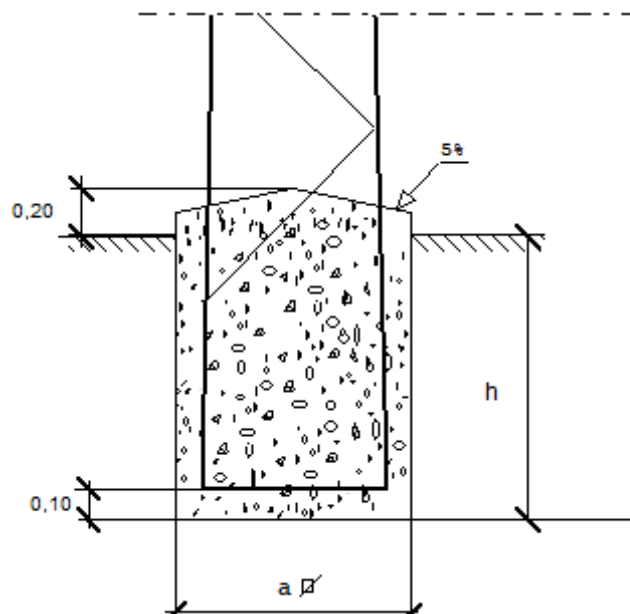


Imagen 23 Cimentación

La excavación necesaria para el montaje de estas es $7,87 \text{ m}^3$ cada una componiendo un total de excavación de $15,74 \text{ m}^3$ y el volumen de hormigón $8,54 \text{ m}^3$ formando un total de $17,08 \text{ m}^3$ entre las dos.

e. Puesta a tierra de los apoyos

Las puestas a tierra de los apoyos elaborarán de acuerdo a los artículos 12.6 y 26 del RLAT y la normativa de Iberdrola MT 2.23.31.

Tal y como dice el RALT, la resistencia de difusión obligatoriamente será inferior a 60Ω para zonas no frecuentadas como es el caso de nuestra instalación.

La puesta a tierra del apoyo se realizará en la cimentación y los materiales que exige Iberdrola para ello son picas bimetálicas de acero-cobre y cable de cobre de 50 mm^2 de sección.

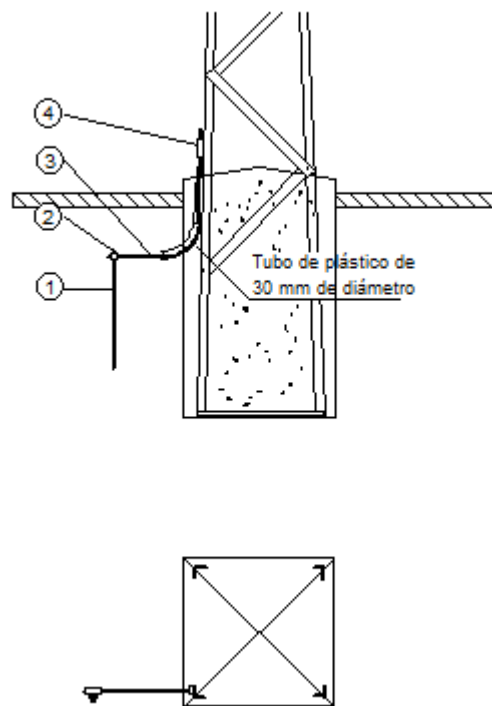


Imagen 24 Puesta a tierra del apoyo

Marca	Cantidad	Designación	Denominación	Código	Norma
1	1 Und.	PL 14-1500	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m	50 26 164	NI 50.26.01
2	1 Und.	GC-P14,6/C50	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu	58 26 631	NI 58 26 03
3	2 m.	C 50	Cable de cobre de 50 mm ²	54 10 050	NI 54 10 01
4	1 Und.	GCS/C16	Grapa de conexión sencilla para cable de Cu	58 26 024	NI 58 26 04

Tabla 5 Componentes puesta a tierra apoyo

III. ANEJO DE LA
STP:
INSTALACIONES
DE POTENCIA

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

A continuación, se procederá a una descripción más detallada de los elementos que componen la subestación, con el objeto de orientar al posible contratista sobre el alcance y las características de los elementos que componen la STP para su posterior elección en función del presupuesto disponible.

B. NORMATIVA APLICADA

- UNE-EN (IEC) 62271-102 “*Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.*”
- UNE-EN (IEC) 60694 “*Estipulaciones comunes para las normas de aparata de alta tensión.*”
- UNE-EN (IEC) 60099-4 “*Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna*”
- UNE-EN 60076 “*Transformadores de potencia. Generalidades, aptitud para soportar cortocircuitos y determinación de niveles de ruido*”
- Reglamento UE 548/2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grande.
- Reglamento europeo de Ecodiseño para el transformador de potencia.
- UNE-EN (IEC) 61869-2 “*Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad*”
- UNE HD 620-9E “*Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-3, 9E-4 y 9E-5).*”
- Reglamento técnico de productos para instalaciones eléctricas
- UNE-EN 60298:1998 “*Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV*”

C. OBRA CIVIL

- a. Distribución del espacio interior de la STP

La distribución de la STP tendrá la siguiente estructura:

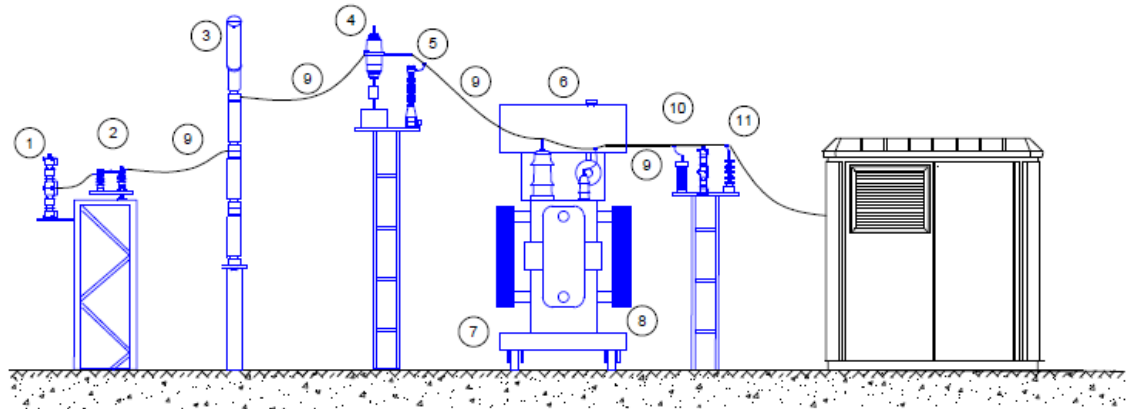


Imagen 25 Alzado STP

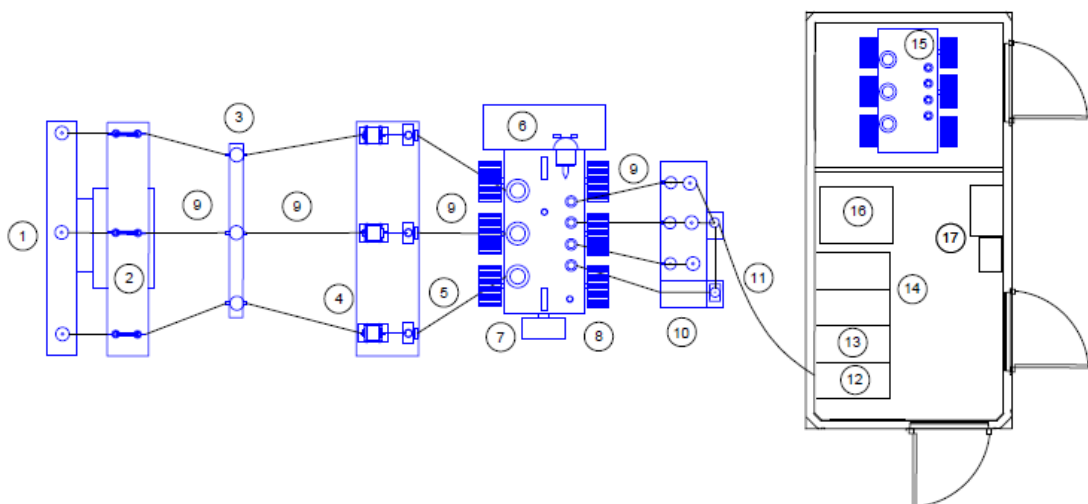


Imagen 26 Alzado STP

Elementos que componen la subestación

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Autoválvulas lado línea AT | 10. Conductor aislado MT y accesorios |
| 2. Seccionador principal AT | 11. Celdas MT: generalidades |
| 3. Interruptor principal AT | 12. Celdas MT: C1 |
| 4. Transformadores de intensidad AT | 13. Celdas MT: C2 |
| | 14. Celdas MT: C3 y C4 |

- | | |
|---|---|
| 5. Transformadores de tensión AT | 15. Transformador de servicios auxiliares |
| 6. Transformador de potencia | 16. Armario de control de la subestación |
| 7. Transformador de intensidad neutro transformador | 17. SAI 230 V y fuente CC 110 V |
| 8. Transformador de intensidad cuba transformador | 18. Piezas de repuesto y accesorias |
| 9. Autoválvulas lado MT | 19. Sistema de detección y extinción de incendios |

b. Cerramientos y accesos

Un cerramiento es una estructura en la que se aloja una instalación, en este caso nuestra STP, con el fin de evitar la entrada a personas ajenas a la misma y proteger los elementos que la componen de sabotaje o de posibles actos vandálicos.

Se construirá un cerramiento que abarque todo el perímetro de la subestación, con una distancia de 3 metros de la instalación.

El cerramiento estará formado por una malla de plástico aislante sostenida por barras metálicas galvanizadas cilíndricas cuyas cimentaciones deberán ser de hormigón armado.

Para el acceso a la subestación se dispondrá una puerta metálica de 7.5 la cual estará constituida por una puerta para paso de personal de 1 metro de ancho y una puerta corredera corredera de apertura y cierre automático mediante un motor eléctrico.

El edificio de control contará con tres accesos:

- Uno para la sala del transformador de servicios auxiliares
- Dos para la sala de control, en los dos laterales libre

La amplitud de las puertas del edificio de control como la puerta de la entrada de la STP miden 1 m.

Todos los accesos, tanto de la instalación como al edificio de control, deberán estar señalizados con carteles dotados con la señalización reglamentaria para instalaciones de AT.

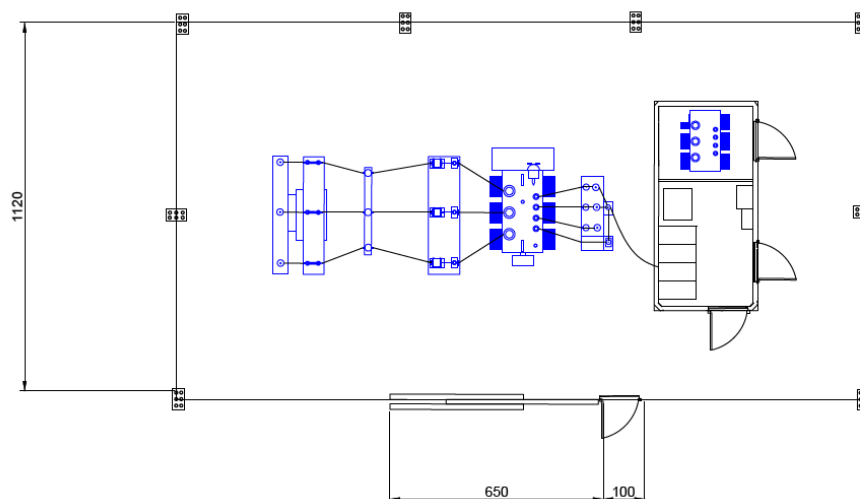


Imagen 27 Planta cerramientos y accesos subestación

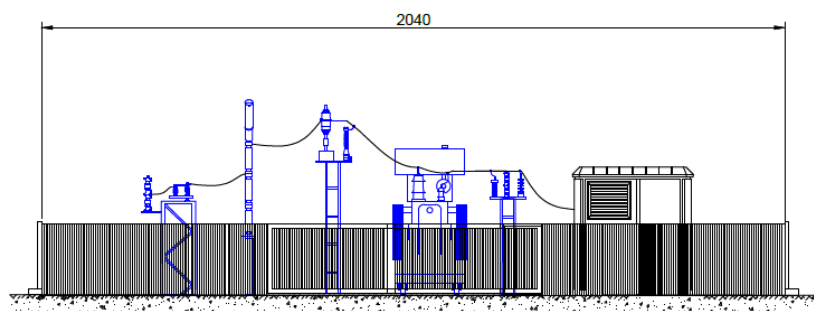


Imagen 28 Alzado cerramientos y accesos

c. Canalizaciones subterráneas

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro no será inferior a 60 mm.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o

conductores aislados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4.

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapa de fundición de 37x37 cm.; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

d. Estructuras de soporte

Serán necesarias estructuras de que sustenten los seccionadores, autoválvulas, interruptor principal y demás elementos que componen la instalación.

Se utilizarán estructuras metálicas de diferentes alturas, dependiendo del elemento, estando sus bases sujetas por cimentaciones.

e. Cimentaciones

Son las encargadas de sostener los elementos estructurales de cada componente sobre ellas, transmitiendo los esfuerzos hacia suelo.

El diseño de las cimentaciones se realizará en función del esfuerzo de cada una de las estructuras sobre el suelo.

D. ENTRADA DE LÍNEAS Y EMBARRADO DE 45 kV

a. Aisladores

Los aisladores utilizados son aisladores poliméricos en posición de suspensión. Las características del equipo propuesto son:

NOMBRE:	AISLADOR POLIMÉRICO
DESCRIPCIÓN:	Aislador polimérico de suspensión con envoltura aislante 100% caucho de silicona

- Normas de fabricación y conformidad..... UNE IEC 61109
- Tipo..... 3 unidades
- Número de alas..... 13
- Material aislante Polimérico
- Tensión de utilización U_n 45 kV
- Tensión crítica de impulso, onda negativa..... 285 kV
- Tensión crítica de impulso, onda positiva 260 kV
- Tensión resistida de impulso, onda 1,2/50 μ s 250 kV
- Tensión de contorno en seco 160 kV
- Tensión resistida en seco de frecuencia industrial 144 kV
- Tensión de contorno bajo lluvia 140 kV
- Tensión resistida bajo lluvia de frecuencia industrial 126 kV
- Carga mecánica 70 kN
- Distancia de fuga 1210 mm
- Distancia de arco 406 mm
- Acoplamiento tipo 16 A
- Peso neto aproximado 1.6 kg
- Tolerancia en valores eléctricos
..... 5%

El equipo propuesto es el modelo APDFS-R 45/70 de la empresa eléctrica Fapa.



Imagen 29 Aislador

Tabla 6 Características aislador

b. Seccionadores de entrada

Para los seccionadores de entrada se emplearán seccionadores con las siguientes condiciones:

NOMBRE:	SECCIONADOR GENERAL CON PUESTA A TIERRA AT COD 89.1 89.1T
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del seccionador tripolar con puesta a tierra, 1250 A, intemperie, accionamiento motorizado

- Normas de fabricación y conformidad.....UNE-EN (IEC) 62271-102
..... UNE-EN (IEC) 60694
- Tipo..... Trifásico
 - Accionamiento..... Motorizado 48 V cc
..... Ambos mecanismos
 - Movimiento..... Apertura lateral
 - Posición abierta..... Fases cortocircuitadas
..... y a tierra
- Tensión de utilización U_n 45 kV
- Tensión nominal U_r ≥ 45 kV (la más próxima)
- **Instalación** (Intemperie)
 - Temperatura exterior máxima / mínima..... +42°C / -10°C
 - Humedad relativa media..... 75%
 - Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m
- **Aislamiento**
 - Tensión más elevada material U_m 52 kV o superior
 - Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz U_{AC} 95 kV
 - Tensión ensayo onda de choque 1,2/50 μ s U_{LI} 250 kV o superior
- Línea de fuga (IEC 60815 - elevada polución) ≥ 25 mm/kV
- Intensidad nominal en servicio continuo..... 1250 A
- **Cortocircuito**

- A tensión nominal (corte) 31.5 kA
- Duración nominal del cortocircuito 3 s
- Sobreintensidad dinámica (cierre - valor de cresta) 75 kA
- Grado de protección baja tensión..... IP-65
- **Material**
 - Aisladores..... Porcelánico
 - Base, tornillería y accesorios..... Acero S235 o superior galvanizado en caliente
- Esfuerzo garantizado en terminales..... ≥ 100 Nm
- **Accesorios:**
 - 1 accionamiento seccionador principal..... manual (manivela) + motor 48Vcc
 - 1 accionamiento seccionador puesta a tierra..... manual (manivela) + motor 48Vcc
 - 2 conjuntos de contactos auxiliares..... Principal: inicio, maniobra..... fin. Cortocircuito & tierra: ídem
 - Mecanismos de enclavamiento mecánico..... por llave prisionera
 - Tuercas autoblocantes..... en todas las uniones herméticas

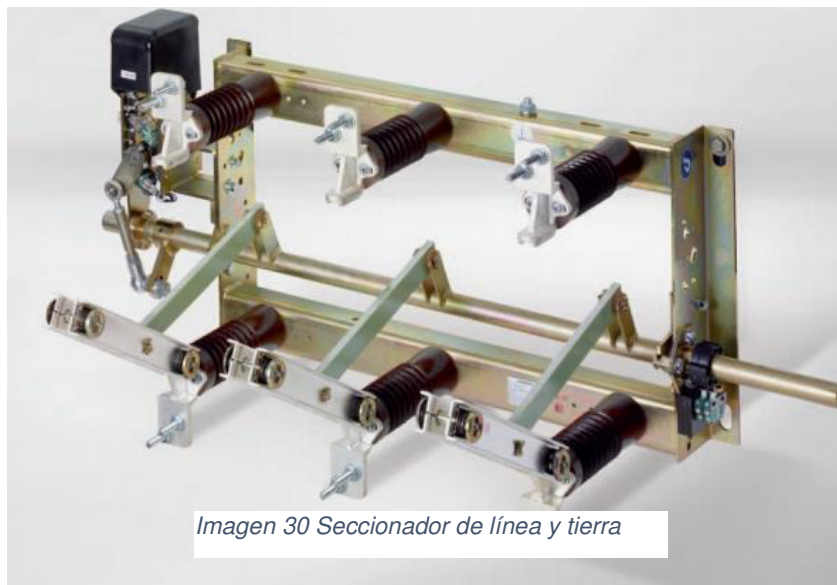


Imagen 30 Seccionador de línea y tierra

Tabla 7 Características seccionador general con puesta a tierra

c. Autoválvulas

Se utilizarán un juego de tres autoválvulas, a elección del constructor, para el lado de AT que deberán adaptarse a las siguientes características:

NOMBRE:	AUTOVÁLVULAS LADO LÍNEA AT COD AV-1
DESCRIPCIÓN:	Juego de tres autoválvulas 45 kV intemperie

- Normas de fabricación y conformidad.....UNE-EN (IEC) 60099-4
- Tipo..... 3 unidades
- Tensión de utilización U_n 45 kV
- Tensión nominal U_r ≥ 45 kV (la más próxima)
- Tensión de servicio continuo U_c 38 kV
- Intensidad nominal de descarga IEC 60099-4 10 kA
- Clase IEC 60099-4..... Clase 2
- **Instalación** (Intemperie)
 - Temperatura exterior máxima / mínima..... $+42^{\circ}\text{C}$ / -10°C
 - Humedad relativa media..... 75%
 - Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m
- **Aislamiento**
 - Tensión más elevada material U_m 52 kV o superior
 - Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz UAC..... 95 kV
 - Tensión ensayo onda de choque 1,2/50 μs ULI..... 250 kV o superior
- Línea de fuga (IEC 60815 - elevada polución) ≥ 25 mm/kV
- **Material**
 - Aisladores porcelánico
 - Base, tornillería y accesorios acero S235 o superior
.....galvanizado en caliente
- Esfuerzo garantizado en terminales..... ≥ 500 Nm

Tabla 8 Características autoválvulas AT

d. Interruptor principal

El interruptor principal es el encargado de abrir el circuito en caso de defecto o detección de fallo gracias a las protecciones. Sus características son:

NOMBRE:	INTERRUPTOR GENERAL AT COD 52.1
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del interruptor de potencia tripolar, corte SF6, 2000A, intemperie, accionamiento motorizado

- Normas de fabricación y conformidad..... UNE-EN (IEC) 62271-100
..... UNE-EN (IEC) 60694
- Tipo.....
Conjunto tripolar
- Tensión de utilización U_n 45 kV
- Tensión nominal U_r ≥ 45 kV (la más próxima)
- **Instalación** (Intemperie)
 - Temperatura exterior máxima / mínima..... $+42^\circ\text{C} / -10^\circ\text{C}$
 - Humedad relativa media..... 75%
 - Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m
- **Aislamiento**
 - Tensión más elevada material U_m 52 kV o superior
 - Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz U_{AC} 95 kV
 - Tensión ensayo onda de choque 1,2/50 μs U_{LI} 250 kV o superior
- Línea de fuga (IEC 60815 - elevada polución) ≥ 25 mm/kV
- Intensidad nominal en servicio continuo..... 1250 A
- **Cortocircuito**
 - A tensión nominal (corte) 31.5 kA
 - Duración nominal del cortocircuito 3 s

· Sobreintensidad dinámica (cierre - valor de cresta)	75 kA
– Extinción del arco.....	en SF6
– Ciclos de reenganche rápido.....	O-0,3s-CO-3min-CO
– Grado de protección baja tensión.....	IP-65
– Material	
· Aisladores.....	Porcelánico
· Base, tornillería y accesorios.....	Acero S235 o superior Galvanizado en caliente
· Armario de control.....	Metal, galvanizado y lacado
– Esfuerzo garantizado en terminales.....	≥ 200 Nm
– Accesorios:	
· 1 bastidor soporte para el conjunto tripolar	
· 1 mecanismo apertura y cierre.....	Resortes (muelles)
· 1 accionamiento manual.....	Manivela carga de muelles
· 1 accionamiento eléctrico.....	Motorizado a 48V c.c.
· 2 bobinas de disparo a emisión de corriente.....	48V c.c. (+10% -20%).
· 1 disparo por cero de tensión auxiliar.....	Reserva de energía
· 1 bobina de cierre.....	48V c.c. (+10% -20%)
· 1 presos tato gas	
· 1 manómetro gas	
· 1 conjunto de contactos auxiliares.....	Abierto, cerrado, fallo
interrupción	estado
gas,	estado
muelles, etc.	
· Accionamiento de emergencia.....	Para apertura
· Mecanismos de enclavamiento mecánico.....	Por llave prisionera
· Accionamiento carga de muelles.....	Motor & manivela.
· Resistencia calefactora.....	230 V
· Iluminación interior del armario de control.....	Lámpara LED 230 V
· Certificado y protocolo de ensayos.....	IEC 60605-1

Tabla 9 Características interruptor principal

E. EQUIPO DE MEDIDA Y FACTURACIÓN

a. Transformador de intensidad AT

NOMBRE:	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD AT COD TI-1
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de los transformadores de intensidad para protección y medida en alta tensión

– Normas de fabricación y conformidad..... UNE-EN (IEC) 61869-2

 Norma Iberdrola MT

 2.80.14
 – Homologación medida..... Iberdrola, clientes tipo 1
 – consumo ≥ 5 GWh/año
 – Tensión de utilización U_n 45 kV
 – **Aislamiento**
 · Tensión más elevada material U_m 52 kV o superior
 · Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz U_{AC} 95 kV
 · Tensión ensayo onda de choque 1,2/50 μ s U_{LI} 250 kV o superior
 – Línea de fuga (IEC 60815 - elevada polución) ≥ 25 mm/kV
 – Núcleos..... Dos: medida & protección
 – **Arrollamientos:**
 · Primarios I_{n1} 100 A - 50 A
 · Secundarios I_{n2} 5A (medida) - 5A

 (protección)
 – **Potencias y clases de precisión (simultáneas):**
 · Máxima simultánea..... ≥ 15 VA
 · Primer núcleo (medida)..... ≥ 10 VA CI 0,2s
 · Segundo núcleo (protecciones)..... ≥ 15 VA CI 5P10

–	Cortocircuito	
·	A tensión nominal (corte)	31.5 kA
·	Duración nominal del cortocircuito	3 s
·	Sobreintensidad dinámica (cierre - valor de cresta)	75 kA
–	Extinción del arco.....	en SF6
–	Ciclos de reenganche rápido.....	O-0,3s-CO-3min-CO
–	Grado de protección baja tensión.....	IP-65
–	Material	
·	Aisladores.....	Porcelánico
·	Interior.....	Aislamiento seco (resinas)
·	Bastidor, tornillería y accesorios.....	Acero S235 o superior galvanizado en caliente
–	Grado de protección baja tensión.....	IP-65
–	Accesorios:	
·	Cubrebornas precintable	
·	Certificado y protocolo de ensayos	

Tabla 10 Características transformador de intensidad AT

b. Transformador de tensión AT

NOMBRE:	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN AT COD TT-1
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de los transformadores de tensión en alta tensión para medida y protección

– Normas de fabricación y conformidad..... UNE-EN (IEC) 61869-3

.....

