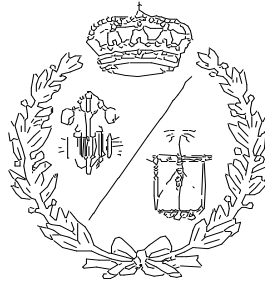


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Máster

SUBESTACION DE CUETO 55 / 12 KV

(Substation of Cueto 55 / 12 kV)

Para acceder al Título de

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERIA INDUSTRIAL**

Autor: Jorge Martínez Otalo

Mayo - 2016

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1	MEMORIA
DOCUMENTO Nº 2	MEMORIA DE CÁLCULO
DOCUMENTO Nº 3	PLANOS
DOCUMENTO Nº 4	PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº 5	PRESUPUESTO
DOCUMENTO Nº 6	SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETO	2
3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	3
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN	4
5. ESQUEMA UNIFILAR	5
5.1 Transformación	5
5.2 Sistema de Alta Tensión de 55 kV	5
5.3 Sistema de 12 kV	6
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.....	7
6.1 Edificio	7
6.2 Urbanización	7
6.3 Cierre y señalización	7
6.4 Red de tierras	7
6.5 Telecontrol y comunicaciones	9
6.6 Equipos de medida y calidad	10
6.7 Servicios generales de la subestación.....	10
6.7.1 Cuadro de corriente alterna y continua.....	10
6.7.2 Sistemas de mando y protección Alta Tensión (55 kV)	10
6.7.3 Sistemas de mando y protección 12kV.....	11
6.7.4 Rectificadores-Batería.....	11
6.7.5 Transformadores de servicios auxiliares	12
6.8 Instalación de alumbrado y emergencia.....	12
6.8.1 Alumbrado y fuerza exterior.....	12
6.8.2 Alumbrado y fuerza interior.....	13
6.8.3 Alumbrado de emergencia	13
6.8.4 Ventilación y aire acondicionado.....	13
6.9 Sistema de protección contra incendios e intrusos.....	14
7. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA SUBESTACIÓN	15
7.1 Disposición física de los equipos.....	15
7.2 Embarrados, cable aislado, aislador y conductor de mando y señal.....	15
7.2.1 Embarrados y cable aislado de potencia	15
7.2.2 Aisladores Soporte	16
7.2.3 Conductores de Mando y Señal	16

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

7.3 Aparamenta	16
7.3.1 Transformador de potencia	16
7.3.2 Sistema de 55 kV	17
7.3.3 Sistema de 12 kV	21
8. ESTRUCTURAS METÁLICAS Y SOPORTES.....	25
9. OBRA CIVIL	26
9.1 Movimiento de tierras	26
9.1.1 Protección de la plataforma frente a escorrentías.....	26
9.1.2 Cierre Perimetral de la Instalación, puerta de acceso y señalización	26
9.2 Cimentaciones.....	27
9.2.1 Bancadas para Transformadores	27
9.2.2 Depósito de Aceite	27
9.2.3 Canalizaciones de cables y arquetas.....	28
9.2.4 Muros Cortafuegos	28
9.3 Viales, urbanización y grava.....	28
9.4 Edificio.....	29
9.5 Sistema de Drenajes.....	30
9.6 Red de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento	30
10. PLAZO DE EJECUCIÓN	31
11. PERIODO DE GARANTÍA	32

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

1 ANTECEDENTES

Atendiendo a la previsión de crecimiento del municipio y del aumento de la demanda de energía eléctrica el plan de desarrollo urbanístico de Santander plantea una serie de actuaciones de construcción de infraestructuras eléctricas para garantizar un adecuado servicio y mejorar las condiciones de calidad del servicio energético.

Con el fin de atender las futuras necesidades de la zona de Cueto y alrededores además de servir de apoyo a la subestación de las Llamas se hace necesario la construcción de una nueva subestación de Transformación y Distribución de 55/12 kV.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