Norma	Iberdrola	MT
.....
2.80.14		

– Tipo.....

Inductivos

– Homologación medida..... Iberdrola, clientes tipo 2

– Tensión de utilización U_n 45 kV

Aislamiento

- Tensión más elevada material U_m 52 kV o superior
- Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz U_{AC} 95 kV
- Tensión ensayo onda de choque 1,2/50 μ s U_{LI} 250 kV o superior

– Línea de fuga (IEC 60815 - elevada polución) ≥ 25 mm/kV

– Núcleos..... Tres

Relaciones de transformación

- Medida..... 45: $\sqrt{3}$ / 0.110: $\sqrt{3}$ kV
- Protección..... 45: $\sqrt{3}$ / 0.110: $\sqrt{3}$ kV
- Compensación (triángulo abierto) 45: $\sqrt{3}$ / 0.110 kV

Potencias y clases de precisión (simultáneas):

- Primer núcleo (medida)..... ≥ 100 VA CI 0,2
- Segundo núcleo (protecciones)..... ≥ 250 VA CI 3P

Material	
· Aisladores.....	Porcelánico
· Interior.....	Papel y aceite
· Bastidor, tornillería y accesorios.....	Acero S235 o superior
.....	galvanizado en caliente
– Grado de protección baja tensión.....	IP-65
·	

Tabla 11 Características del transformador de tensión AT

F. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Las necesidades industriales de la zona requieren de la construcción de una subestación para su suministro. Para ello, en la subestación se instalará un transformador de potencia de 15 MVA con un transformador de intensidad neutro y un transformador de intensidad en la cuba, y las características deberán ser las siguientes:

NOMBRE:	TRANSFORMADOR DE POTENCIA AT/MT COD T - 1
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del transformador principal de la subestación 15 MVA 45 ± 6 x 0.75%/ 6 kV ONAF Dyn11 OLTC
– Normas de fabricación y conformidad.....	U-EN 60076 Reglamento UE 548/2014
– Aparato.....	Transformador trifásico
– Instalación	intemperie
· Temperatura exterior máxima / mínima	+42°C / -10°C
· Humedad relativa media	75%
· Altitud sobre nivel del mar	inferior a 1000 m
· Resto de condiciones (IEC 60076-1)	normales (*)

(*) Asegúrense de verificar las observaciones más abajo

- Potencia nominal 6 MVA
- Número de devanados dos (AT + MT)
- Tensión nominal primario 45 kV
- Tensión nominal secundario 6 kV
- Frecuencia 50 Hz
- Grupo de conexión Dyn11
- Construcción inmerso en líquido
- Modo de refrigeración (IEC 60076-2) ONAF
- Dieléctrico aceite mineral
..... IEC 60296, UNE-EN 61100
- Acabado granallado previo,
..... imprimación,
..... acabado en poliuretano > 80 µm
..... blanco grisáceo RAL 9002

Alta tensión (AT):

- Tensión nominal aislamiento AT Um 52 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz AC 95 kV
- Tensión de ensayo onda de choque 1,2/50µs LI 250 kV

Media tensión (MT):

- Tensión nominal aislamiento MT Um 24 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz AC 50 kV
- Tensión de ensayo onda de choque 1,2/50µs LI 125 kV

Tomas:

- Tipo de cambiador OLTC en carga
- Fabricación IEC 60214-1
- Extensión de tomas ± 5%
- Regulación de tensión a flujo constante (CFVV)
- Número de tomas 5 posiciones
- Tipo de escalones iguales, ±0.75%
- Distribución de tomas simétrica en torno a la central

- Tomas de potencia reducida No
- Transformador de tensión para regulación incluido

Valores garantizados:

- Rendimiento (PEI) Reglamento UE 548/2014
..... toma central
- Impedancia de cortocircuito la ofertada por el fabricante
..... no inferior al 8%
- Tolerancias según IEC 60076-1
..... salvo rendimiento PEI

La aceptación final del transformador requerirá la realización de los siguientes ensayos con resultados satisfactorios:

Ensayos habituales ():*

- Resistencia de arrollamientos
- Relación de transformación y desfases (grupo conexión)
- Ensayo de cortocircuito
- Ensayo de vacío
- Ensayo de tensión aplicada AC 95 kV
- Ensayo de tensión inducida
- Medición de aislamiento de los circuitos
auxiliares 2 kV (c.a.)
- Ensayo de estanquidad 12 h columna estática 3m altura

Otros ensayos requeridos, por este orden ():*

- Ensayo de impulso tipo rayo pleno en bornes de
línea IEC 60076-3, ap. 13.2, LI 250 kV
- Calentamiento IEC 60076-2
..... en la toma de intensidad máxima
- Medición y análisis de gases disueltos en el
aceite Muestra tomada en destino

(*) Salvo que se indique lo contrario, los ensayos serán efectuados en fábrica, se desarrollarán según IEC 60076-

1, y podrán ser supervisados por el usuario final o persona en quien delegue.

Accesorios:

- Pasatapas AT bornas atornillables
..... cerámicos, IEC 60137
- Pasatapas MT ídem
- Soporte para autoválvulas lado AT, solidario con la tapa
- Depósito conservador de aceite con respirador protegido por secador de silicagel tamaño según IEC 60076-7
- Nivel de aceite magnético contacto de máximo y de mínimo
- Relé Buchholz contactos de alarma y disparo
- Válvula de seguridad por sobrepresión 25 kPa contactos de alarma y disparo
- Termómetro de esfera contactos de alarma y disparo
- Terminales de tierra:
 - Base de cuba x 2 pletinas (lados opuestos)
 - Tapa de cuba conexión externa visible entre..... tapa y cuba con cobre
..... trenzado
- Asideros de izado x 4
- Ruedas x 4, orientables en dos posiciones
- Cuadros eléctricos IP65 metálicos:
 - Protecciones propias bornas terminales de todos los
..... contactos de los accesorios
 - Cambiador de tomas control OLTC
- Placa de características transformador IEC 60076-1, español
..... incl. calentamiento garantizado
- Otras placas de características requeridas OLTC

Documentación a entregar con el transformador:

- Instrucciones de puesta en funcionamiento español
- Instrucciones de mantenimiento periódico español
- Certificado y protocolo de ensayos IEC 60076

Observaciones:

- Directamente conectado a generador No
- Funcionamiento a tensiones superiores a las nominales No
- Régimen de funcionamiento en sobrecarga No previsto
- Nivel de ruido No relevante
- Limitaciones de transporte No relevante
- Aceleración durante el transporte Hasta 1 g
- Corriente continua por el neutro No probable

Tabla 12 Características transformador de potencia

NOMBRE:	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD AT COD TR - 2
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del transformador de intensidad en alta tensión para la protección de masas (cuba del transformador)

- Normas de fabricación y conformidad UNE-EN (IEC) 61869-2
- Tipo toroidal
- Instalación intemperie
 - Temperatura exterior máxima / mínima +42°C / -10°C
 - Humedad relativa media 75%
 - Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m
- Aislamiento:
 - Tensión más elevada material Um 3,6 kV ó superior
 - Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz UAC 10 kV
 - Tensión ensayo onda de choque 1,2/50µs ULI 40 kV ó superior

– Núcleos	protección
– Arrollamientos:	
· Primarios In1	100 A
· Secundarios In2	5 A (protección)
– Potencia y clase de precisión:	≥ 10 VA CI 5P10
– Cortocircuito:	
· A tensión nominal (corte)	31.5 kA
· Duración nominal del cortocircuito	3 s
· Sobreintensidad dinámica (cierre - valor de cresta)	75 kA
– Materiales:	
· Envoltente	encapsulado en resinas
· Soporte, tornillería y accesorios	acero S235 ó superior galvanizado en caliente
– Grado de protección baja tensión	bornas, IP-65+

Tabla 13 Características transformador de intensidad AT

NOMBRE:	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD NEUTRO DEL TRANSFORMADOR COD TR - 2
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del transformador de intensidad en alta tensión para la protección de masas (cuba del transformador)
– Normas de fabricación y conformidad	UNE-EN (IEC) 61869-2
– Tipo	toroidal
– Instalación	intemperie
· Temperatura exterior máxima / mínima	+42°C / -10°C
· Humedad relativa media	75%
· Altitud sobre nivel del mar	inferior a 1000 m
– Aislamiento:	

· Tensión más elevada material U_m	3,6 kV ó superior
· Tensión ensayo 1 minuto 50 Hz UAC	10 kV
· Tensión ensayo onda de choque 1,2/50 μ s ULI	40 kV ó superior
– Núcleos	protección
– Arrollamientos:	
· Primarios I_{n1}	100 A
· Secundarios I_{n2}	5 A (protección)
– Potencia y clase de precisión:	≥ 10 VA CI 5P10
– Cortocircuito:	
· A tensión nominal (corte)	31.5 kA
· Duración nominal del cortocircuito	3 s
· Sobreintensidad dinámica (cierre - valor de cresta)	75 kA
– Materiales:	
· Envoltente	encapsulado en resinas
· Soporte, tornillería y accesorios	acero S235 ó superior galvanizado en caliente
– Grado de protección baja tensión	bornas, IP-65+

Tabla 14 Características transformador de intensidad neutro del transformador

G. EMBARRADO Y SALIDA DE LÍNEAS DE 6 kV

La parte de media tensión está constituida por autoválvulas de baja tensión y sus accesorios, cuyas características tendrán que ser:

NOMBRE:	AUTOVÁLVULAS MT COD AV - 2
DESCRIPCIÓN:	Juego de tres autoválvulas 24 kV intemperie
– Normas de fabricación y conformidad	UNE-EN (IEC) 60099-4
– Tipo	3 unidades idénticas
– Tensión de utilización U_n	13.2 kV

– Tensión nominal U_r	18 kV
– Tensión de servicio continuo U_c	14.4 kV
– Intensidad nominal de descarga IEC 60099-4	10 kA
– Clase IEC 60099-4	clase 2
– Instalación	intemperie
· Temperatura exterior máxima / mínima	+42°C / -10°C
· Humedad relativa media	75%
· Altitud sobre nivel del mar	inferior a 1000 m
– Aislamiento	
· Tensión nominal aislamiento MT	U_m 24 kV
· Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz	AC 50 kV
· Tensión de ensayo onda de choque 1,2/50 μ s	LI 125 kV
– Línea de fuga (IEC 60815 - elevada polución)	≥ 25 mm/kV
– Material	
· Aisladores	porcelánico
· Base, tornillería y accesorios	acero S235 ó superior
.....	galvanizado en
.....	caliente
– Esfuerzo garantizado en terminales	≥ 500 Nm

Tabla 15 Características autoválvulas MT

NOMBRE:	CONDUCTOR AISLADO MT Y ACCESORIOS
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de conductor aislado MT, apantallado, para conectar el secundario del transformador 6 kV con la celda MT C1

- Normas de fabricación y conformidad UNE HD 620-9E
- Tipo HEPRZ1
 - Material conductor aluminio
 - Sección nominal 240 mm²
 - Sección de pantalla 16 mm²
- Tensiones:
 - De utilización 7.6/13.2 kV
 - Nominal 12/20 kV
 - Más elevada para el material Um 24 kV
 - De ensayo 1 minuto 50 Hz AC 50 kV
 - De ensayo onda de choque 1,2/50µs LI 125 kV
- Configuración unipolar
- Instalación intemperie
- Temperatura exterior máxima / mínima +42°C / -10°C
- Humedad relativa media 75%
- Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m

Tabla 16 Características Conductor aislado MT y accesorios

H. EDIFICIO DE CONTROL

El edificio de control será de una estructura prefabricada de hormigón modelo PFU – 5, cuyas dimensiones 3.40 x 6 metros y 3 metros de altura, que estará dividida en dos dejando un área aislada para el transformador de servicios auxiliares y en el resto del espacio se encontrarán situadas las celdas de MT C1, C2, C3 y C4, armario de control de la subestación, un SAI 230 V y una fuente CC 110 V, piezas de repuesto y accesorios y por último el sistema de detección y extinción de incendios. Contará con tres accesos: uno para la sala del transformador de servicios auxiliares y dos para la sala contigua donde se encuentran las celdas de MT.

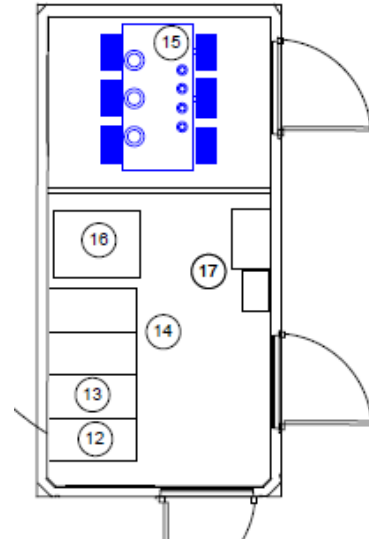


Imagen 31 Planta edificio de control

Celdas de MT

Situadas en el interior del edificio de control, las celdas de MT recogen los equipos de maniobra como interruptores o seccionadores, equipos de medida y equipos de control.

Las celdas de MT están diseñadas conforme a la norma UNE-EN 60298:1998.

El esquema de las conexiones entre el embarrado de 6 kV y las celdas y las conexiones entre las celdas, son las siguientes:

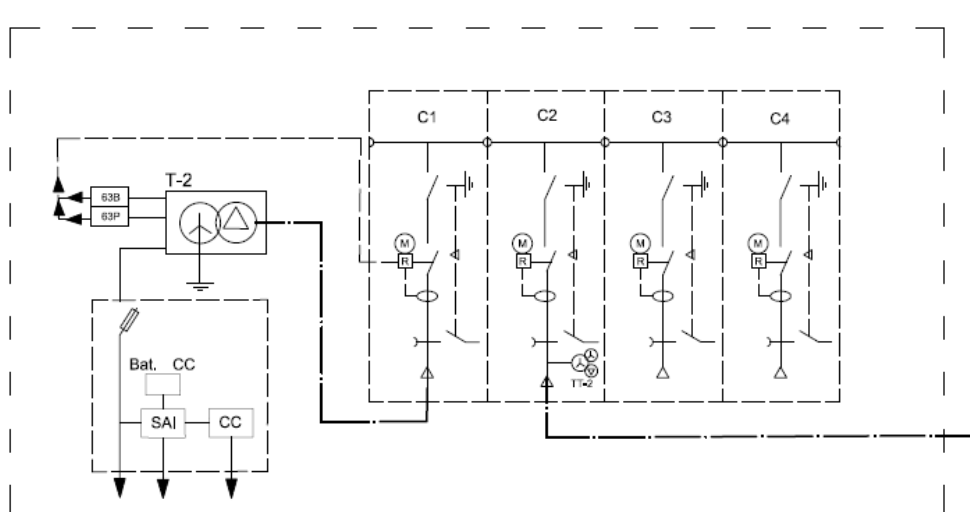


Imagen 32 Esquema unifilar celdas

Las celdas propuestas para parte de MT son celdas de la compañía Schneider modelo SM6 DM1-A con las siguientes características:

NOMBRE:	CELDAS DE MT: GENERALIDADES
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de celda para lado secundario transformador 5.5 kV, de 12 kV de tensión nominal, modular individual, interruptor automático, seccionador de puesta a tierra, corte en SF6, mando manual y motorizado

- Normas de fabricación y conformidad UNE-EN (IEC) 62271 (ex IEC 298), 60265, 60129, 60694, 60420, 60056, 61958
- Tipo celda modular individual
- Tensiones:
 - De utilización 7.2 kV
 - Nominal 17.5 kV
 - De ensayo 1 minuto 50 Hz 23 kV
 - De ensayo onda de choque 1,2/50µs 70 kV
- Intensidades:
 - Nominal embarrado horizontal 1250 A
 - Nominal embarrado vertical 630 A
 - De cortocircuito mantenido 20 kA
 - Duración nominal del cortocircuito 1 s
- Grado de protección:
 - Celdas..... IP-2XC
 - Entre compartimientos..... IP-2X
- Color RAL 9002

- Terminales atornillables
- Acceso cables potencia en frente de cada unidad

- Accesorios:
 - Mando interruptor automático RI motorizado
 - Bobina de apertura mínima tensión (MN)
 - Contador de operaciones
 - Pilotos de señalización
 - Contactos auxiliares..... 1 NA + 1NC para seccionador
..... principal
 - Contactos auxiliares 1NA + 1NC para seccionador PAT
 - Enclavamiento por cerradura en mando CS
 - Un relé de protección SEPAM
 - Un medidor multifunción Powerlogic con comunicación



Imagen 33 Celda MT SM6 Schneider

Imagen 34 Celda MT SM6 Schneider

Tabla 17 Características generales de las celdas

Seguidamente se mostrarán las características individuales de cada celda.

NOMBRE:	CELDA 1
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de celda para protección transformador de servicios auxiliares, modular individual, interruptor automático, seccionador puesta a tierra, corte en SF6, mando manual y motorizado
– Normas de fabricación y conformidad UNE-EN (IEC) 62271-200 – Tipo interruptor seccionador sin carga	

- puesta a tierra
- Función..... protección
- transformador

Protecciones requeridas:

- 46 Desequilibrio de fases
- 47 Secuencia de fases
- 50 Sobreintensidad instantáneo de fase
- 50N ídem, de neutro (calculado)
- 51 Sobreintensidad temporizado de fase
- 51N ídem, de neutro (calculado)
- 50BF Fallo de interruptor
- 81m Subfrecuencia
- 81M Sobrefrecuencia

Además, del DGPT2 del transformador:

- 63B Relé Buchholz presencia de gases
- 63P Válvula de sobrepresión

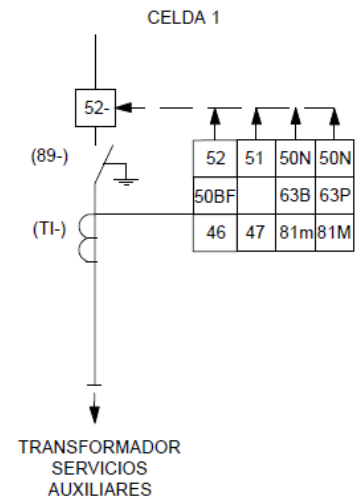


Imagen 35 conexión celda 1

- Transformadores de intensidad incorporados x3
 - Tipo toroidal
 - Doble secundario: Sí
 - Relación de transformación 10 A / 5 A - 5 A
 - Potencias y clases de precisión (simultáneas):
 - Primer núcleo (protección) ≥ 15 VA CI 5P10
 - Segundo núcleo (protecciones) ≥ 7.5 VA CI 0.5
 - Documentación a proporcionar certificado ensayo

Tabla 18 Características celda 1

NOMBRE:	CELDA 2
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de celda para llegada lado secundario transformador 6 kV, de 20 kV de tensión nominal, modular individual, interruptor automático, seccionador puesta a tierra, corte en SF6, mando manual y motorizado
<ul style="list-style-type: none"> - Normas de fabricación y conformidad UNE-EN (IEC) 62271-200 - Tipo interruptor seccionador sin carga puesta a tierra - Función..... protección transformador <p>Protecciones requeridas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · 27 Subtensión · 46 Desequilibrio de fases · 47 Secuencia de fases · 50 Sobreintensidad instantáneo de fase · 50N ídem, de neutro (calculado) · 51 Sobreintensidad temporizado de fase · 51N ídem, de neutro (calculado) · 50BF Fallo de interruptor · 59 Sobretensión · 81m Subfrecuencia · 81M Sobrefrecuencia <p>Además, del DGPT2 del transformador:</p> <ul style="list-style-type: none"> · 63B Relé Buchholz presencia de gases · 63P Válvula de sobrepresión <ul style="list-style-type: none"> - Transformadores de intensidad incorporados Sí, x3 <ul style="list-style-type: none"> · Tipo toroidal · Doble secundario: Sí 	

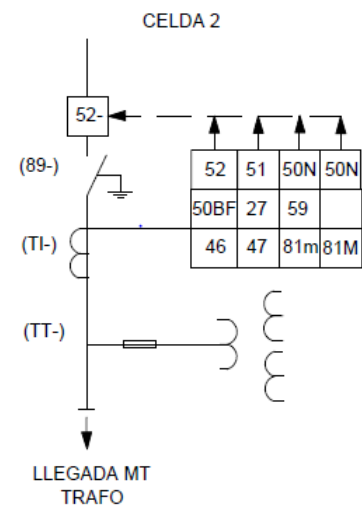


Imagen 36 Conexión celda 2

·	Relación de transformación	300 A / 5 A - 5 A
·	Potencias y clases de precisión (simultáneas):	
▪	Primer núcleo (protección)	≥ 15 VA CI 5P10
▪	Segundo núcleo (protecciones)	≥ 7.5 VA CI 0.5
·	Documentación a proporcionar	certificado ensayos
–	Transformadores de tensión incorporados:	Sí, x3
·	Tensiones:	
▪	De utilización	6 kV
▪	Más elevada para el material	Um 24 kV
▪	De ensayo 1 minuto 50 Hz	AC 50 kV
▪	De ensayo onda de choque 1,2/50µs	LI 125 kV
·	Tipo	unipolar, inductivo
·	Doble secundario:	Sí
·	Relación de transformación	6:√3 / 0.110:√3, 0.110 kV
·	Potencias y clases de precisión:	
▪	Primer núcleo (medida)	≥ 25 VA CI 0.5
▪	Segundo núcleo (protecciones)	≥ 25 VA CI 3P
·	Carga de los TTs (antiferresonancia):	[fabricante] VA resistiva
·	Ubicación (lado cables / lado barras)	lado cables
·	Protección incorporada	sí, fusibles
·	Contacto fusión fusibles	no
·	Documentación a proporcionar	certificado ensayos

Tabla 19 Características celda 2

NOMBRE:	CELDAS 3 y 4
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones de celda para llegada lado secundario transformador 6 kV, de 20 kV de tensión nominal, modular individual, interruptor automático, seccionador puesta a tierra, corte en SF6, mando manual y motorizado

- Normas de fabricación y conformidad UNE-EN (IEC) 62271-200
- Tipo interruptor
 seccionador sin carga
 puesta a tierra
- Función..... protección
 transformador

Protecciones requeridas:

- 46 Desequilibrio de fases
- 47 Secuencia de fases
- 50 Sobreintensidad instantáneo de fase
- 50N ídem, de neutro (calculado)
- 51 Sobreintensidad temporizado de fase
- 51N ídem, de neutro (calculado)
- 50BF Fallo de interruptor
- 81m Subfrecuencia
- 81M Sobrefrecuencia

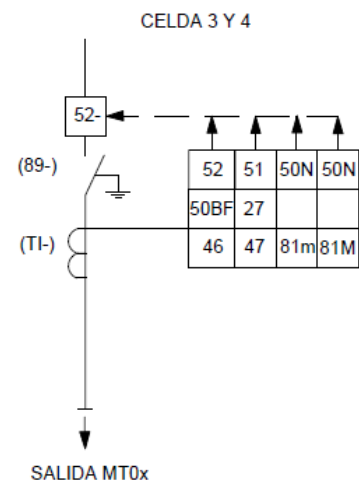


Imagen 37 Conexión celdas 3 y 4

- Transformadores de intensidad incorporados x3
 - Tipo toroidal
 - Doble secundario: Sí
 - Relación de transformación 300 A / 5 A - 5 A
 - Potencias y clases de precisión (simultáneas):
 - Primer núcleo (protección) ≥ 15 VA CI 5P10
 - Segundo núcleo (protecciones) ≥ 7.5 VA CI 0.5

· Documentación a proporcionar certificado ensayos
--

Tabla 20 Características celdas 3 y 4

I. SERVICIOS AUXILIARES

a. Sistema de alimentación desde embarrado a 6 kV

Se instalará un transformador de servicios auxiliares de baja tensión, conectado por la parte del primario a la celda 1, en el edificio de control que contará con una sala y acceso propios. Este transformador alimentará al sistema de alimentación ininterrumpida, entre otros receptores.

NOMBRE:	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES MT/BT COD T-2
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del transformador de servicios auxiliares de la subestación 25 kVA 6 \pm 2.5 \pm 5% / 0.4 kV Dyn11 ONAN

- Normas de fabricación y conformidad familia IEC 60076
..... Reglamento UE 548/2014
- Aparato transformador trifásico
- Instalación interior, caseta prefabricada
- Temperatura ambiente máxima / mínima +45°C / -5°C
- Humedad relativa media 75%
- Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m
- Resto de condiciones (IEC 60076-1) normales
- Potencia nominal 25 kVA
- Número de devanados dos (MT + BT)
- Tensión nominal primario 6 kV
- Tensión nominal secundario 400 V
- Frecuencia 50 Hz

- Grupo de conexión Dyn11
- Construcción inmerso en líquido
..... llenado integral, hermético
- Modo de refrigeración (IEC 60076-2) ONAN
- Dieléctrico aceite mineral
..... IEC 60296, UNE-EN 61100
- Acabado granallado previo, imprimación,
..... acabado en poliuretano > 80 μm
..... blanco grisáceo RAL 9002

Media tensión (MT):

- Tensión nominal aislamiento MT Um 24 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz AC 50 kV
- Tensión de ensayo onda de choque 1,2/50 μs LI 125 kV

Tomas:

- Tipo de cambiador manual sobre tapa, sin carga
- Extensión de tomas $\pm 5\%$
- Regulación de tensión a flujo constante (CFVV)
- Número de tomas 5 posiciones
- Tipo de escalones iguales, $\pm 2.5\%$
- Distribución de tomas simétrica en torno a la central
- Tomas de potencia reducida No

Valores garantizados:

- Pérdidas en vacío y a plena carga Reglamento UE 548/2014
..... toma central
- Impedancia de cortocircuito la ofertada por el fabricante
..... no inferior al 4%
- Tolerancias según IEC 60076-1
..... salvo pérdidas garantizadas

La aceptación final del transformador requerirá la realización de los siguientes ensayos con resultados satisfactorios:

Ensayos habituales (*):

- Resistencia de arrollamientos
- Relación de transformación y desfases (grupo conexión)
- Ensayo de cortocircuito
- Ensayo de vacío
- Ensayo de tensión aplicada
- Ensayo de tensión inducida
- Ensayo de estanquidad 12 h columna estática 3m altura

Accesorios:

- Pasatapas AT bornas enchufables
- Pasatapas MT ídem
- Soporte para autoválvulas no
- Relé Buchholz + presión tipo DGPT2
- Terminales de tierra:
- Base de cuba x 2 pletinas (lados opuestos)
- Tapa de cuba conexión interna entre
..... tapa y cuba con cobre trenzado
- Asideros de izado x 4
- Ruedas..... x 4, orientables en dos
..... posiciones
- Placa de características transformador IEC 60076-1, español
- Otras placas de características requeridas no

Tabla 21 Características transformador de servicios auxiliares

b. Sistema de alimentación ininterrumpida en corriente alterna a 230 V

Se utilizará un SAI de tensión 230 V de CA deberá tener una autonomía de al menos 1 hora. Las características del SAI que se instalará son las siguientes:

NOMBRE:	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA
DESCRIPCIÓN:	Especificaciones del SAI en CA con baterías de respaldo

- SAI Sistema de alimentación ininterrumpida 1 equipo
- Tensión nominal de alimentación CA. 230 V +10% -15%
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Instalación interior, caseta prefabricada
 - Temperatura ambiente máxima / mínima +45°C / -5°C
 - Humedad relativa media 75%
 - Altitud sobre nivel del mar inferior a 1000 m
- Potencia aparente nominal 3000 VA
- Potencia nominal 2700 W (fdp 0.9)
- Tensión nominal de salida 230 V c.a. ±3%, monofásica
- Accesorios:
 - Bloque contactos auxiliares fallo, alarma batería baja
 - Configuración software del fabricante
..... (licenciado)
- Baterías de respaldo: compatibles con SAI

Tabla 22 Características SAI

c. Fuente de tensión en corriente continua a 110 V

Es necesario la instalación de una fuente continua de 110 V para los accionamientos remotos de la aparamenta que forma la STP cuyas características principales han de ser:

NOMBRE:	FUENTE DE CC
DESCRIPCIÓN:	Etapas de conversión CA/CC a 110 V

- Tensión nominal banco baterías c.c. 110 V
- Tipo baterías sin mantenimiento
- Desprendimiento de gases prohibido
- Capacidad total ≥ 400 Ah (C20)

- Fuente de corriente continua: 1 equipo

- Número de salidas 1
- Tensión nominal c.c. 110 V
- Intensidad nominal c.c. 36 A
- Potencia nominal 1700 W

Tabla 23 Características fuente CC

J. CONCLUSIÓN Y FIRMA

Quedan recogidas en este anejo las características y elementos propuestos para la instalación.

Marzo 2018

Fdo. Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

IV. ANEJO DE LA STP: CONTROL Y PROTECCIÓN

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En este apartado se efectuarán los cálculos y el diseño deseados para el control y las protecciones necesarias dentro de la STP.

Se desarrollarán las partes de puesta a tierra de la instalación, incluyendo planos; el diseño del armario de control y la elección de los relés apropiados para la STP.

Los cálculos realizados en este anejo respetan la norma IEEE Std 80 – 2000.

B. RED DE PUESTA A TIERRA

Una red de puesta a tierra es un sistema de seguridad necesario en todas y cada una de las instalaciones eléctricas con el fin de evitar derivaciones producidas por defectos en un conductor activo. Está formado por una malla, a la que denominaremos malla de puesta a tierra, a la cual están conectadas las partes metálicas de los elementos, que en este caso componen la STP, cuya función es la proveer de un camino a tierra de corrientes de defecto que se hayan producido.

Además de guiar las corrientes de defecto a tierra, la red de puesta a tierra tiene como función asegurar la integridad física de cualquier persona que pueda encontrarse en la STP en el momento de producirse una falta mediante las limitaciones de tensión de paso y tensión de contacto.

a. Diseño de la red de protección

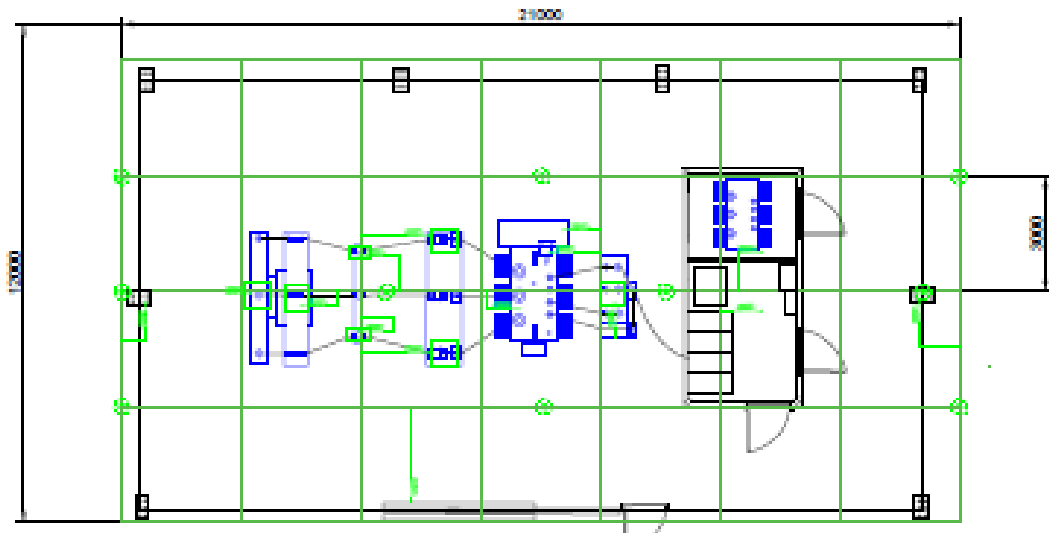


Imagen 38 Planta con red de puesta a tierra.

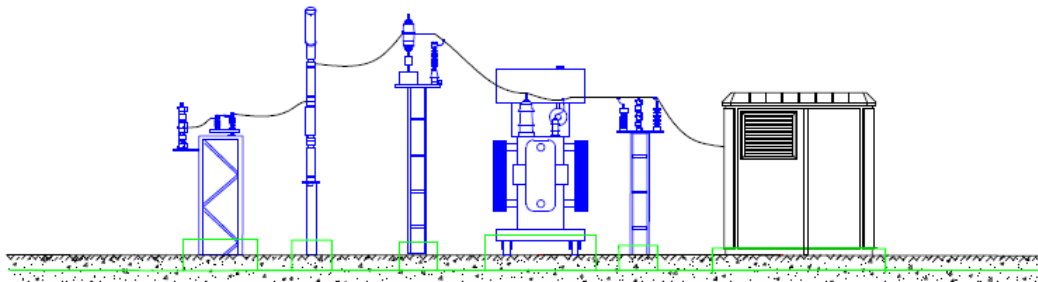


Imagen 39 Alzado con red de puesta a tierra

b. Cálculos justificativos

Debido a las necesidades de alimentación de la futura actividad industrial, se instalará un transformador de una potencia aparente de 15 MVA.

DATOS

- Red
 - Tensión nominal 45 kV

- Transformador de potencia
 - Potencia 15 MVA
 - Tensiones (Un/Us) 45/6 kV
 - Grupo de conexión Dyn11
 - Tensión de cortocircuito..... 5%

La compañía eléctrica de la que derivaremos nuestra línea de AT tendrá la obligación de facilitar una serie de datos necesarios para los cálculos como es el de intensidad de defecto a tierra (I_d) que en este caso es de un valor de 1000 A.

El resto de datos necesarios para los cálculos se encontrarán en la leyenda de las ecuaciones utilizadas.

TIERRA DE PROTECCIÓN

El conductor empleado para la malla de tierra inferior será de Cu desnudo de sección 50mm^2 , enterrado a una profundidad de 0.8 m de profundo.

Las dimensiones de la malla son 21 x 12 m, siendo las dimensiones de cada retículo 3 x 3 m.

Se dispondrá de 20 picas serán de acero galvanizado de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

A continuación, se determinará de la resistencia de tierra a partir del cálculo de Sverak, siguiendo la instrucción IEEE Std 80 – 2000:

$$R_G = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{\frac{20}{A}}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

Donde:

ρ : Resistividad aparente del suelo, supuesto homogéneo

L: Longitud total del conductor (195 m)

A: Área total abarcada por la malla de tierra (189 m²)

h: Profundidad de entierro de la malla de tierra (0.8 m)

El valor resultante de la resistencia a partir de esta expresión es 3.43 Ω .

Tensiones de paso y contacto máximas admisibles

A partir de las prescripciones recogidas en la IEEE Std 80-2000 para el cálculo de la tensión máxima admisible de paso y contacto se utilizarán las siguientes expresiones:

$$\text{Tensión máxima admisible de paso: } E_p = 10 U_{ca} \left(1 + \frac{4000 + 6 \rho_s C_s}{1000} \right)$$

$$\text{Tensión máxima admisible de contacto: } E_c = U_{ca} \left(1 + \frac{1000 + 1.5 \rho_s C_s}{1000} \right)$$

El valor de la tensión de contacto aplicada (U_{ca}) es la tensión a la que pueda estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies en función del tiempo que dure la falta. Este valor se obtiene de la siguiente tabla que se encuentra en la instrucción ITC – RAT 13:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
0.60	185
0.70	165
0.80	146
0.9	126
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 24. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta

Para un tiempo de falta de 0.5 segundos, la tensión correspondiente es 204 V.

La resistividad de la capa de grava y el coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial vienen denominadas con ρ_s y C_s siendo su valor de 3000 Ωm y 0.67 respectivamente.

Entonces las soluciones para la tensión máxima admisible de paso y contacto serán las siguientes:

$$E_p = 10 \cdot 204 \left(1 + \frac{4000 + 6 \cdot 3000 \cdot 0.67}{1000} \right) = 34802.4 \text{ V} \approx 34.8 \text{ kV}$$

$$E_c = 204 \left(1 + \frac{1000 + 1.5 \cdot 3000 \cdot 0.67}{1000} \right) = 1023.06 \text{ V} \approx 1.02 \text{ kV}$$

Estos valores que acabamos de calcular no deben ser superados en ningún punto de la instalación.

Tensión de paso y contacto máxima de la instalación

A continuación, pasamos a calcular la tensión de paso y contacto de la instalación según la norma IEEE Std 80-2000:

$$\text{Tensión de contacto máxima: } E_m = \frac{K_m K_i \rho I_d}{L_m}$$

$$\text{Tensión de paso máxima: } E_s = \frac{K_s K_i \rho I_d}{L_s}$$

Siendo:

K_m : Factor de espaciamiento para la tensión de contacto.

K_s : Factor de espaciamiento para la tensión de paso.

K_i : Factor de irregularidad.

ρ : Resistividad del terreno (100 Ωm)

L_m : Longitud efectiva de enterramiento para la tensión de contacto (261 m)

L_s : Longitud efectiva de enterramiento para la longitud de paso (180.25 m)

Los valores de los factores de espaciamento son:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \frac{D^2}{16 h d} + \frac{(D+2h)^2}{8 D d} - \frac{h}{4 d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \frac{8}{\pi (2n-1)}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1-0.5^{n-2}) \right]$$

En donde:

D: Distancia entre conductores en paralelo (3 m)

d: Diámetro del conductor (14 mm)

h: Profundidad del electrodo (0.8 m)

K_h : Factor de profundidad

K_{ii} : Factor debido a las picas. Tendrá un valor de 0.38.

n: Número efectivo de conductores paralelos (4.51)

$$K_h = \sqrt{1+h} = \sqrt{1+0.8} = 1.31$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left\{ \ln \left[\frac{3^2}{16 \cdot 0.8 \cdot 14 \cdot 10^{-3}} + \frac{(3+2 \cdot 0.8)^2}{8 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{4 \cdot 14 \cdot 10^{-3}} \right] + \frac{0.38}{1.34} \ln \frac{8}{\pi (2 \cdot 4.51 - 1)} \right\} = 0.24$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot 1} + \frac{1}{3+1} + \frac{1}{3} (1-0.5^{6.76-2}) \right] = 0.37$$

$$K_i = 0.644 + 0.148 n = 0.644 + 0.148 \cdot 4.51 = 1.31$$

Sustituyendo los valores:

Tensión de contacto:

$$E_m = \frac{K_m K_i \rho I_d}{L_m} = \frac{0.24 \cdot 1.31 \cdot 100 \cdot 1000}{261} = 218 \text{ V}$$

Tensión de paso:

$$E_s = \frac{K_s K_i \rho I_d}{L_s} = \frac{0.37 \cdot 1.31 \cdot 100 \cdot 1000}{180.25} = 483.49 \text{ V}$$

A modo de resumen:

Tensión de contacto máxima admisible:	1023.6 V
Tensión de contacto de la instalación:	218 V
Tensión de paso máxima admisible:	34802.4 V
Tensión de paso de la instalación:	483.49 V

Tabla 25 Comprobación tensiones de contacto y paso

Como se puede observar, las tensiones de la instalación no superan las máximas admisibles por lo que la instalación está diseñada correctamente. Además, al existir una diferencia notable entre la máxima y la efectiva en la instalación, la instalación estará del lado de la seguridad.

SECCIÓN DEL CABLE DE TIERRA

El cálculo de la sección del cable de tierra se obtendrá a partir de la fórmula ONDER DONK:

$$S = \frac{I_d}{\frac{\sqrt{\log\left(\frac{T_m + T_a}{234 + T_a} + 1\right)}}{33 t}}$$

Siendo:

T_m : Tensión de fusión de los elementos de la red de tierras.
(450°C)

T_a : Temperatura ambiente. (20 °C)

t : Tiempo de duración del defecto (0.5 s)

Sustituyendo los valores el resultado es 5.03 mm².

Para el cumplimiento de la instrucción ITC – RAT 13, el conductor de tierra empleado será un conductor de cobre desnudo con una sección de 50 mm², que es la mínima exigida. Este valor es ampliamente mayor a la sección calculada por lo que supera las necesidades de la malla de tierra.

C. ARMARIO DE CONTROL

El control de las diferentes seccionadores y enclavamientos puede ser darse de forma manual en el propio seccionador o de remotamente a partir del armario de control, situado en el interior del Edificio de Control.

A continuación, se procederá a una descripción más detallada para que se den las operaciones de apertura y cierre en cada seccionador.

Para una mejor comprensión de la explicación del funcionamiento se añadirá al documento una imagen del aspecto que tendrá dicho armario de control.

a. Descripción del funcionamiento

Este apartado se dividirá en tantos puntos como seccionadores y enclavamientos. Cada punto contendrá las condiciones que deben darse para que se realice la apertura y cierre del elemento en esa parte.

El armario de control estará compuesto por las conexiones a los seccionadores y enclavamientos, pulsadores de rearme, apertura, cierre y apertura de emergencia. También estará dotado de luces indicadoras para conocer el estado del seccionador (abierto o cerrado).

El esquema unifilar del armario de control tendrá el siguiente aspecto:

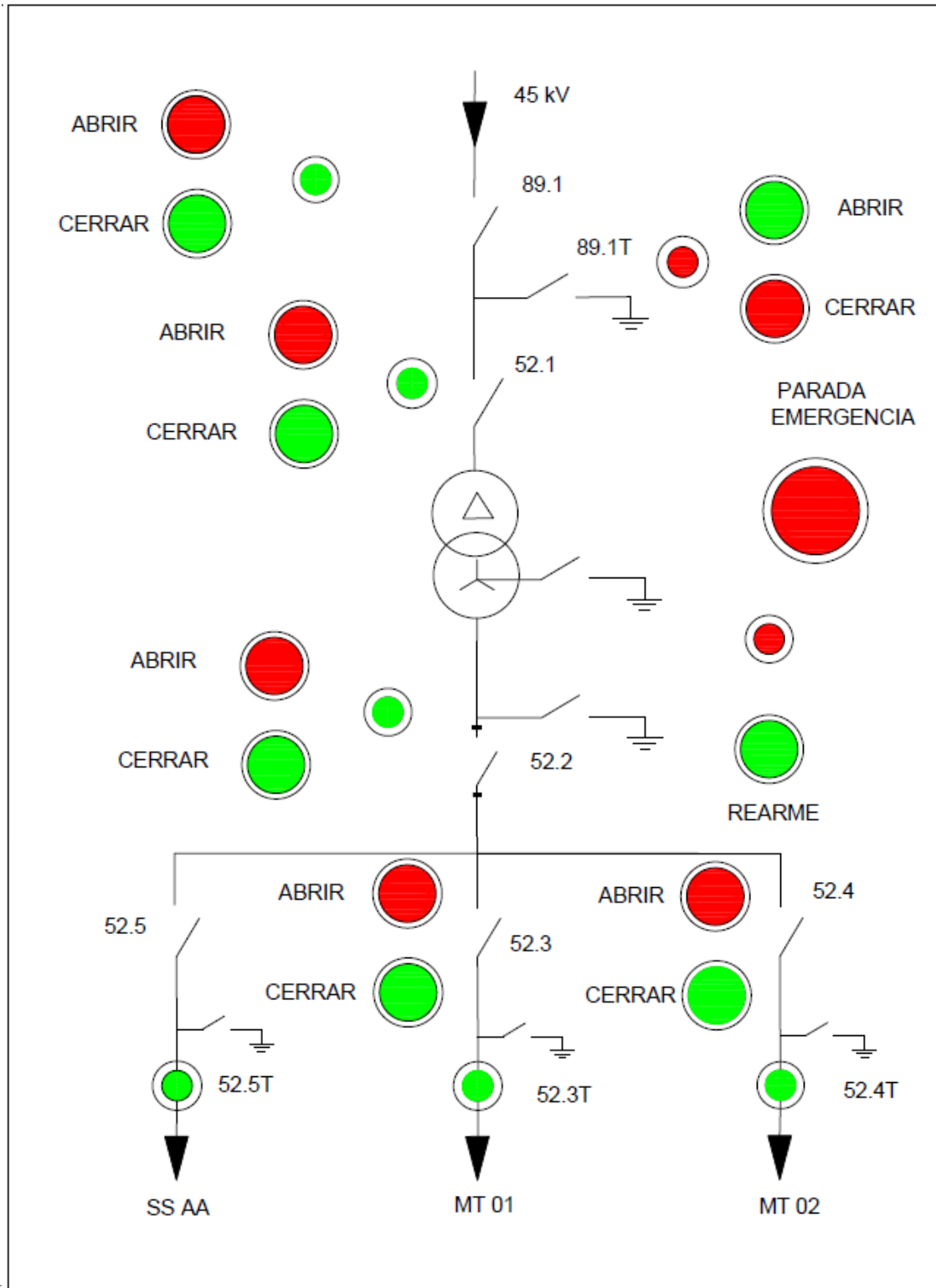


Imagen 40 Armario de control

SECCIONADOR 89.1 y 89.1T

El seccionador de línea 89.1 corresponde al seccionador aguas arriba del que llegan los 45 kV. Su estado natural es normalmente cerrado por ello la luz indicadora para este seccionador es verde.

El seccionador 89.1T coincide con la puesta a tierra de las fases. A diferencia del 89.1, tiene un estado natural abierto, de ahí que la luz en este caso sea roja.

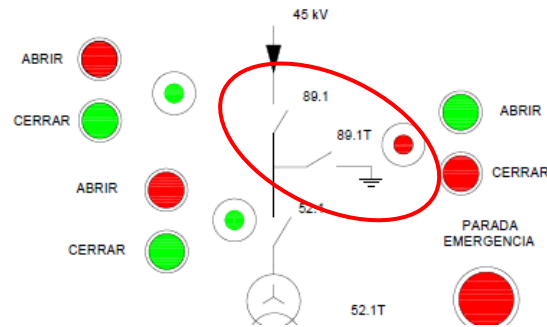


Imagen 41 Seccionador 89.1 y 89.1T

Esta disposición de los seccionadores no se ha impuesto de manera aleatoria, sino que es así porque si en el caso de que el seccionador 89.1 estuviese cerrado y el 89.1T también, se provocaría un cortocircuito que provocaría una falta de suministro a todas las conexiones que puedan existir aguas arriba de la STP. Por esta razón, el seccionador de línea tendrá que estar abierto para que el seccionador de masas a tierra 89.1T pueda cerrarse y viceversa, para que el seccionador 89.1 pueda cerrarse, el seccionador a tierra tendrá que estar obligatoriamente cerrado.

En conclusión: Será imposible que ambos seccionadores se mantengan cerrados sin causar grandes desastres y por ello, aún accionando los pulsadores correspondientes, no se permitirá esta acción.

Al igual que en todos los elementos de corte que se van a describir, existen dos tipos de accionamiento: Manual y a distancia, siendo este último el que corresponde al armario de control.

DISYUNTOR 52.1

El disyuntor 52.1 es el situado inmediatamente aguas arriba del transformador de potencia y probablemente es el más importante de todo el armario de control.

El estado natural en este caso es normalmente cerrado tal y como se puede observar en su luz correspondiente.

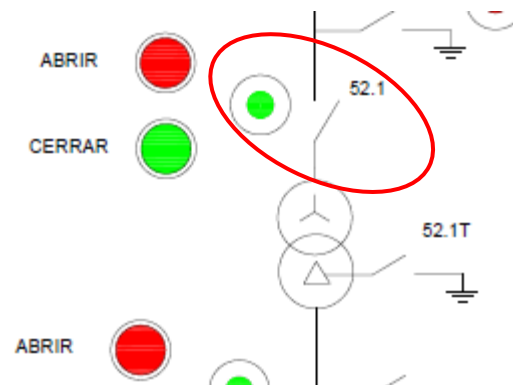


Imagen 42 Enclavamiento 52.1

A continuación, se especificarán las condiciones necesarias para su apertura y cierre estando del lado de la seguridad.

Condiciones de apertura

Si se da cualquiera de las siguientes circunstancias, se provocará la apertura del disyuntor 52.1:

- Pulsar el botón de apertura situado a la izquierda en el esquema unifilar, representado con un pulsador rojo.
- Actuación del relé de protección VAMP V 50 debido a defectos detectados en el mismo.
- En el caso del accionamiento para la apertura del seccionador 89.1 o cierre de 89.1T, previamente, el disyuntor 52.1 tendrá que realizar su apertura para que pueda desarrollarse dicha acción.

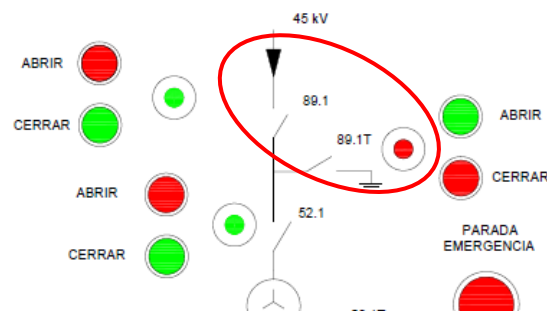


Imagen 43 Seccionadores 89.1 y 89.1T

- Al igual que ocurre con los seccionadores anteriores, para la pide la apertura del disyuntor 52.2, correspondiente de la alimentación de los SS. AA., primero se abrirá automáticamente el disyuntor 52.1.

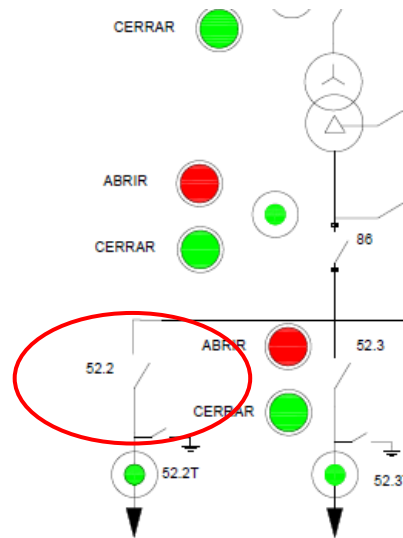


Imagen 44 Disyuntor 52.2

- A su vez pasará lo mismo que en los otros dos casos anteriores si por cualquier motivo se tenga que proceder a la apertura del disyuntor 52.2.

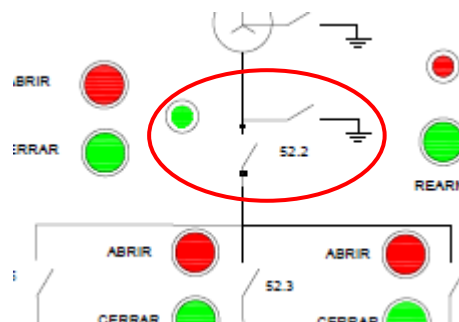


Imagen 45 disyuntor 52.2

Condiciones cierre

Si para la apertura decíamos que cualquiera de las condiciones provocaría la acción de abrir el disyunto 52.1, para el cierre deberán cumplirse todas y cada una de los siguientes requisitos:

- Seccionador de línea 89.1 cerrado.
- Seccionador de masas a tierra 89.1 T abierto.
- Disyuntor 52.2 cerrado
- Disyuntor 52.5 cerrado
- Accionar pulsador de cierre.

Aunque antes se ha dicho que para el cierre de 52.1 tienen que darse las condiciones anteriores, el relé de protección puede mandar directamente la operación.

DISYUNTOR 52.5

Es el encargado de la conexión con el transformador de servicios auxiliares.

Su estado natural es normalmente cerrado, por lo que la bombilla es de color verde.

Para que se produzca su apertura han de ocurrir las siguientes condiciones:

- Pulsar el botón de apertura del disyuntor 52.2.
- El disyuntor 52.2 accione su apertura.

Siempre tienen que estar cerrados 89.1 y 52.1 para que se abra el disyuntor.

Para que el disyuntor 52.5 se cierre, únicamente es necesario accionar el pulsador de “cierre” del disyuntor 52.2

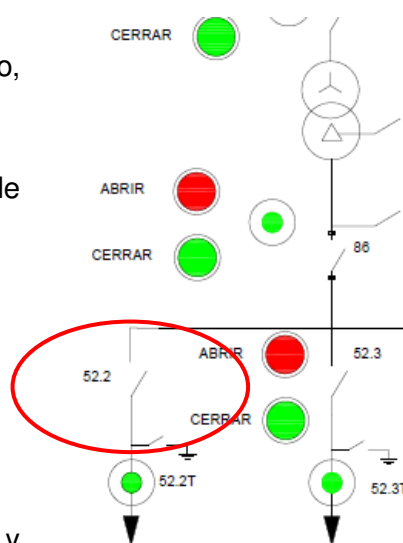


Imagen 46 Disyuntor 52.5

DISYUNTOR 52.3 y 52.4

El Disyuntor 52.3 es el encargado de dar servicio a la celda de media tensión 1 y su estado natural es cerrado.

Para su apertura existen dos opciones: La primera es que se accione el botón “abrir” correspondiente y como segunda opción, el disyuntor 52.3 se abrirá cuando el relé de enclavamiento lo haga.

El funcionamiento del 52.4 es análogo al anterior.

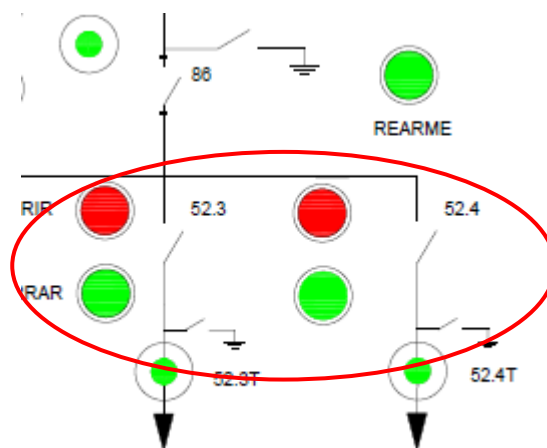


Imagen 47 Disyuntores 52.3 y 52.4

b. Descripción de enclavamientos de seguridad

DISYUNTOR 52.2

El estado natural de este relé es normalmente cerrado. Es el encargado de la seguridad para la parte de media tensión.

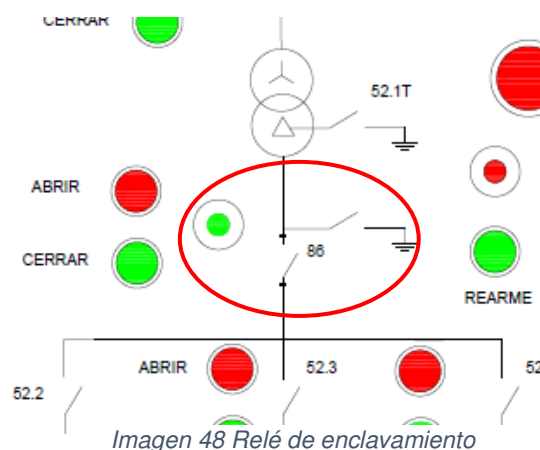


Imagen 48 Relé de enclavamiento

Condiciones de apertura

En el caso de que se diera alguna de siguientes especificaciones, el relé se abriría cortando el suministro a la parte de media tensión.

- Accionamiento del pulsador “ABRIR”.
- Si el relé de protección VAMP V 255 o VAMP V 50 envía la instrucción de apertura.
- Si existe alarma en el transformador por temperatura, nivel de aceite o del relé Bulchholz.
- En el caso cierre de relé Bulchholz, temperatura o presión.

Condiciones de cierre

El cierre puede realizarse o bien pulsando el botón de “CIERRE” o por indicación del relé de protección VAMP 255.

ACCIONAMIENTO DE EMERGENCIA

El armario de control estará dotado de un pulsador, relé de enclavamiento 86, de accionamiento manual en caso de emergencia el cual deshabilitará los disyuntores 52.1, 52.2, 52.3, 52.4, 52.5 y el seccionador 89.1, cortando el suministro.

A la hora de recuperar la funcionalidad, sólo será necesario presionar el botón bajo el título de REARME. Antes de accionarlo, el botón de EMERGENCIA tendrá que estar inactivo.

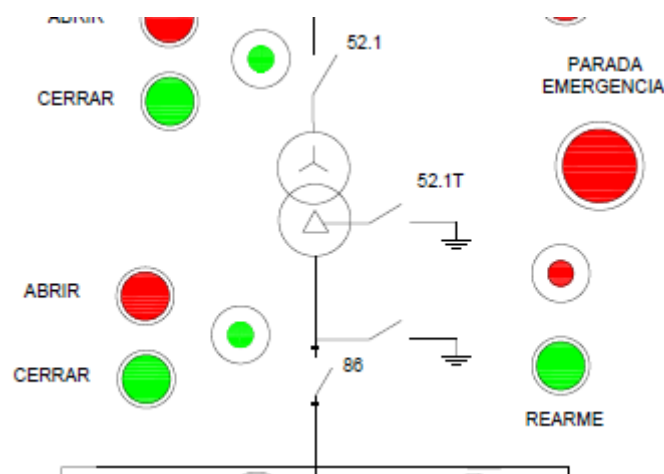


Imagen 49 Pulsador EMERGENCIA y REARME

D. RELÉS DE PROTECCIÓN

Los relés de protección son sistemas que dotan de seguridad a la subestación. En caso de fallo del sistema como por ejemplo sobre intensidades o fallos a tierra, estas protecciones se activan cortando el suministro en el lugar donde se ha encontrado el defecto dentro de la STP.

Los relés de protección que se van a establecer en esta ocasión son de la serie VAMP, pertenecientes a Schneider.

a. Descripción de protecciones implementadas

El reenganche del enclavamiento 52.1 podrá realizarse de forma manual o automática con el relé de la empresa Schneider VAMP V 50 dotado con las siguientes características:



Imagen 50 VAMP V 50

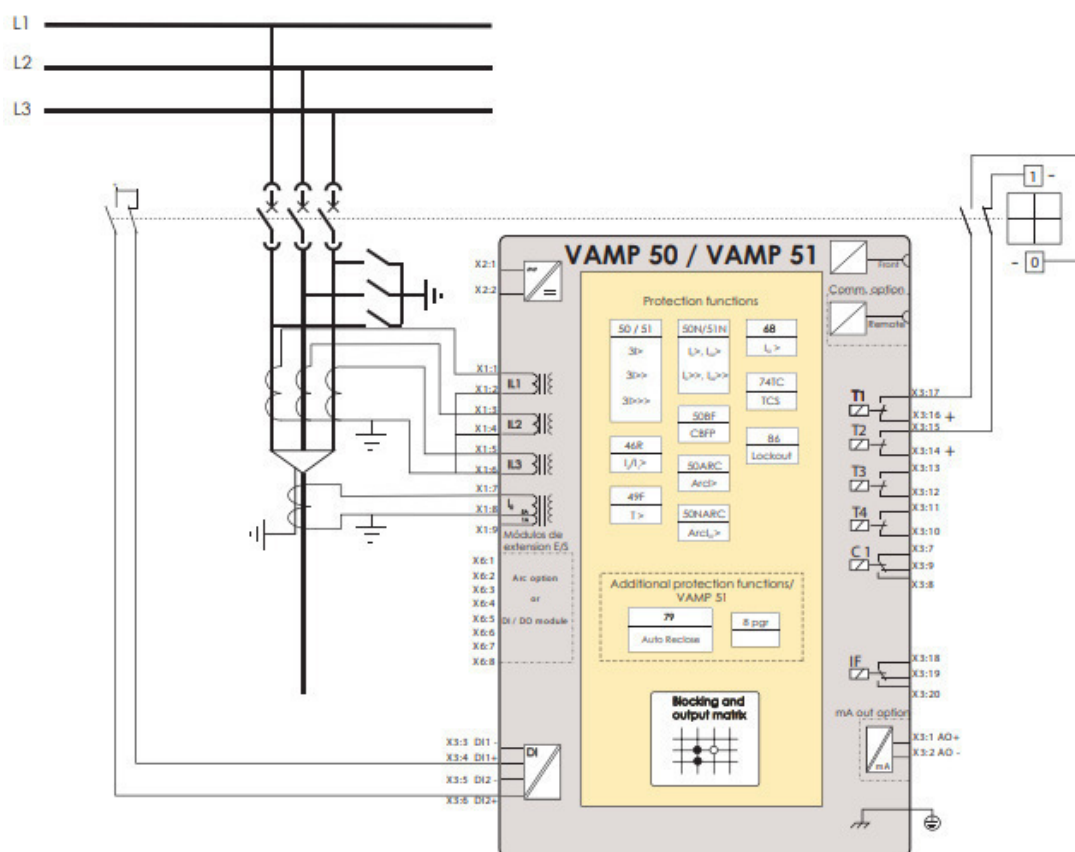


Imagen 51 Diagrama de conexión VAMP V 50

Para el enclavamiento de la celda 02 se contará con la instalación del relé de protección VAMP V 255 – 3C7ADE cuyas características son las descritas a continuación:



Imagen 52 VAMP 255

Las conexiones para este relé de protección se pueden apreciar en la siguiente imagen:

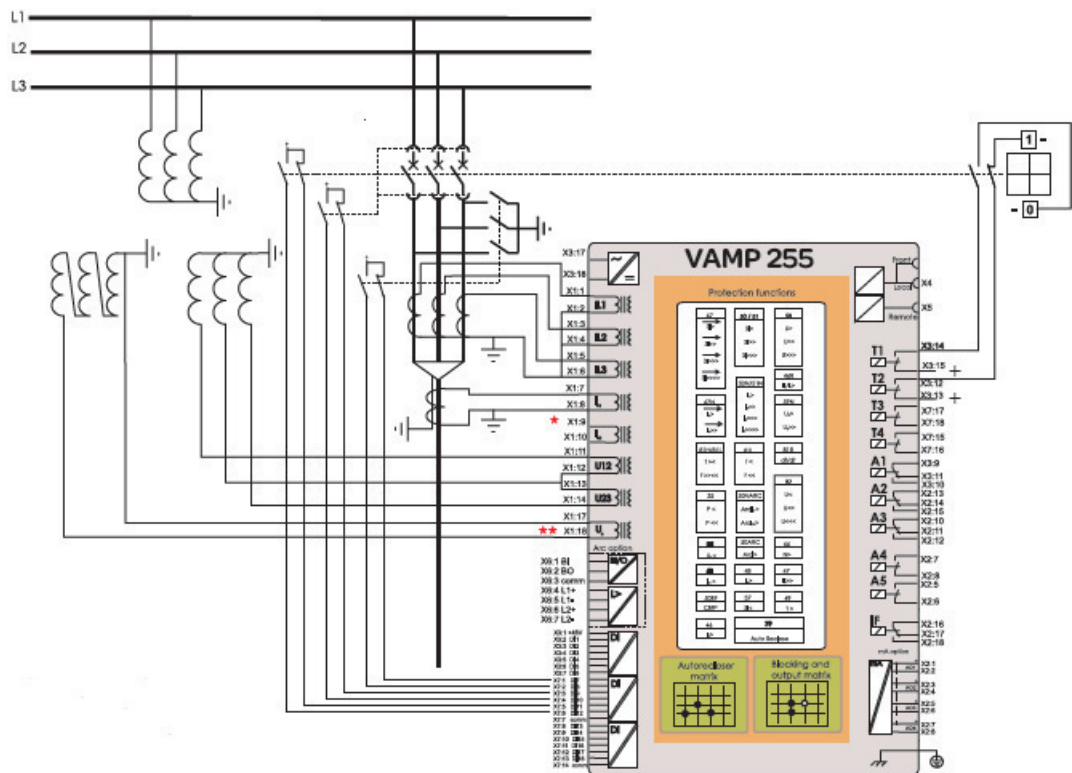


Imagen 53 Diagrama de conexiones VAMP 255

Para el enclavamiento del departamento 1 y 2 se contará con la instalación del relé de protección VAMP V 230 cuyas características son las descritas a continuación:



Imagen 54 VAMP V 230

Las conexiones para este relé de protección se pueden apreciar en la siguiente imagen:

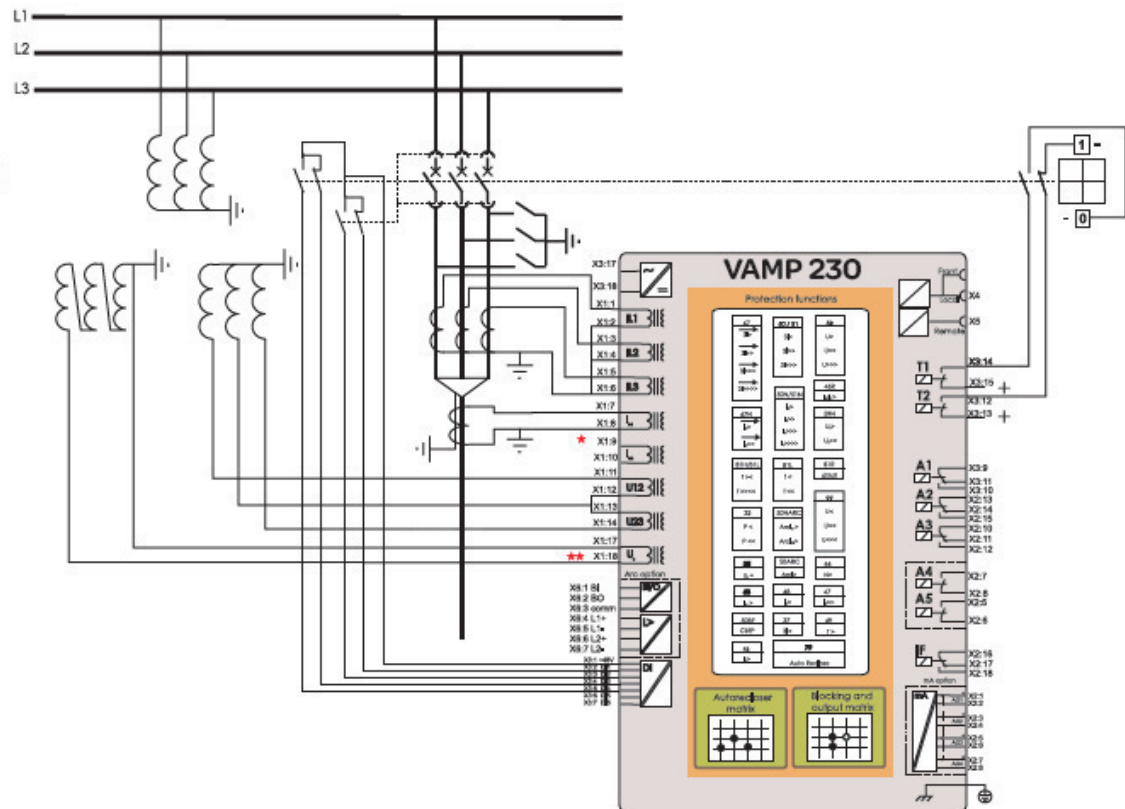


Imagen 55 Conexión VAMP 230

b. Estudio de la configuración de los relés recomendada

La configuración recomendada es la recogida en el plano de protección, ubicada en el ANEJO DE PLANOS.

E. CONCLUSIÓN Y FIRMA

Se concluye así este apartado donde están recogidas las medidas de protección mínimas y necesarias para la instalación.

Marzo 2018

Fdo.: Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

V. ANEJO DE CONTROL DE INCENDIOS

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente documento es definir los criterios funcionales de las instalaciones de Protección Contra Incendios, tanto de protección pasiva como de protección activa, en la STP.

Para el exterior se colocarán dos extintores con las siguientes características:

- Dos unidades de extintores portátiles de 5 kg de nieve carbónica eficacia 89B.
- Dos unidades de extintores portátiles de 20 kg de nieve carbónica CO₂ eficacia 89B.

En este apartado se recogen las protecciones activas a instalar en el edificio de control tales como el sistema de detección y la extracción controlada de humos de incendio.

B. NORMATIVA APLICADA

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) “Seguridad en caso de incendio” (SI).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones y centros de transformación (RCE) y las instrucciones técnicas suplementarias.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT), aprobado por RD 842/2002, e instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 2267/2004)
- Normativa UNE correspondiente.
- Instrucción ITC – BT 29 e ITC – BT 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

C. SISTEMA DE DETECCIÓN

Pertenece a la protección activa. Es el encargado de alertar en caso de que se haya producido un incendio. Los instrumentos utilizados cumplen

la norma UNE 23007-14 de “*Sistemas de detección y alarma de incendios. Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso e instalación de los sistemas de detección de incendio*”.

a. Componentes del sistema de detección

La instalación de detección para el interior deberá estar formada por los siguientes equipos:

- Una central compacta microprocesada de 4 zonas con controles de activación de sirena, paro de zumbador, rearme, anulación de zona, pruebas y batería.

Este dispositivo se localizará en el edificio de control en la sala destinada a las celdas junto a la entrada lateral a una altura accesible para el personal.

- Una sirena exterior de alarma óptico-acústica, de policarbonato, autoprotegida y homologada según normas europeas, colocada en la fachada exterior del edificio.
- Una sirena de interior en cada sala del edificio de control
- Detectores ópticos de humo, con leds de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo.

Se ubicará un detector de este tipo por sala en el edificio de control. Necesariamente en el techo.

- Detectores termo-velocimétricos con doble circuito de detección, disparo a 90°C.

Al igual que los detectores ópticos, se dispondrán uno por sala del edificio de control.

1. Detectores: tipos y ubicación

NOMBRE:	DETECTORES ÓPTICOS DE HUMO
DESCRIPCIÓN:	Detectores ópticos de humo, con leds de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo.

- Cantidad 2 unidades
- Tensión de utilización U_n 24 V
- Tensión máxima 33 V
- Intensidad en reposo..... 65 μ A
- Intensidad en alarma 65 mA
- Tiempo de reset 2 segundos
- Led remoto 1 k Ω
- Umbral de respuesta normal 0.12 dB/m – 4.8% m
- Tamaño altura x diámetro 43 x 109 mm
- Peso 0.93 Kg
- Temperatura de uso -20°C a 70°C
- Temperatura stockage -25 a 48 °C
- Humedad relativa máxima 95% sin condensación

El equipo propuesto es el 601P de DURAN electrónica.

El detector 601P detecta las partículas visibles producidas durante un incendio y utiliza sus propiedades de dispersión de la luz.

El sistema óptico consiste en un transmisor y un receptor infrarrojo, posicionados ópticamente en condiciones de intersección en el área de muestreo.



Imagen 56 Detector óptico

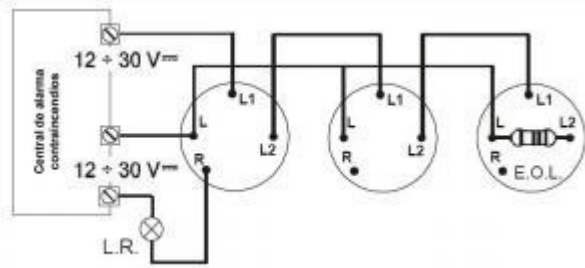


Imagen 58 Cableado

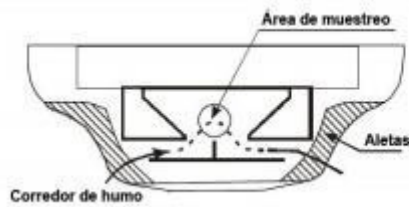


Imagen 57 Funcionamiento

Tabla 26 Características detector óptico

NOMBRE:	DETECTORES TERMO-VELOCIMÉTRICOS
DESCRIPCIÓN:	Detectores termo-velocimétricos con doble circuito de detección, disparo a 90°C.

- Normas de fabricación y conformidad..... UNE 23007, DIN 14675
- Cantidad 2 unidades
- Tensión de utilización U_n 30 V
- Intensidad en reposo..... 50 μ A
- Intensidad en alarma 22 mA
- Corriente de salida remota 250 mA
- Umbral de respuesta normal 0.12 dB/m – 4.8% m
- Tamaño altura x diámetro 105 x 45 mm
- Peso 0.93 Kg
- Temperatura de uso -20°C a 90°C
- Humedad relativa máxima 92%

El detector propuesto es el modelo AE085/TV de Aguilera electrónica.

El detector está formado por un sensor de temperatura, un comparador y la electrónica asociada que permiten discriminar estados de reposo alarma y avería, de acuerdo con los parámetros fijados.

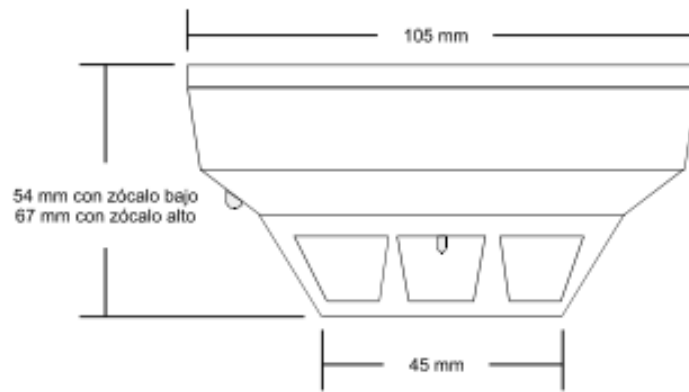


Imagen 59 Dimensiones

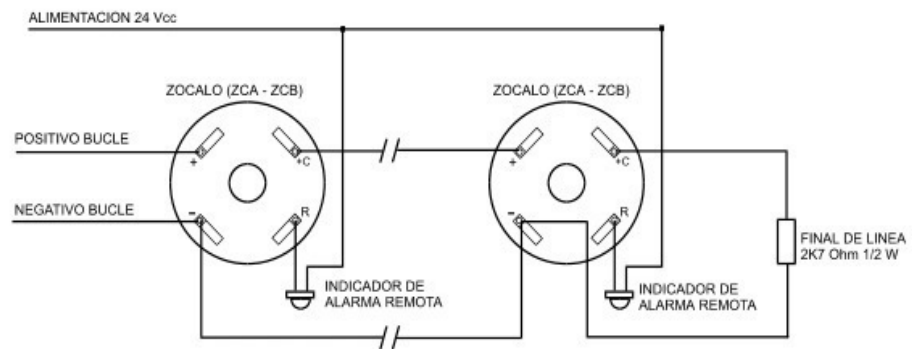


Imagen 60 Cableado

Tabla 27 Características detecto termo-velocimétrico

NOMBRE:	SIRENA INTERIOR
DESCRIPCIÓN:	Una sirena de interior para edificio de control

- Normas de fabricación y conformidad..... EN50131-4:2009
- Cantidad 2 unidades
- Tensión de utilización U_n 9-18 V
- Consumo 250 mA 12 Vcc
- Dimensiones 110 x 95 x 46 mm
- Temperatura de uso -20°C a 90°C
- Humedad relativa máxima 5 % - 95%


Sirena

- Umbral de respuesta normal 94.4 dB/m
- Potencia pico..... 20 W

Frecuencia

- Bitonal 1.4 – 1.9 kHz
- Monotono 1.9 kHz

El producto propuesto es el siguiente:



SP20ST

Sirena de interior

Imagen 61 Sirena de interior




Tabla 28 Características sirena de interior

NOMBRE:	SIRENA EXTERIOR
DESCRIPCIÓN:	Sirena exterior de alarma óptico-acústica, de policarbonato, autoprotégida.

- Normas de fabricación y conformidad..... EN54-3
- Cantidad 1 unidad
- Tensión de utilización U_n 15 a 30Vcc
- Consumo 25mA a 24V
- Potencia acústica 95dB a 1m
- Tipo de luz 3 leds 5 m/m + reflector
- Tipo de transductor Piezoeléctrico
- Frecuencias emitidas 1500 a 4000Hz
- Grado de protección IP54
- Dimensiones 200 x 280 x 63.5 mm
- Temperatura de uso -10 a 50 °C

La propuesta es la siguiente:

HSR-INT24



Imagen 62 Sirena exterior HONEYWELL

Tabla 29 Sirena de exterior

2. Centralita: características principales

NOMBRE:	CENTRAL COMPACTA MICROPROCESADA
DESCRIPCIÓN:	Central compacta microprocesada de 4 zonas con controles de activación de sirena, paro de zumbador, rearme, anulación de zona, pruebas y batería.

– Normas de fabricación y conformidad.....	UNE EN54/2 y EN54/4
– Cantidad	1 unidad
– Tensión de utilización U_n	230 V
– Baterías	2x12V/7Ah
– Fuente de alimentación	28,5V/ 2,4 ^a
– Salida Auxiliar 24V	24V fija y 24V
.....	rearmable (máx. 1 ^a
.....	entre ambas)
– Regletas de conexión	1,5mm ² extraíbles
– Relé general de alarma	NA o NC, 1 ^a máx.
– Relé general avería	NA o NC, 1 A máx.
– Salida sirenas	2 (Supervisada 4K7 Ω ,
.....	500 mA máx.c/u)
– Resistencia final de línea.....	estándar 4K7 Ω
– Temp. Funcionamiento	-5°C a 45°C
– Humedad funcionamiento	5% a 95% HR
.....	sin condensación
– Cabina	IP30. Acero lacado
– Cubierta	acero lacado
– Peso	5Kg (sin baterías)
– Dimensiones en mm:	
· 385 ancho	
· 355 alto	
· 95 fondo	

El equipo propuesto es el modelo VSN4-PLUS de la empresa Honeywell.

Central microprocesada de detección de incendios de 4 zonas. Distingue entre alarma de detector o pulsador por zona. Hasta 32 detectores ECO1000 por zona. Incorpora fuente de alimentación de 2 salidas de sirenas supervisadas, relé general de alarma, relé general de avería, indicadores generales (fuego, avería, servicio, fallo CPU, desconexión general, en prueba, avería de circuito de sirenas), entrada digital para rearme remoto, retardos configurables, salida auxiliar 24V fija, salida 24 Vcc rearmable e indicadores de zona (alarma, avería, desconexión, prueba). Opcionalmente, permite conectar los siguientes módulos: hasta 3 tarjetas de 4 relés programables VSN-4REL, una tarjeta RS232 VSN-232, una tarjeta Ethernet IP TG-IP-1 y una tarjeta con comunicador telefónico VSN-CRA.



Imagen 63 Central micro procesada VSN4 - PLUS

Tabla 30 Características central micro procesada

b. Características generales de la instalación: canalizaciones y conductores

Algunas de las características necesarias para la reducción de riesgos de incendio son:

- Las canalizaciones no deberán disponerse sobre materiales combustibles no autoextinguibles.
- Los cables auxiliares de medida y mando, se mantendrán separados de los cables con tensión de servicio superiores a 1 kV. En el caso de que inevitablemente la instalación de este cableado se requiera la instalación cerca de los cables de tensión, deberán estar protegidos mediante tabiques de separación.
- Las canalizaciones deberán ser amplias y estarán provistas de tubos de drenaje.

1. Cableado de alimentación

La instalación del cableado de alimentación para el sistema de detención se repartirá en dos circuitos:

- Dos para la detección de humos.
- Dos para la temperatura

Las prescripciones del cableado de alimentación están recogidas en el PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES, en el apartado de instalaciones de media tensión.

2. Cableado de control y detección

Tabla 31 Características cables de control y detección

Norma:	UNE 21027 parte 4
Material:	Cobre clase 5
Tensión asignada:	450/750 V
Sección:	1.5 mm ²

D. EXTRACCIÓN CONTROLADA DE HUMOS DE INCENDIO

La ventilación en el edificio de control se realizará de manera natural por estar dotado el edificio de rejillas en las ventanas y en las puertas.

E. CONCLUSIÓN

Se da por finalizado en Anejo de CONTROL DE INCENDIOS donde se reflejan los materiales y el tipo de instalación a utilizar para la STP.

Marzo 2018

Fdo: Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

VI. ANEJO
ALUMBRADO
INTERIOR Y
EXTERIOR

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Seguidamente se recogerá el estudio para la realización del alumbrado interior y exterior de la instalación.

Las actividades que se realicen en la STP sucederán durante el horario diurno, por ello, la instalación de alumbrado exterior es innecesaria y únicamente se llevará a cabo la instalación de alumbrado en las sales del interior del Edificio de control.

B. NORMATIVA APLICADA

La normativa que se respeta en este anejo de alumbrado es la siguiente:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas.
- UNE – EN 60598

C. DISEÑO LUMINOTÉCNICO

a. Introducción y objeto

El transformador de servicios auxiliares es el encargado de suministrar corriente alterna para el funcionamiento de la luminaria.

Se optará por lámparas tipo LED dado a su alta eficiencia lumínica.

1. Niveles de iluminación requeridos

En la sala del edificio de control donde se encuentra el transformador de SS.AA. se establecerán las luminarias suficientes hasta llegar a un nivel de iluminación mínimo de 150 luxes.

En cambio, en la sala de control, el nivel mínimo de iluminación obligatoriamente será de 300 luxes.

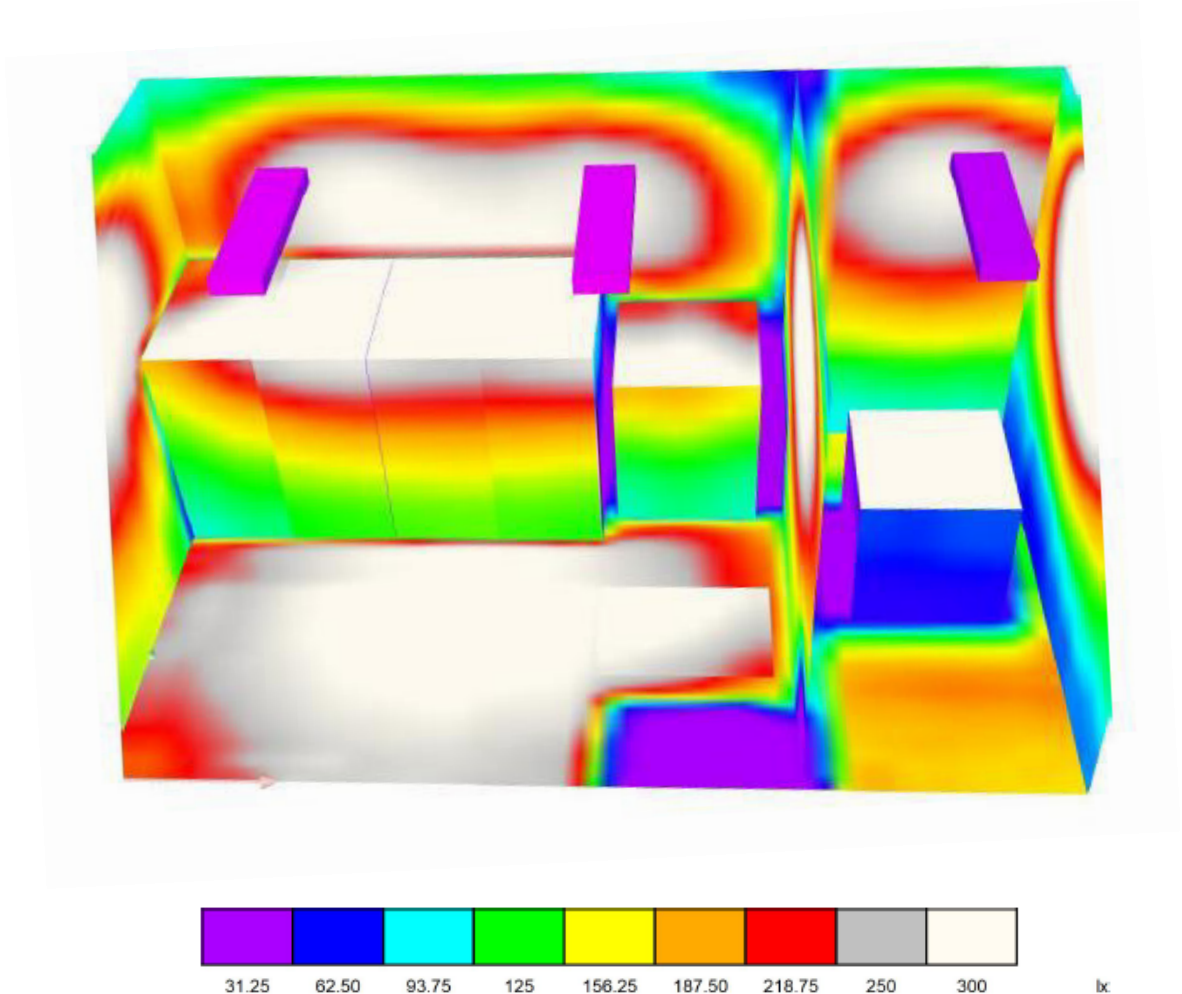
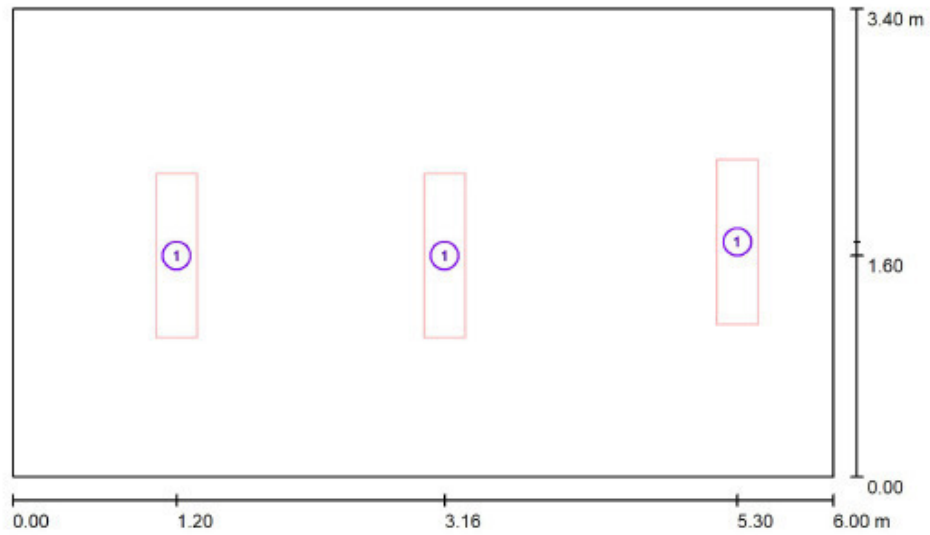


Imagen 64 Nivel de iluminación (lx) representado en colores falsos

Como se puede observar en la imagen, el nivel de iluminación requerido necesario en cada una de las salas se ha conseguido.

2. Distribución del alumbrado según niveles requeridos

La disposición del alumbrado es la prevista en la siguiente imagen:

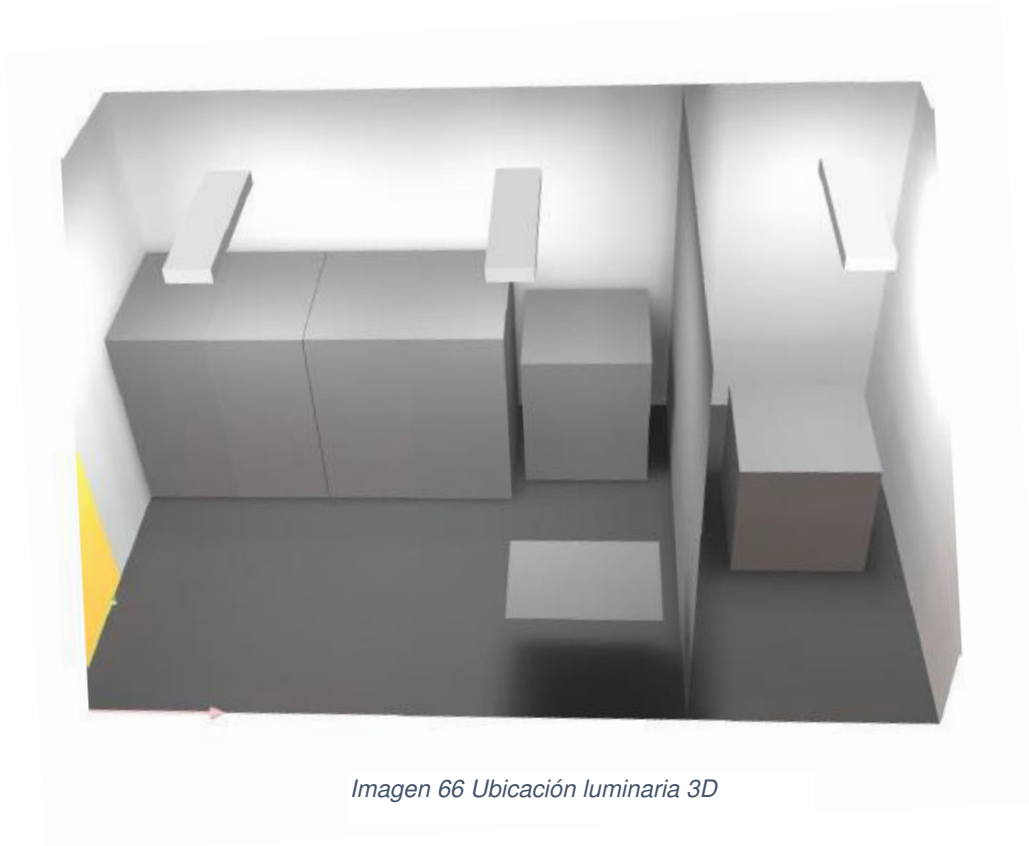
Edificio de control / Luminarias (ubicación)

Escala 1 : 43

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	3	Linea_Light_Group 96571W00 Edith Surface

Imagen 65 Ubicación luminaria



3. Luminarias del alumbrado de seguridad

En las zonas de tránsito y salida del Edificio de Control se dispondrá alumbrado de emergencia que estará conectado a baterías de CC.

Estas luces se situarán sobre las diferentes salidas del edificio, para en caso de apagón, se encuentre con mayor facilidad las salidas.

- b. Lámparas y equipos auxiliares. Luminarias

Se han utilizado tres luminarias: dos en la sala de control y la tercera en la sala del transformador de servicios auxiliares, cuyas características son:

Proyecto 1 / Lista de luminarias

3 Pieza Linea_Light_Group 96571W00 Edith Surface
 N° de artículo: 96571W00
 Flujo luminoso (Luminaria): 5580 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 5580 lm
 Potencia de las luminarias: 70.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 45 76 94 100 100
 Lámpara: 1 x topLED_70W_3000K (Factor de corrección 1.000).

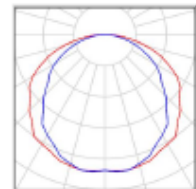
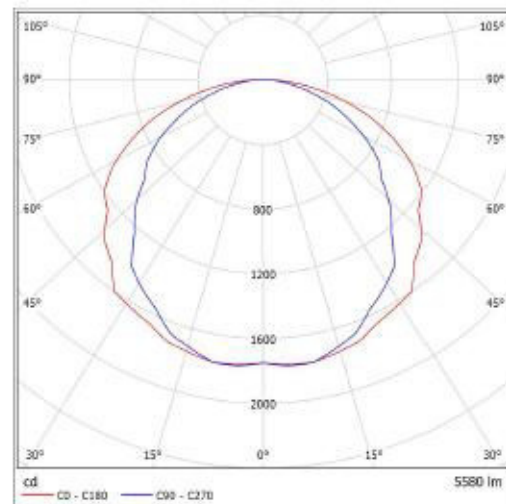


Imagen 67 Características luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 45 76 94 100 100

Edith Surface | Ceiling luminaires | topLED 1400 W 1800mA | CRI 92



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
μ_Techo		50	30	30	30	30	50	30	50	30	30
μ_Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
μ_Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	19.5	20.9	19.0	21.1	21.3	17.8	19.2	18.1	19.4	19.6
	3H	21.5	22.9	21.0	23.0	23.3	19.3	20.6	19.6	20.9	21.1
	4H	22.4	23.6	22.7	23.8	24.1	19.9	21.1	20.3	21.4	21.7
	6H	23.0	24.1	23.4	24.4	24.9	20.4	21.5	20.7	21.8	22.1
	8H	23.3	24.4	23.7	24.7	25.0	20.5	21.6	20.9	21.9	22.2
4H	2.5H	23.5	24.5	23.9	24.8	25.2	20.6	21.6	21.0	22.0	22.3
	3H	20.1	21.2	20.4	21.5	21.8	18.8	19.9	19.1	20.2	20.5
	4H	22.3	23.3	22.7	23.6	24.0	19.5	21.5	20.8	21.8	22.1
	6H	23.3	24.3	23.7	24.6	24.9	21.2	22.3	21.6	22.4	22.8
	8H	24.1	24.9	24.6	25.3	25.7	21.7	22.5	22.1	22.9	23.3
8H	3H	24.5	25.2	24.9	25.6	26.0	21.9	22.6	22.4	23.0	23.5
	4H	24.8	25.4	25.2	25.8	26.3	22.1	22.7	22.5	23.2	23.6
	6H	23.5	24.3	24.0	24.7	25.1	21.7	22.4	22.1	22.9	23.2
	8H	24.5	25.1	25.0	25.6	26.0	22.4	23.0	22.8	23.4	23.9
	12H	25.0	25.5	25.5	26.0	26.5	22.7	23.2	23.1	23.8	24.1
12H	4H	23.5	24.2	24.0	24.6	25.1	21.8	22.4	22.2	22.9	23.3
	6H	24.6	25.1	25.1	25.6	26.1	22.5	23.1	23.0	23.5	24.0
	8H	25.1	25.5	25.6	26.0	26.5	22.9	23.3	23.4	23.8	24.3
Variación de la posición del espectador para separación 5 entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.3					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.3 / +0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.7				
Tabla estándar		8007					8006				
Suavizado de corrección		0.0					5.3				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5000lm Flujo luminoso total											

Imagen 68 Características luminaria

c. Sistemas de encendido y apagado

Se establecerá un sistema de encendido manual en las dos salas del edificio de control, los cuales estarán situados en el lado derecho de las puertas, en el interior del edificio, a una altura accesible para cualquier persona.

D. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para la elaboración de los cálculos se ha empleado el programa DIALux en su versión 4.13.

Estos cálculos se han realizado de acuerdo a las dimensiones del edificio de control donde se realiza la instalación de las luminarias.

Edificio de control / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16740 lm
 Potencia total: 210.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	257	82	338	/	/
Suelo	104	46	150	20	9.54
Techo	0.00	90	90	70	20
Pared 1	127	61	188	50	30
Pared 2	140	71	211	50	34
Pared 3	80	48	128	50	20
Pared 4	103	58	162	50	26

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.063 (1:16)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.044 (1:23)

Valor de eficiencia energética: $10.29 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.40 m^2)

Imagen 69 Resultados luminotécnicos

E. CONCLUSIÓN Y FIRMA

Se concluye este anejo que recoge las características e indicaciones que el proyectista encargado de la obra tiene la obligación de seguir.

Marzo 2018

Fdo: Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

VII. ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

A. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ANEJO

El propósito de este estudio es el de minimizar al máximo los impactos de los residuos que puedan emerger durante la construcción de la STP. Para ello se establecerán unos criterios mínimos de obligado cumplimiento con el objetivo de reducir la producción de residuos y proceder a la gestión más adecuada de los mismos.

B. NORMATIVA APLICADA

Todas las recomendaciones que se detallarán a continuación para la realización de este estudio obedecen al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la *Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*.

C. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS Y CANTIDADES

Las actividades que se llevarán a cabo y que por tanto darán lugar a la generación de residuos serán las siguientes:

- Realización de acopios
- Movimiento de tierras (excavaciones para la cimentación)
- Obra civil
- Montaje electromecánico

Las estimaciones de los residuos a generar en estas tareas son:

Tipo de residuo	Código LER
Excedentes de excavación	170101
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos	170203
Restos metálicos	170405/170107/170401/170402
RSU	200301/150102/150104/150105/15016
Residuos vegetales	200201

Tierras contaminadas	170503
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110/150111

Tabla 32 Residuos generados

D. MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Criterios generales para la prevención de residuos generados en la obra:

- Separación de los productos sobrantes de los que no para que en ningún caso puedan enviarse a vertederos facilitando contenedores de reciclaje.
- Se procurará la mínima producción de residuos de naturaleza pétreo.
- La materia sobrante al finalizar la obra será devuelta a su proveedor.
- Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad posible de embalaje.
- La excavación será la imprescindible para las dimensiones que se especifican en el proyecto y en sus planos de cimentación.
- Controlar las operaciones de llenado de equipos para evitar el derramamiento de combustibles o aceites.

En el caso de que se incorporen o se adopten medidas alternativas que mejores la prevención de obras expuesta en este documento, tendrán que ser comunicadas y aprobadas por el Director de Obra y notificadas al Director de la Ejecución de Obra.

Ninguna de estas medidas podrá interferir en ningún caso en la calidad de la obra y tampoco entorpecerán su ejecución.

E. REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE OBRA

Se reutilizarán todos los materiales posibles utilizados en las actividades de la obra. Si al finalizar la obra quedan sobrantes, serán devueltos a sus proveedores correspondientes.

Las acciones, valoración y eliminación de residuos las llevará a cabo una empresa especializada en este tipo de tareas, autorizada por la comunidad de Castilla y León.

Las valoraciones y eliminación de los restos de la obra se realizarán conforme lo acordado en el Plan Autonómico.

Se enviarán a los vertederos los residuos que no tengan previsión de reutilización, cumpliendo los criterios de admisión del vertedero donde se depositen.

F. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Se separarán los residuos en función de su cantidad y peligrosidad para que posteriormente aquellos residuos no peligrosos puedan ser depositados en los contenedores de reciclaje correspondientes o se devolverán a su proveedor.

Se intentará que la segregación de los residuos sea máxima con el fin de facilitar la reutilización de los materiales y para un tratamiento adecuado para ellos.

G. CONCLUSIÓN Y FIRMA

Todos los criterios recogidos en este anexo son de obligado cumplimiento y así se da por finalizada la GESTIÓN DE RESIDUOS necesaria durante la construcción de la STP.

Marzo 2018

Fdo.: Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

VIII. PLIEGO DE CONDICIONES

El siguiente documento constituye un contrato que recoge las condiciones técnicas, responsabilidades y derechos entre el promotor y el contratista encargado de la ejecución de la obra, acudiendo, en caso de duda, a la dirección facultativa quién considerará las interpretaciones o soluciones pertinentes para una correcta ejecución de la construcción.

Las prescripciones descritas en este pliego serán las mínimas aceptables, pudiendo ser incorporadas con otras si es necesario, pero siempre y cuando se adapten a la normativa vigente.

A. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

Se aplicará este pliego de condiciones generales tanto a las obras como a todo tipo de materiales necesarios para la posterior ejecución de una subestación transformadora privada de 15 MVA.

a. Normativa a aplicar

No solo las obras de este proyecto se adaptarán a lo descrito en el siguiente pliego, sino que también se regirán por la siguiente normativa:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación promulgado por el Real Decreto 337/2014.
- RD 848/2002 Reglamento electrotécnico para BT
- La normativa sobre Riesgos laborales.
- Normativa UNE que influya en la ejecución, los materiales y las unidades de obra de la STP.
- La Ley de Contratos del Sector Público y su normativa de desarrollo.

b. Replanteo de la obra

El contratista será el encargado de reunir la documentación y materiales necesarios para la realización de la obra con la suficiente antelación, de al menos tres días antes del inicio, como para no prorrogar el comienzo de las obras.

Una vez que están recogidos todos los documentos y licencias pertinentes, la dirección facultativa tendrá la obligación de aprobar el replanteo facilitado por el contratista verificando de esta manera la viabilidad de la obra.

c. Características y obligaciones del contratista

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato sobre el plazo acordado siempre siguiendo las especificaciones de la dirección facultativa y la legislación vigente en el momento del inicio de obra.

Saber que en caso de que aparición de faltas o defectos en la construcción debidos una mala ejecución o materiales defectuosos, la responsabilidad recaerá sobre el contratista.

Además de esto, son obligaciones del contratista:

- Previamente al comienzo de las obras, el constructor comprobará si la documentación recogida es la suficiente para la comprensión de la obra contratada y en caso de que no lo sea solicitará las aclaraciones pertinentes.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones
- Reunirá los materiales, documentación y recursos humanos necesarios para la obra y que correrán de su cuenta.
- Presentará el plan de Seguridad y Salud en aplicación al estudio correspondiente que cuente con la aprobación del Ingeniero Responsable de la dirección facultativa y que incluirá medidas preventivas en materia de Seguridad y Salud.
- Asignará un coordinador cualificado encargado de la supervisión de las medidas recogidas en el estudio de Seguridad y Salud.
- Tiene la obligación también de habilitar en la obra una oficina con el material necesario y el Proyecto de ejecución completo, incluidos los complementarios que en su caso redacte el Ingeniero y demás documentos técnicos.

- Ampliación en el caso de que fuera necesario de mejoras o reformas que no supongan un aumento del 10 % del presupuesto de la obra.

d. Control de la obra y Libro de órdenes

El contenido es recogido y estará bajo la supervisión de la Dirección de la Obra con estricta sujeción al proyecto y sus posteriores modificaciones.

Las posibles incidencias que se detecten en la construcción deberán ser anotadas en el Libro de órdenes. Este libro se llevará desde el comienzo de la obra y la Dirección Facultativa registrará las visitas del mismo realizadas durante la ejecución de la obra o el coordinador en materia de seguridad y salud.

e. Aceptaciones parciales y certificaciones periódicas

El contratista recibirá certificaciones periódicas por parte de la Dirección de obra que contienen una descripción de las tareas o unidades de obra realizadas junto el presupuesto invertido y las mediciones de estas. El tiempo de envío de cada certificación varía en función de los periodos acordados en el contrato con el Promotor, pero siempre con tiempo suficiente para su verificación con un mínimo de cinco días antes de la Recepción de la instalación.

f. Recepción de la instalación

Quince días después de finalizar las obras, el Contratista da paso a la recepción provisional siendo necesaria la revisión y aprobación de los trabajos realizados por parte del Director de Obra y del Contratista.

En el caso de que la obra no cumple el Pliego de Condiciones Técnicas y/o el Proyecto, se recogerá en un Acta firmado por el Director de Obra y el Contratista y se buscarán las soluciones necesarias para corregir los errores en un plazo estimado. Una vez que este plazo haya espirado, el Director de Obra y el Contratista tienen la obligación de revisar los trabajos de nuevo.

Todos estos gastos añadidos correrán a cargo del Contratista, que podrá ser relevado de su puesto por falta de confianza.

Finalmente, tras este intervalo de tiempo, que estará señalado en el contrato de garantía, se da paso a la recepción definitiva en la cual se autoriza la puesta en marcha de la instalación.

g. Plazo de garantía

La fecha del plazo de garantía comenzará una vez puesta en marcha la instalación y habiendo una revisión de las obras que garantice su correcto funcionamiento.

El tiempo que dure la garantía deberá estipularse en acuerdo firmado entre la Propiedad y el Contratista, pero en ningún caso será inferior a un año si la Propiedad es una Administración Pública o nueve meses para el resto de Propiedades.

Si se diese el caso de incidencia antes del tiempo concretado, el Contratista se hará cargo de las reparaciones pertinentes debidas a defectos de instalación o calidad de los materiales.

No entra dentro de la garantía las incidencias sufridas por el mal uso de la instalación.

Una vez que finalice el periodo concretado para la fianza finaliza la recepción definitiva y todas las reparaciones los cargos los deberá cubrir la Propiedad.

B. CONCLUSIÓN Y FIRMA

De esta manera se da por finalizado este PLIEGO DE CONDICIONES que serán las mínimas necesarias para la correcta instalación de la STP.

Marzo 2018

Fdo.: Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

IX. SEGURIDAD Y SALUD

Este documento contiene las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables para la realización de la STP constituyendo el Estudio de Seguridad y Salud siguiendo las directrices de:

- La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.
- R.D. 4627/1997 destinado a la seguridad y salud en las obras.

A. A. CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LAS OBRAS

a. Descripción de los trabajos

La descripción de los trabajos ha sido desarrollada en la MEMORIA de este proyecto por lo que no será necesario repetir la operación.

b. Coste, plazo de ejecución y mano de obra necesaria

Tanto el coste como el plazo de ejecución están reunidos, al igual que la descripción de los trabajos, en la MEMORIA del proyecto.

En cuanto a la mano de obra estimada será de 960 jornadas/persona, contratando a 8 trabajadores.

c. Documento de seguridad y salud requerido en fase de proyecto

El Coordinador de Seguridad y Salud asignado por el Contratista, será el encargado de elaborar el Estudio de Seguridad y Salud y supervisará las actividades se ejecuten correctamente.

El documento realizado recogerá la coordinación de las acciones o funciones de control, las medidas de supervisión y control de acceso a personas ajenas a la instalación y las previsiones e informes útiles para la ejecución del proyecto.

B. PELIGROS DETECTADOS Y RIESGOS ASUMIDOS

a. Peligros generales

Algunos de los riesgos estudiados más frecuentes que pueden afectar a los trabajadores son:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Daños derivados de la manipulación de materiales: incisiones cortantes, heridas punzantes, lumbalgias
- Golpes por herramientas manuales.
- Electrocuación.
- Quemaduras.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Atrapamiento por maquinaria.

b. Peligros específicos de cada fase de la obra

En este punto se plasmarán los riesgos en cada una de las fases para la construcción de la subestación:

ACOPIO DEL MATERIAL, ALMACENAMIENTO Y EXPEDICIÓN

El material necesario para el montaje se recibirá en un descampado dispuesto para la obra, donde se clasificarán y almacenarán para su posterior utilización. Una vez terminada la instalación, estos materiales serán almacenados o devueltos a su origen.

El transporte desde la localización del descampado a la obra se efectuará con un vehículo adecuado y nunca acompañado por el personal en su viaje.

Además de los riesgos anteriores, en esta fase pueden aparecer daños provocados por el ruido o caída de objetos durante la actividad.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Los operarios tendrán que seguir las instrucciones del jefe de obra y el encargado para realizar la operación.

En el caso de variaciones en estratos, cursos de aguas no previstos y demás, los operarios detendrán la actividad e informarán al jefe de obra para que tome las medidas oportunas para continuar la actividad.

Durante el transcurso del movimiento de tierras, el radio de acción de la maquinaria se mantendrá libre con el fin de evitar atropellos o colisiones

Los riesgos más habituales en este caso son:

- Colisiones y atropellos
- Vuelcos
- Aplastamientos por corrimientos de tierras
- Golpes o aplastamientos con partes móviles de máquinas.

OBRA CIVIL

El edificio de control es una construcción prefabricada de hormigón, la cual necesita ser colocada y cimentada por lo que podríamos considerar los peligros generales para esta operación.

MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA STP

Riesgos más comunes:

- Riesgos provocados por la maquinaria y el transporte
- Riesgo eléctrico
- Ruidos
- Riesgos derivados de trabajos de soldadura

TENDIDO DE CABLES

Los riesgos más habituales son:

- Caída de personas
- Golpes

- Riesgo eléctrico

PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

Se efectuará una vez acabada la obra siguiendo los protocolos del proyectista recogidos en el documento proyecto.

Los riesgos más frecuentes, además de los generales, son:

- Riesgo de incendio
- Riesgo eléctrico

c. Riesgo de daños a terceros

Dada que no está prevista la visita de muchas personas ajenas a la instalación, los daños a terceros se considerarán mínimos.

Para evitar el acceso a terceros, la STP dispondrá de una valla que rodeará todo el perímetro. Tendrá una entrada y será de una altura de aproximadamente 2 metros.

C. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA AMINORAR RIESGOS

a. Medidas generales

El personal que participe en el desarrollo de las tareas será obligado a utilizar casco, mono, botas, guantes y cinturón de lumbago.

Se colocarán también carteles de "Peligro" y de "Prohibido el paso a personal ajeno a la obra" en el acceso a las zonas de trabajo.

La mejor medida para evitar daños humanos es que el operario que realice la tarea no se despiste de su objetivo principal, que es realizarla.

b. Medidas específicas para cada fase de la obra

A continuación, se procederá a la descripción detallada para rehuir los peligros expuestos anteriormente en cada una de las fases de obra.

ACOPIO DEL MATERIAL, ALMACENAMIENTO Y EXPEDICIÓN

Soluciones adoptadas son las medidas generales.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Las soluciones son:

- Protección de oídos
- Mascarilla anti polvo
- Impermeable
- Cinturón anti vibratorio

OBRA CIVIL

Las soluciones adoptadas son:

- Cinturón de seguridad
- Protecciones para trabajos de soldadura (pantalla, gafas, guantes, etc.)
- Mascarilla anti polvo
- Cinturón antilumbago
- Protección de oídos

MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA STP

Las soluciones adoptadas son:

- Los movimientos de los objetos se realizarán con las herramientas previstas por el fabricante y se engancharán en los puntos y de las formas previstas.
- Antes de izar un elemento, se comprobará de que este no esté enganchado a otro objeto y que por lo tanto no se enganchará a nada.
- Al elevar un elemento, los operarios tendrán que estar alejados de las cintas de elevación.
- Se utilizarán cuerdas guía para dirigir a las piezas de gran tamaño a su futura ubicación.
- En el caso de condiciones meteorológicas extremas (lluvia intensa, tormentas, granizo, heladas fuertes o viento elevado) se suspenderán los trabajos hasta que cesen.

- Los operarios que realicen trabajos de altura utilizarán una bolsa de herramientas especializada para evitar la caída de herramientas.
- Utilización de cinturón de seguridad con arnés y cuerda salvavidas para operaciones de ensamblaje.
- Cinturón antilumbago.
- Protector de oídos.
- Protección para trabajos de soldadura.

TENDIDO DE CABLES

Las soluciones adoptadas son:

- Instalación de interruptores diferenciales.
- Barandillas en plataformas de trabajo que tengan riesgo de caída superior a 2 metros.
- Cinturón de seguridad.
- Protecciones para trabajos de soldadura.
- Gafas contra proyecciones.

PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

- El personal encargado de realizar los ensayos para la puesta en marcha deberá ser experto en la materia.
- Las zonas donde se realicen los ensayos deberán estar señalizadas.
- La energización de los circuitos se realizará por separado.
- Instalación de extintores por si fuera necesario

c. Medidas frente al riesgo de daños a terceros

Como ya se ha dicho en el epígrafe de peligros a terceros, los daños en este tipo de instalación son mínimos.

Aun así, la instalación permanecerá cercada por una valla perimetral con un único acceso y se instalarán carteles de peligro, evitando así la entrada a curiosos en la construcción de la STP.

D. CONCLUSIÓN Y FIRMA

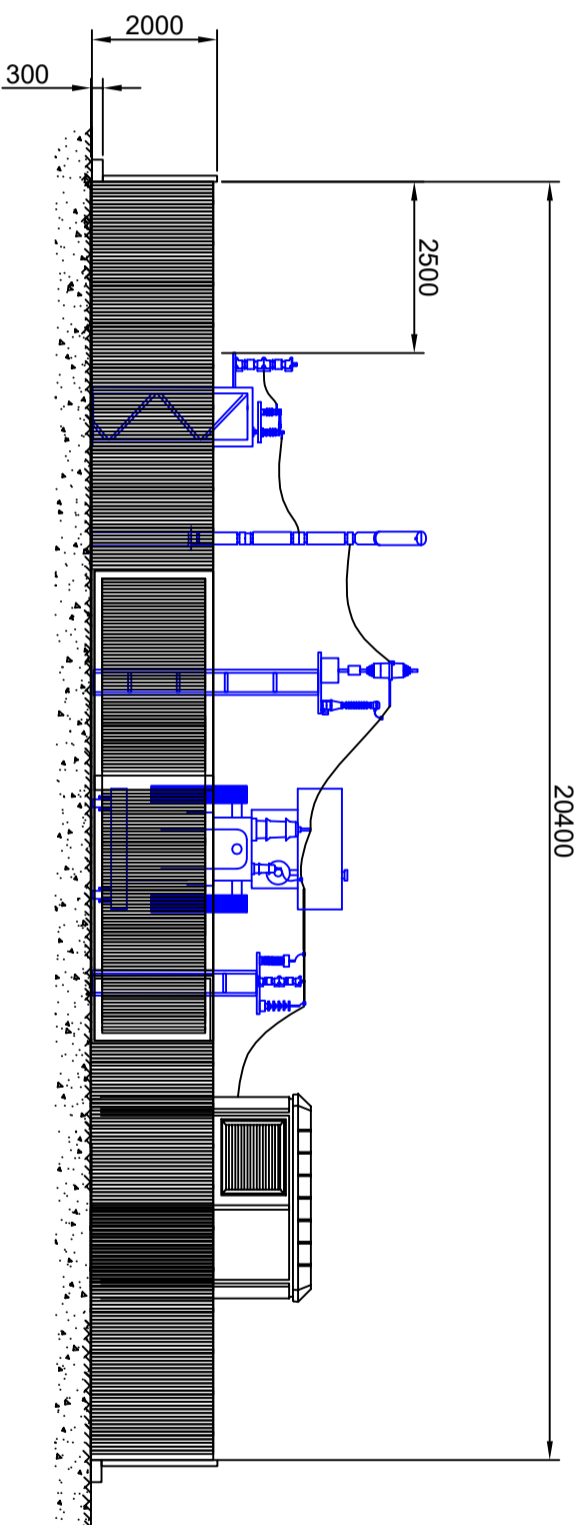
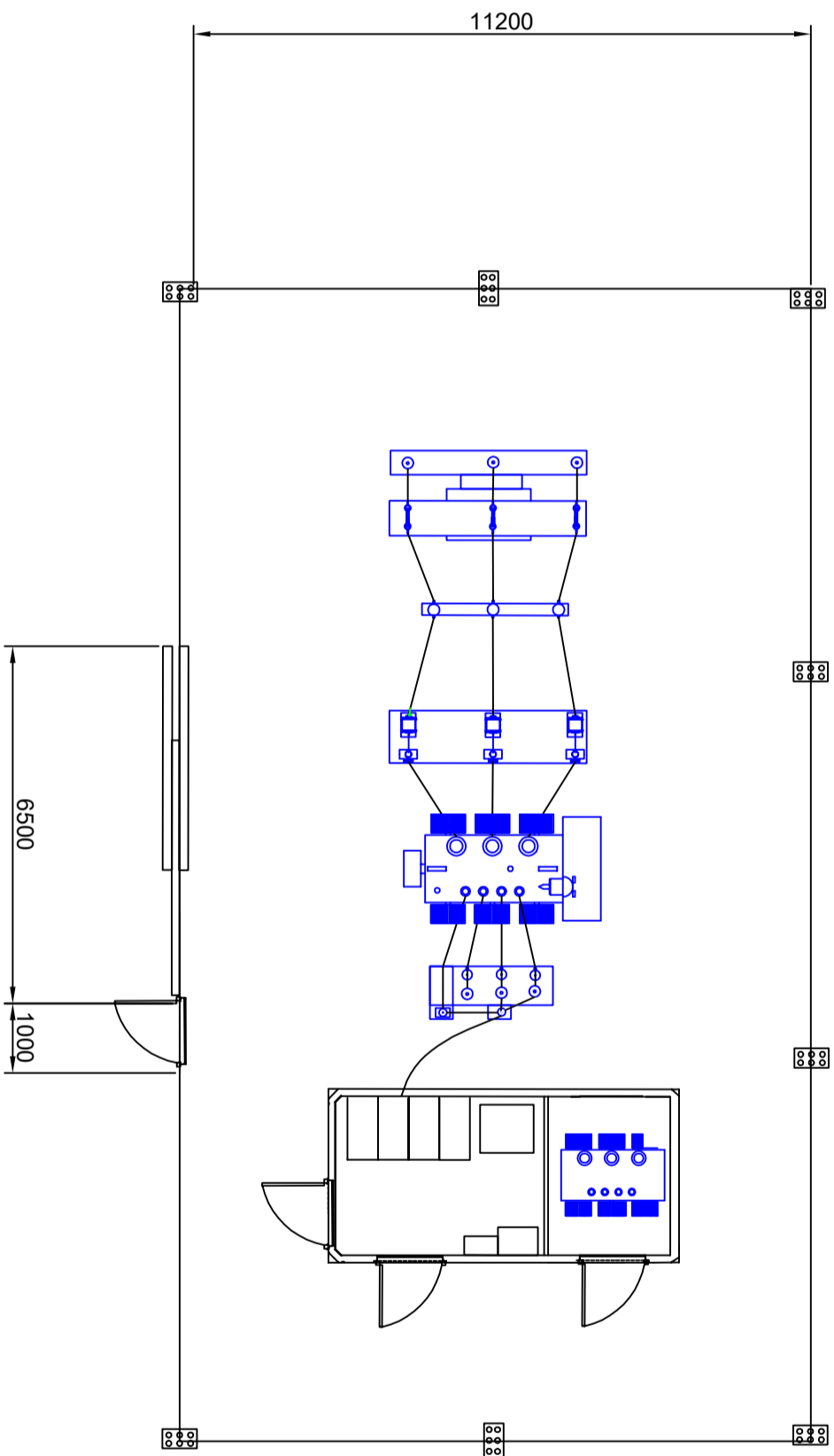
Queda por finalizado de esta manera el Estudio de Seguridad y Salud el cual se ha desarrollado de acuerdo con la normativa vigente actual "*Ley 31/1995 del 8 de noviembre, Prevención de riesgos laborales*".

Marzo 2018

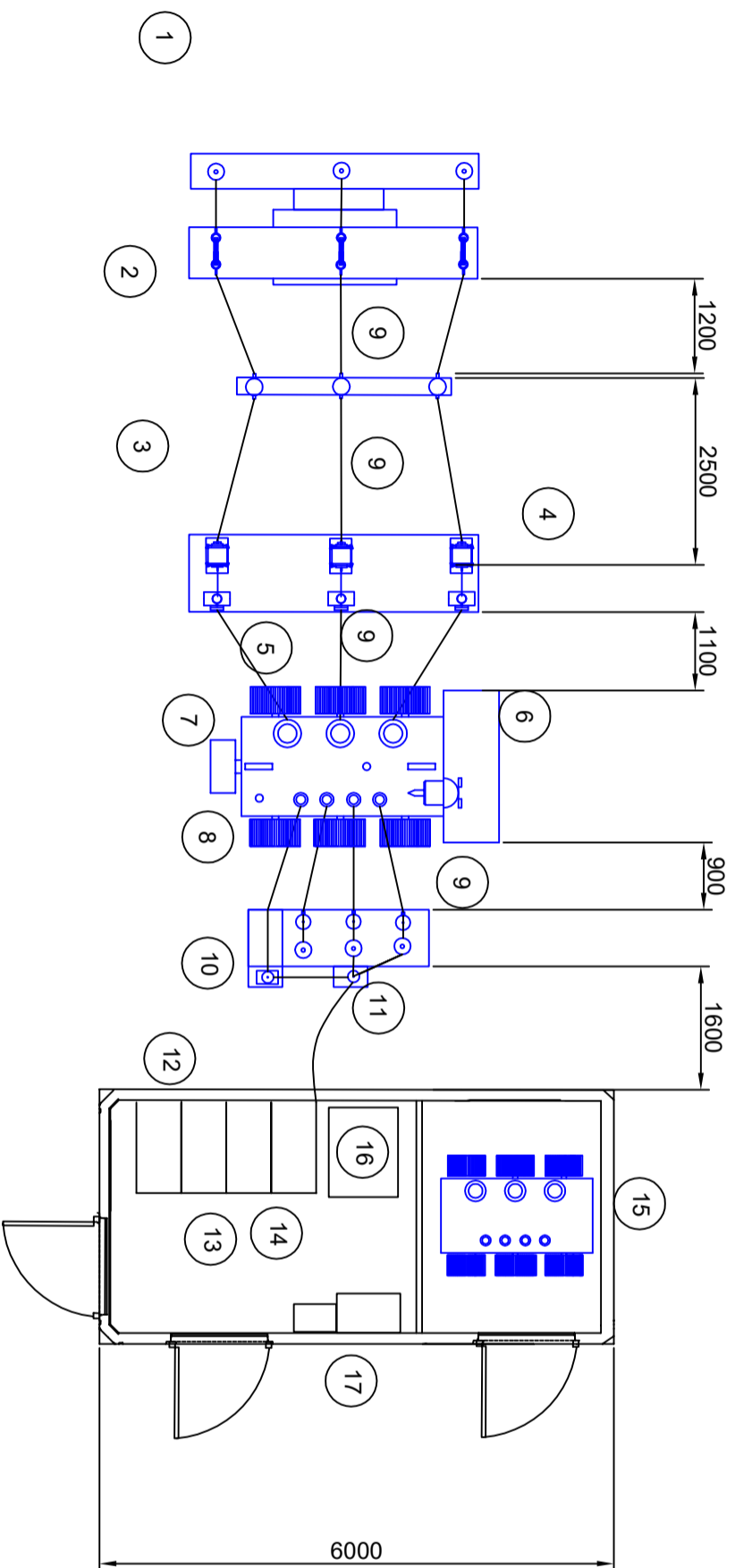
Fdo. Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

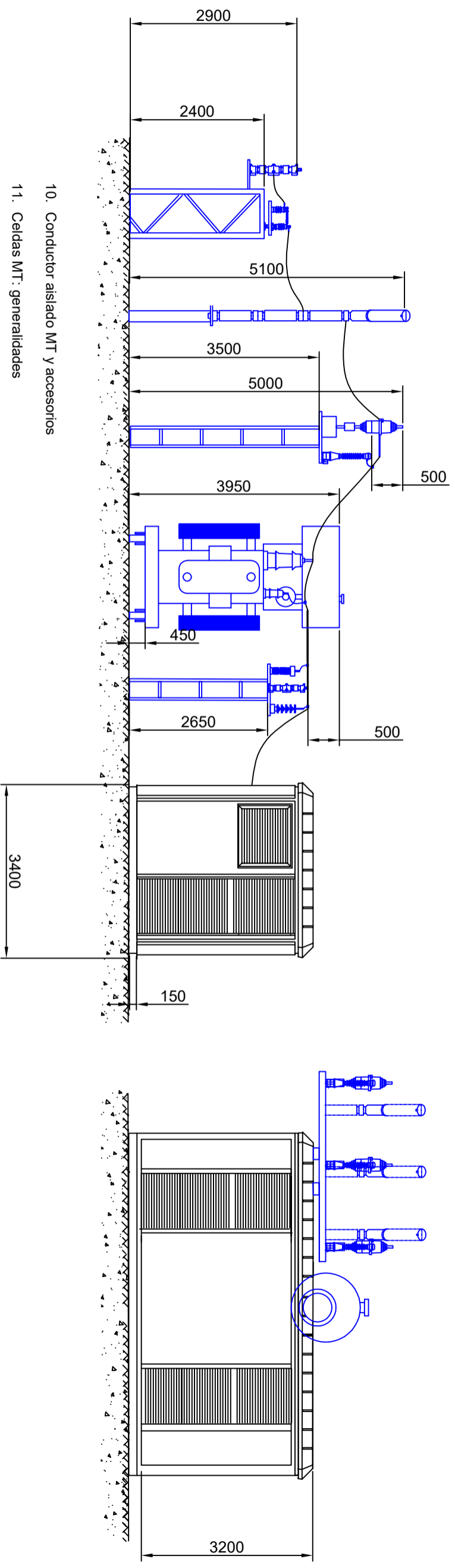
X. PLANOS



Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		PROYECTADO	FECHA	NOMBRE
		DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García
Cerramientos y acceso a la STP		COMPROBADO		Norberto Redondo Melchor
ESCALA: S/E				El Autor:
PLANO Nº: 1				

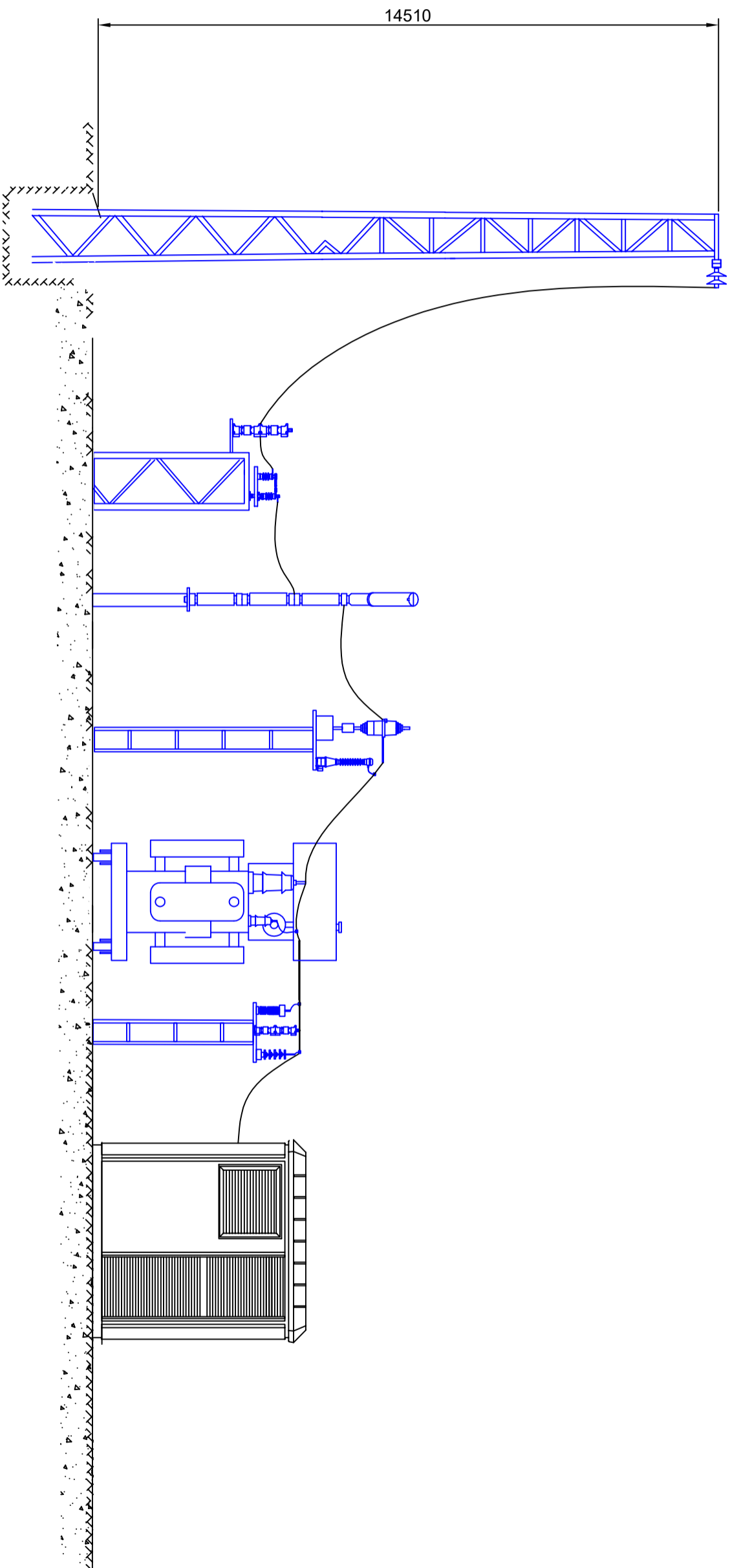


1. Autoválvulas lado línea AT
2. Seccionador principal AT
3. Interruptor principal AT
4. Transformadores de intensidad AT
5. Transformadores de tensión AT
6. Transformador de potencia
7. Transformador de intensidad neutro transformador
8. Transformador de intensidad cuba transformador
9. Autoválvulas lado MT



10. Conductor aislado MT y accesorios
11. Celdas MT: generalidades
12. Celdas MT: C1
13. Celdas MT: C2
14. Celdas MT: C3 y C4
15. Transformador de servicios auxiliares
16. Armario de control de la subestación
17. SAI 230 V y fuente CC 110 V

Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		PROYECTADO	FECHA	NOMBRE
		DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García
ESCALA: S/E		COMPROBADO		Norberto Redondo Melchor
PLANO N°: 2		Aparamenta subestación		El Autor:



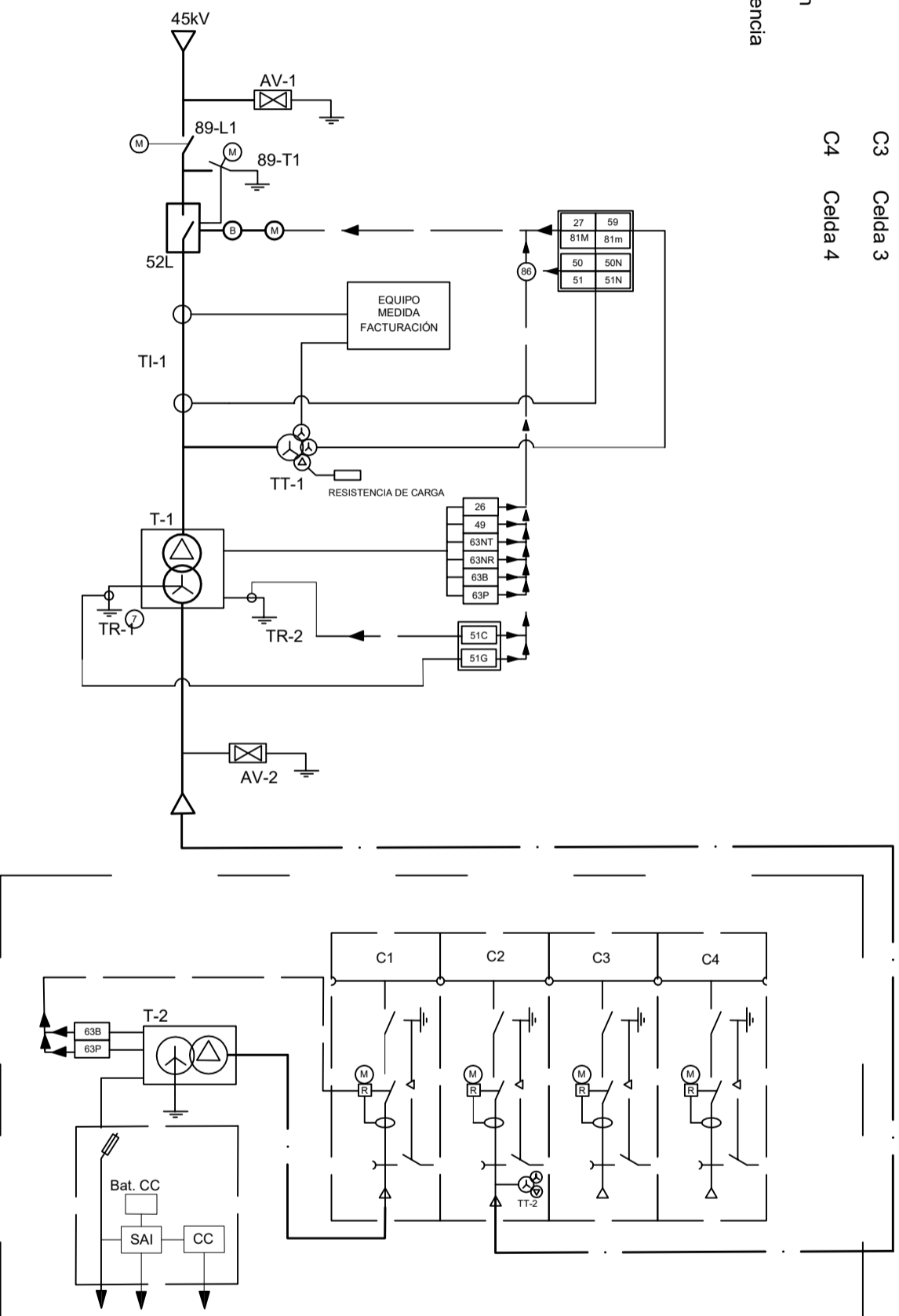
Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		FECHA	NOMBRE
PROYECTADO		09/03/18	Elena Hernández García
DIBUJADO		09/03/18	Elena Hernández García
COMPROBADO			Norberto Redondo Melchor
Escala: S/E Plano N°: 3		Planos apartamenta con línea de 45 KV El Autor:	

- AV-1 Autoválvula AT
- AV-2 Autorválvula MT
- TI-1 Transformador de intensidad
- TT-1 Transformador tensión
- T-1 Transformador de potencia
- TR-1 Puesta a tierra neutro
- TR-2 Puesta a tierra masas
- T-2 Transformador SSAA

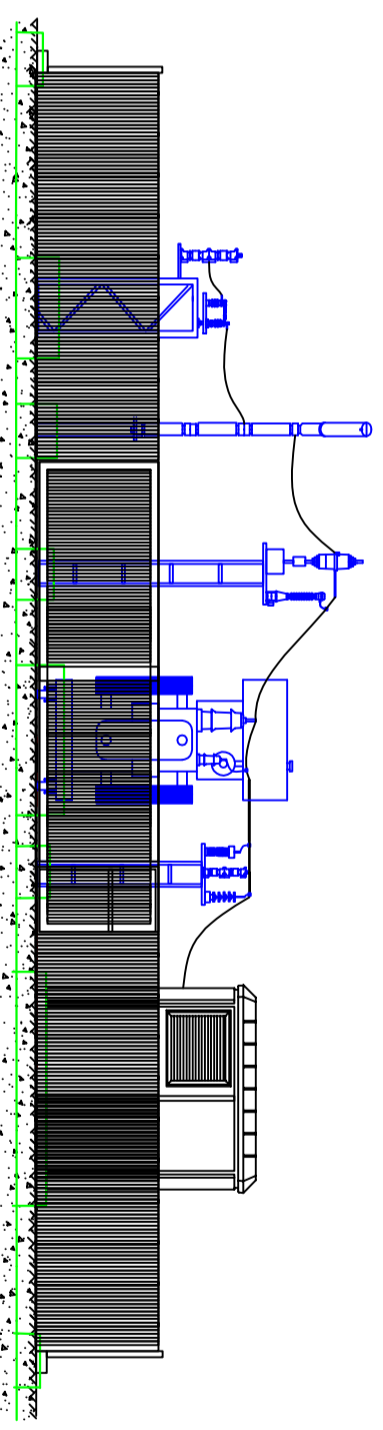
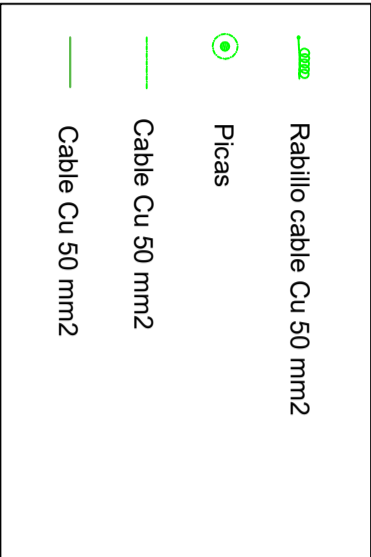
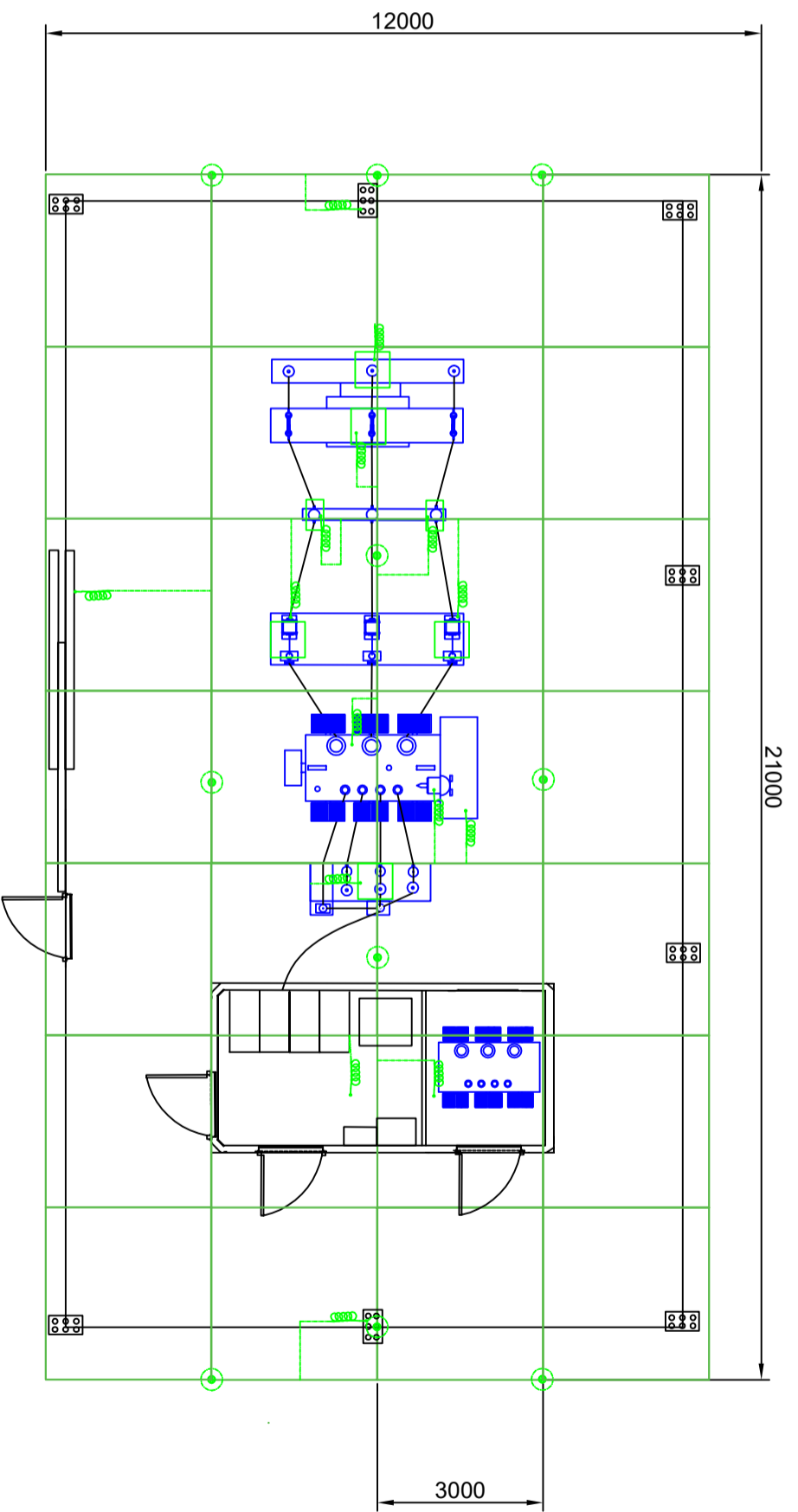
- 27 Subtensión
- 81M Sobre frecuencia
- 81m Subfrecuencia
- 59 Sobre presión
- 50 Sobre intensidad instantáneo fase
- 50N Sobre intensidad instantánea neutro
- 51 Sobre intensidad temporizado fase

- 51N Sobre intensidad temporizado neutro
- 86 Relé de enclavamiento
- 26 Dispositivo térmico
- 49 Relé térmico
- 63NT Relé nivel aceite
- 63NR Relé sobre presión
- 63B Relé Bulcchholz (gases)
- 63P Válvula de sobre presión

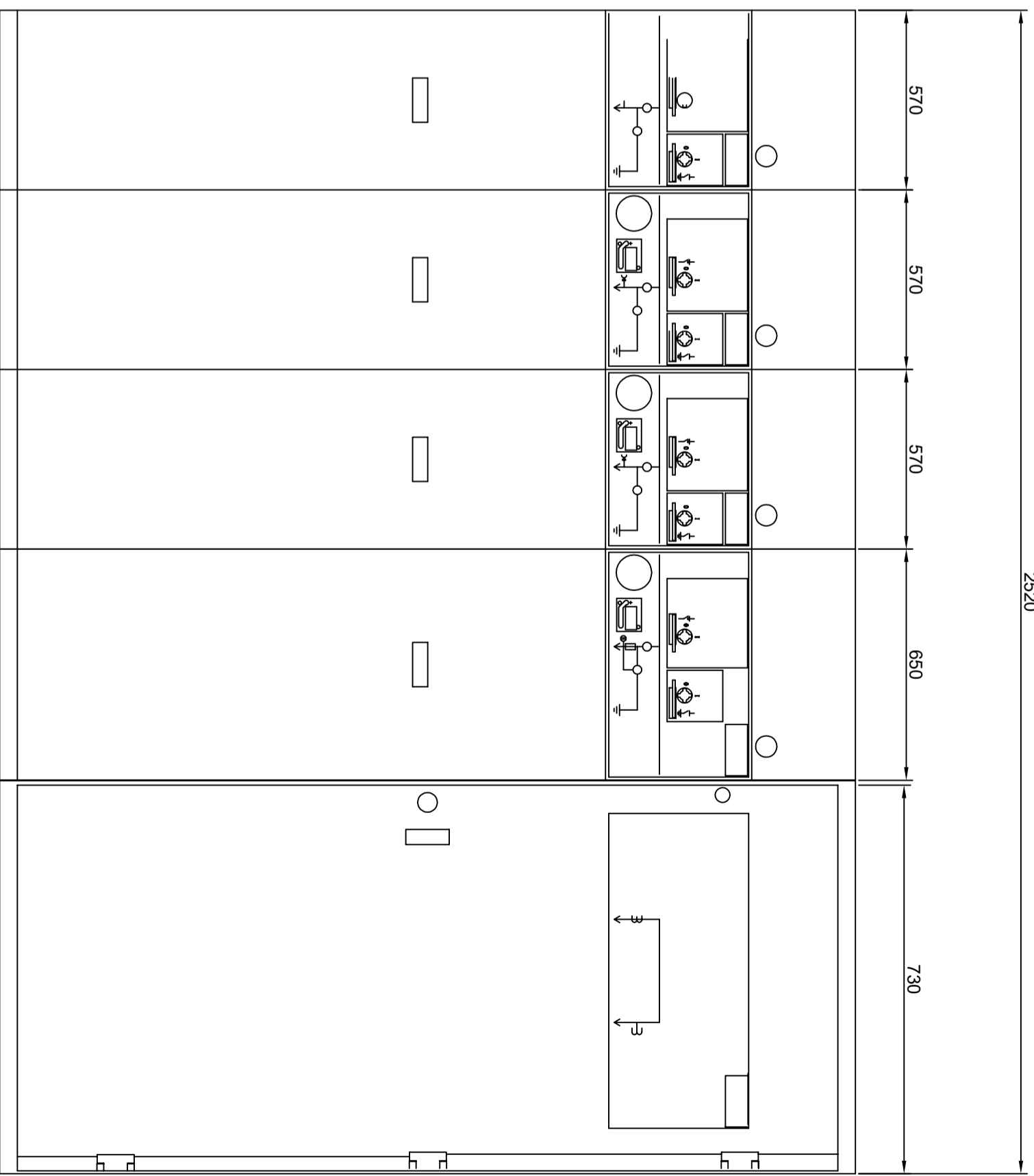
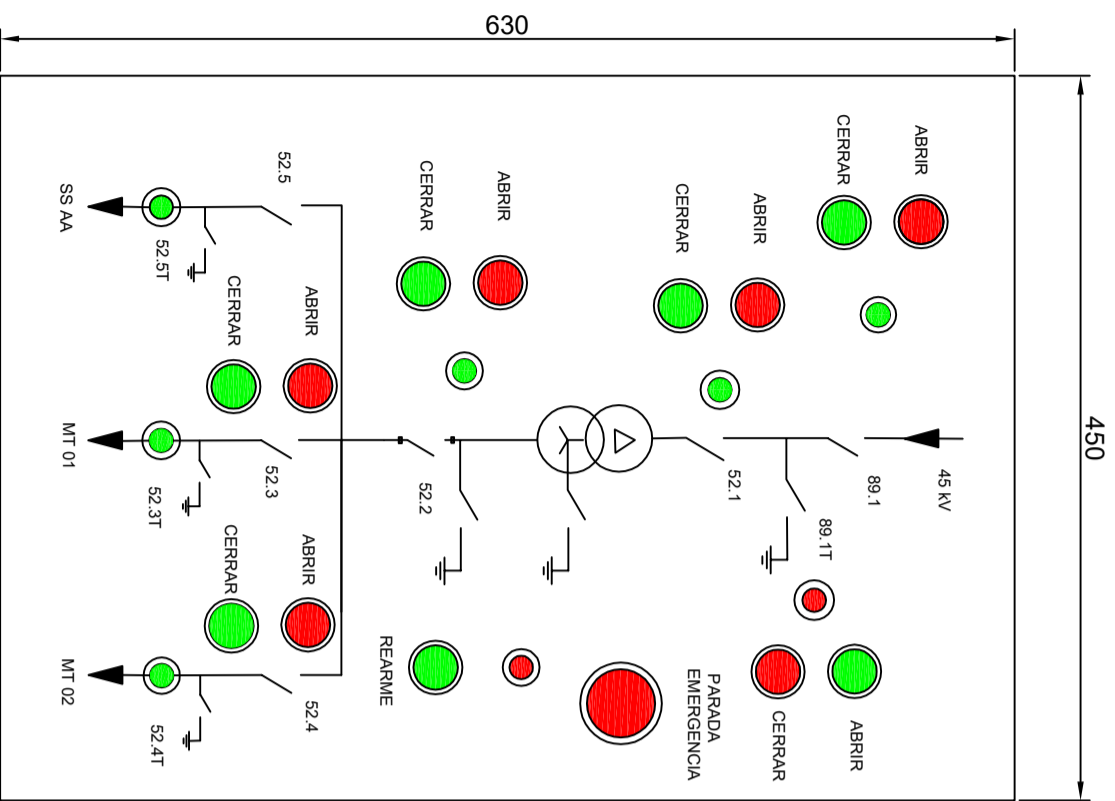
- 51C Disparo temporizado sobre intensidad: cuba- tierra
- 51G Disparo temporizado sobre intensidad neutro trafo
- 89-11 Seccionador delinea
- 89-T1 Seccionador puesta a tierra de la linea
- 52L Disyuntor de linea



<p style="text-align: center;">Subestación Transformadora Privada de 15 MVA</p>		ESCALA: S/E	Esquema unifilar
		PLANO Nº: 4	
PROYECTADO	09/03/18	Elena Hernández García	
DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García	
COMPROBADO		Norberto Redondo Melchor	
		El Autor:	



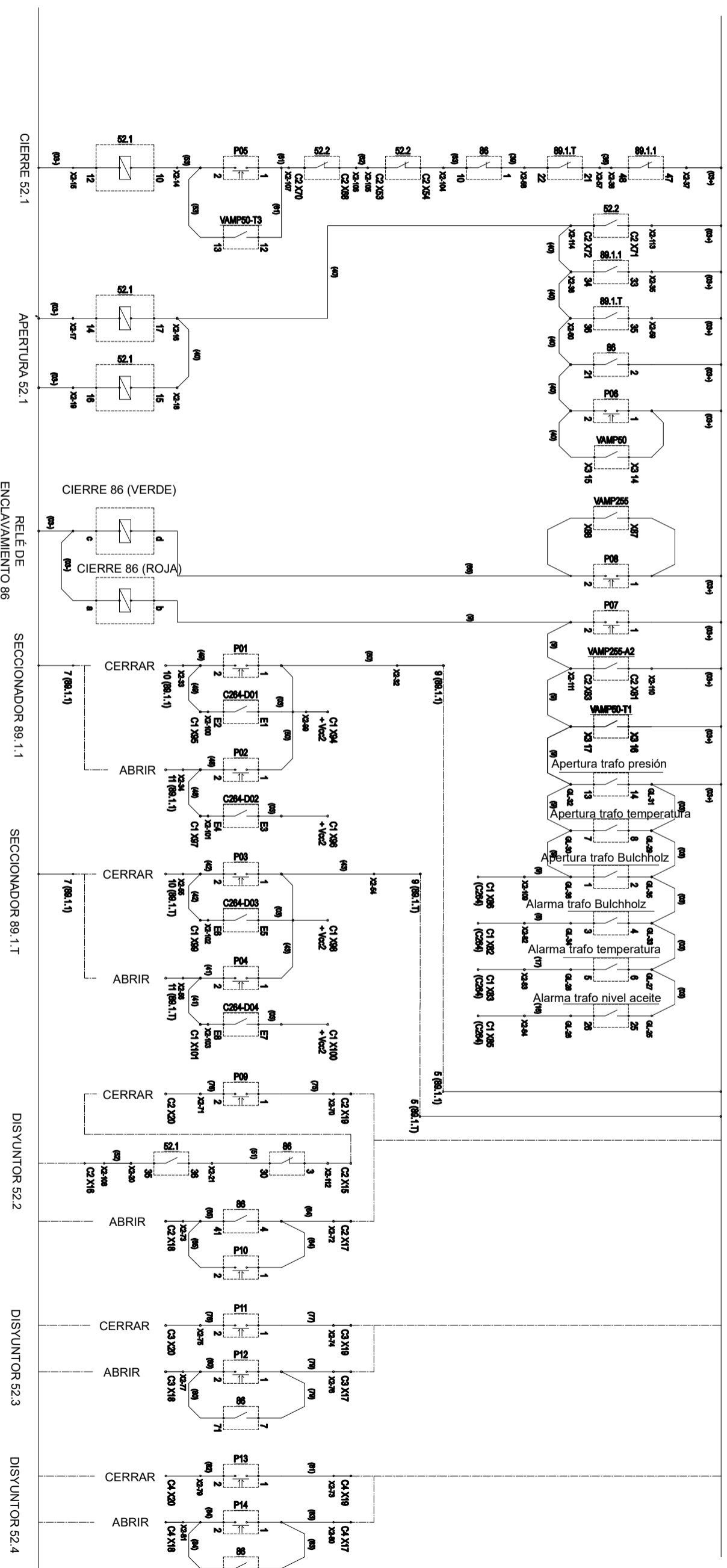
Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		FECHA		NOMBRE	
PROYECTADO		09/03/18		Elena Hernández García	
DIBUJADO		09/03/18		Elena Hernández García	
COMPROBADO				Norberto Redondo Melchor	
Red de puesta a tierra con detalles				El Autor:	
ESCALA:	S/E				
PLANO N°:	5				



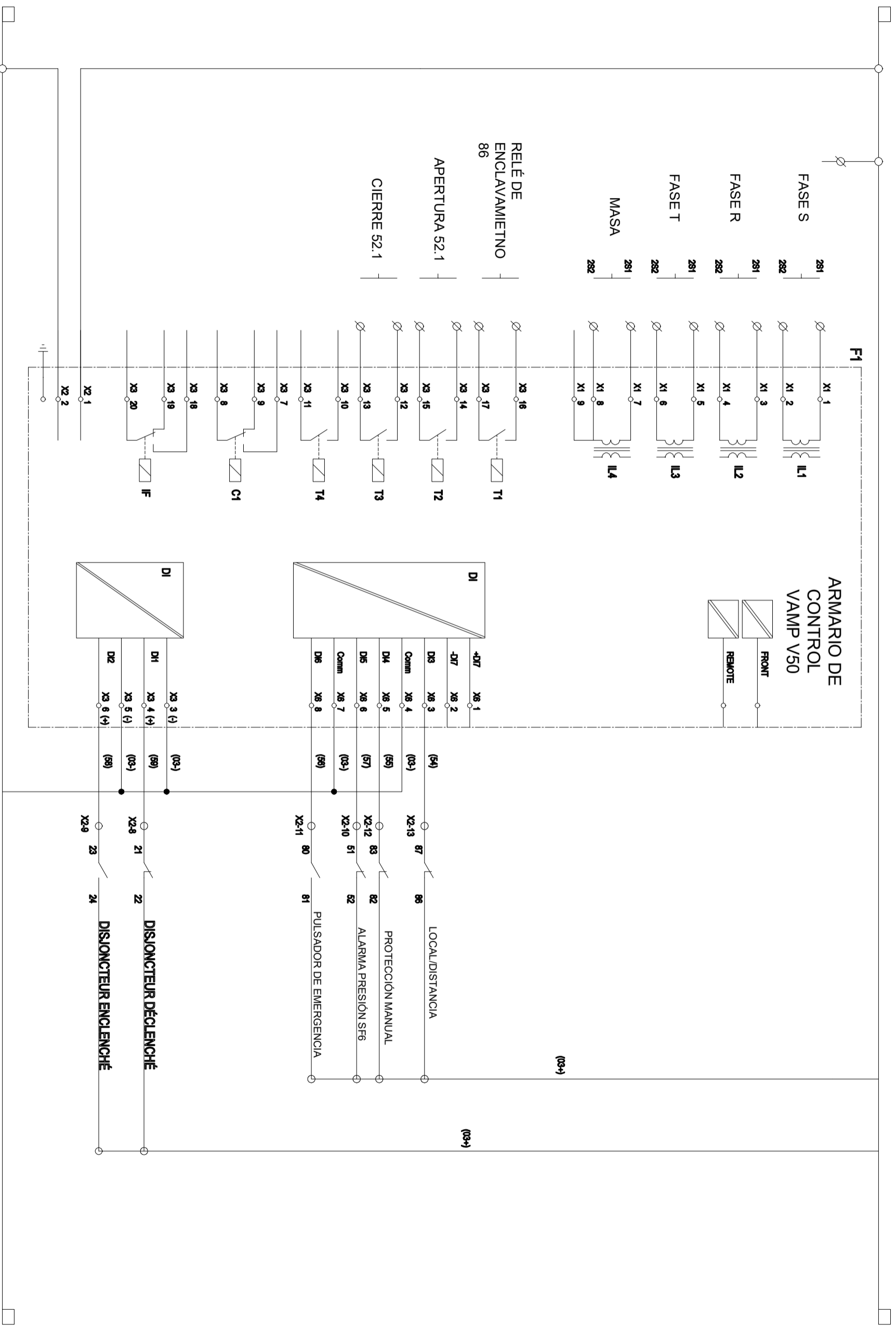
CELDA 4
CELDA 3
CELDA 2
TRAF0
PRINCIPAL
CELDA 1
TRAF0
SSAA

ARMARIO DE
CONTROL

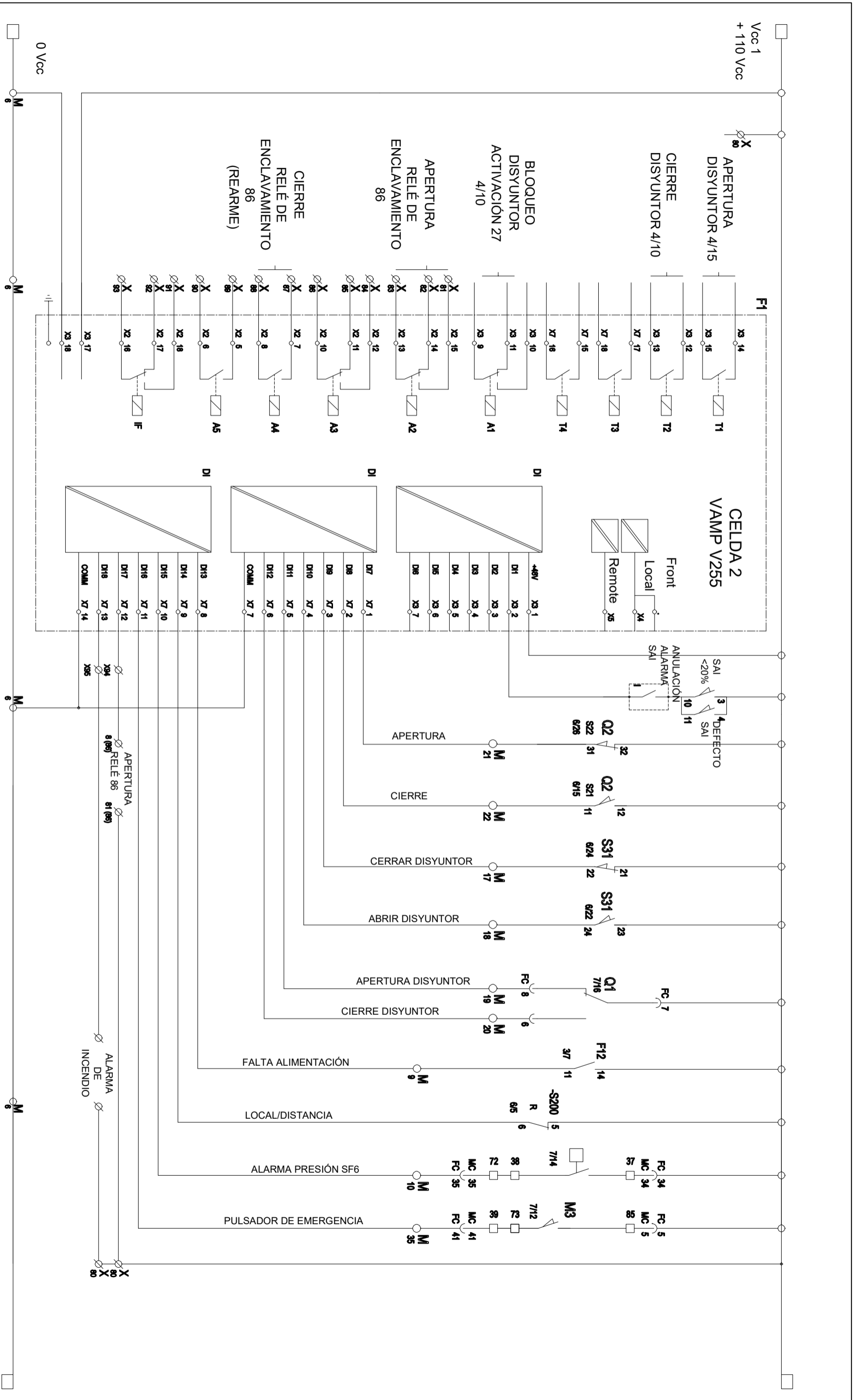
Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	09/03/18	Elena Hernández García	
DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García	
COMPROBADO		Norberto Redondo Melchor	
ESCALA: S/E PLANO N°: 6	Armario de control y celdas MT		El Autor:



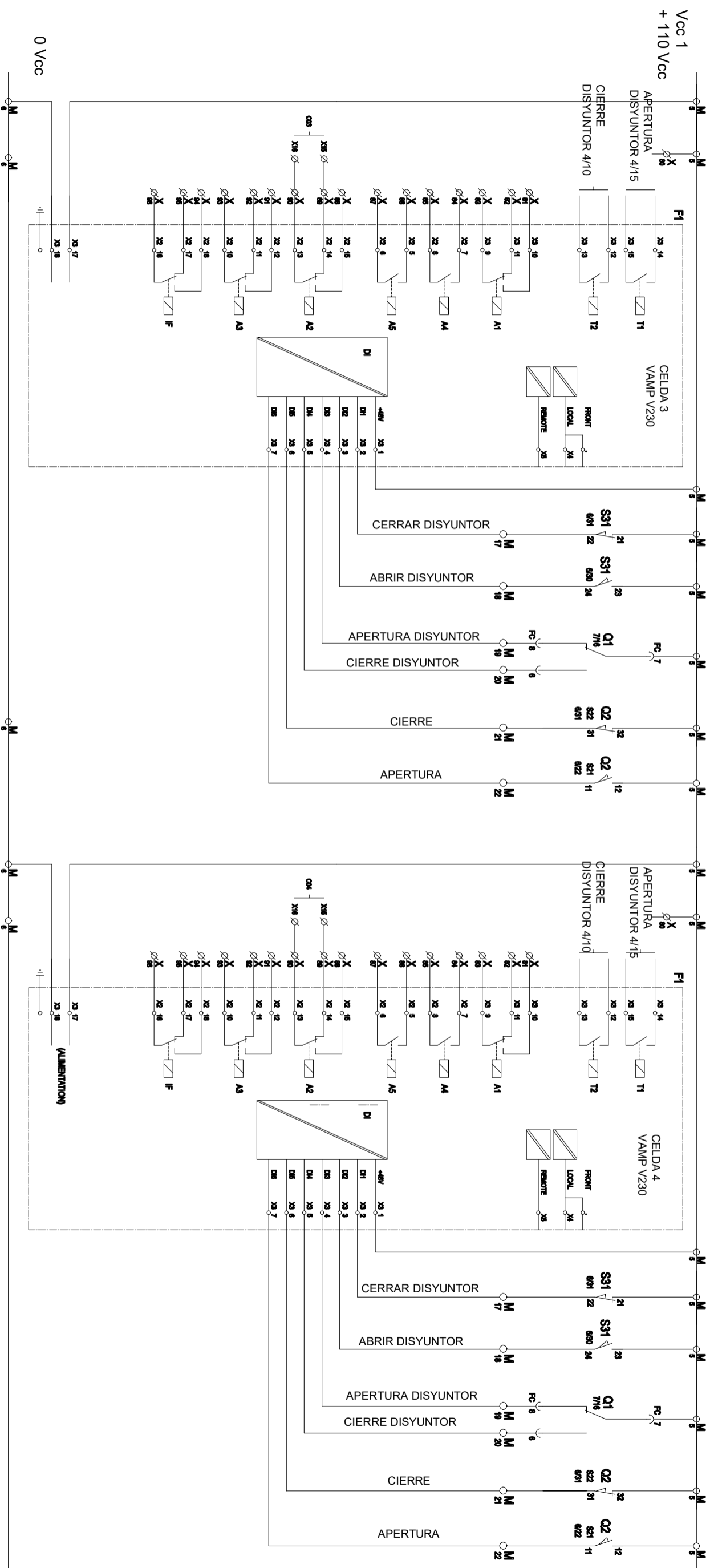
<p style="text-align: center;">Subestación Transformadora Privada de 15 MVA</p>		NOMBRE		
		PROYECTADO	09/03/18	Elena Hernández García
		DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García
ESCALA: S/E	Desarrollo apartamenta		COMPROBADO	Norberto Redondo Melchor
PLANO Nº: 7			El Autor:	



Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		PROYECTADO	09/03/18	Elena Hernández García
		DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García
ESCALA: S/E		COMPROBADO		Norberto Redondo Melchor
PLANO Nº: 8	Conexión armario de control VAMP V50		El Autor:	



Subestación Transformadora Privada de 15 MVA		NOMBRE	
		Elena Hernández García	
PROYECTADO	09/03/18	FECHA	
DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García	
COMPROBADO		Norberto Redondo Melchor	
ESCALA: S/E	Conexión Celda 2 con relé VAMP V255		
PLANO Nº: 9	El Autor:		



<p style="text-align: center;">Subestación Transformadora Privada de 15 MVA</p>		NOMBRE		
		PROYECTADO	09/03/18	Elena Hernández García
		DIBUJADO	09/03/18	Elena Hernández García
ESCALA: S/E	Conexión Celdas 3 y 4 con relé VAMP		<p style="text-align: center;">El Autor:</p>	
PLANO Nº: 10	V230			

XI. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Este presupuesto ha sido elaborado a partir del programa Arquímedes de CYPE.

A. Presupuesto desglosado

El desglose del presupuesto será el siguiente:

- Coste de los materiales
- Coste del montaje
- Coste de la ingeniería, trabajadores, gestión del proyecto y puesta en marcha.

COSTE DE LOS MATERIALES

Se incluye en este apartado de costes todos ellos relativos a los elementos necesarios para el montaje:

EQUIPO	UNIDADES	PRECIO/UND (€)	PRECIO TOTAL (€)
Racores y cable de AT	1	3 100	3 100
Autoválvulas AT	3	1 850	5 550
Autoválvulas MT	3	1 200	3 600
Seccionadores	1	1 640	1 640
Interruptor principal	1	1 700	1 700
Equipo tratamiento SF ₆	1	14 200	14 200
Trafo tensión	1	6 100	6 100
Trafo intensidad	1	5 800	5 800
Trafo potencia	1	400 000	400 000
Edificio de control	1	9 320	9 320
Celdas MT	1	120 000	120 000
Equipo de protección y control	1	42 000	42 000

Trafo SSAA	1	7 540	7 540
Tornillería	1	1 800	1 800
Material de puesta a tierra	1	2 350	2 350
Cable de media tensión	1	2 100	2 100
Cable de baja tensión	1	4 000	4 000
SAI	1	450	450
Central incendios	1	200	200
Detectores de humo	2	320	640
Detectores ópticos	2	410	820
Luminaria	3	50	150
Baterías CC	1	8 475	8 475
TOTAL (€):			639 835

Tabla 33 coste materiales

COSTES DE MONTAJE

EQUIPO	UNIDADES	PRECIO/UND (€)	PRECIO TOTAL (€)
Montaje autoválvulas AT	3	60	180
Montaje autoválvulas MT	3	60	180
Montaje seccionador	1	480	480
Montaje celda interior	1	634	634
Montaje cable de alta	1	750	750
Montaje puesta a tierra	1	2 500	2 500
Trafo intensidad	1	60	60

Trafo tensión	1	63	63
Trafo potencia	1	4 654	4 654
Grúa	1	8 000	8 000
Excavadora	1	10 000	10 000
Montaje armario control	1	180	180
Montaje equipo baterías CC	1	300	300
Montaje centralita de incendios	1	30	30
Montaje SAI	1	70	70
Montaje luminaria	1	54	54
TOTAL (€):			28 175

Tabla 34 Costes montaje

COSTES MANO DE OBRA E INGENIERÍA

EQUIPO	UNIDADES	PRECIO/UND (€)	PRECIO TOTAL (€)
Obrero	2	2 000	2 000
Jefe de obra	1	6 200	6 200
Operarios	3	4 300	12 900
Director de obra	1	1 900	1 900
Coordinador Sys	1	10 150	10 150
Montaje puesta a tierra	1	2 500	2 500
TOTAL (€):			35 650

Tabla 35 Costes mano de obra

B. Cuadro resumen del presupuesto

A modo de resumen:

COSTES MATERIALES (€):	639 835
COSTES DE MONTAJE (€):	28 175
COSTES MANO DE OBRA (€):	35 650
TOTAL (€):	703 660

C. Nombre, fecha y firma

En Béjar, a 9 de marzo de 2018

Fdo.: Elena Hernández García

Estudiante de ingeniería eléctrica

XII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] EON, "Proyecto tipo de subestación con aparamenta convencional," vol. YE-SECO.01, 2013. Disponible: http://www.f2i2.net/documentos/lsi//nce/EON/YE-SECO.01_1.pdf [Consulta: 09/03/2018]
- [2] edp, "Criterios de protección contra incendios en las subestaciones de HCDE," vol. ET/5077, 19/12/2014. Disponible: <http://www.edphcenergia.es/recursosedp/doc/distribucion-luz/20130813/especificaciones-tecnicas/criterios-funcionales-para-la-proteccion-pasiva-contra-incendios-en-la-subestaci.pdf> [Consulta: 09/03/2018]
- [3] Web, "<http://www.ventageneradores.net/blog/todo-sobre-la-subestacion-electrica/>" [Consulta: 09/03/2018]
- [4] Web, "<http://ingenieriaelectricaexplicada.blogspot.com.es>" [Consulta: 09/03/2018]
- [5] Web, "<http://www.ree.es>" [Consulta: 09/03/2018]
- [6] GARCÍA ARÉVALO, J. M. "Líneas de alta tensión", 2015/2016.
- [7] GARCÍA ARÉVALO, J. M. "Instalaciones eléctricas de alta tensión", 2016/2017.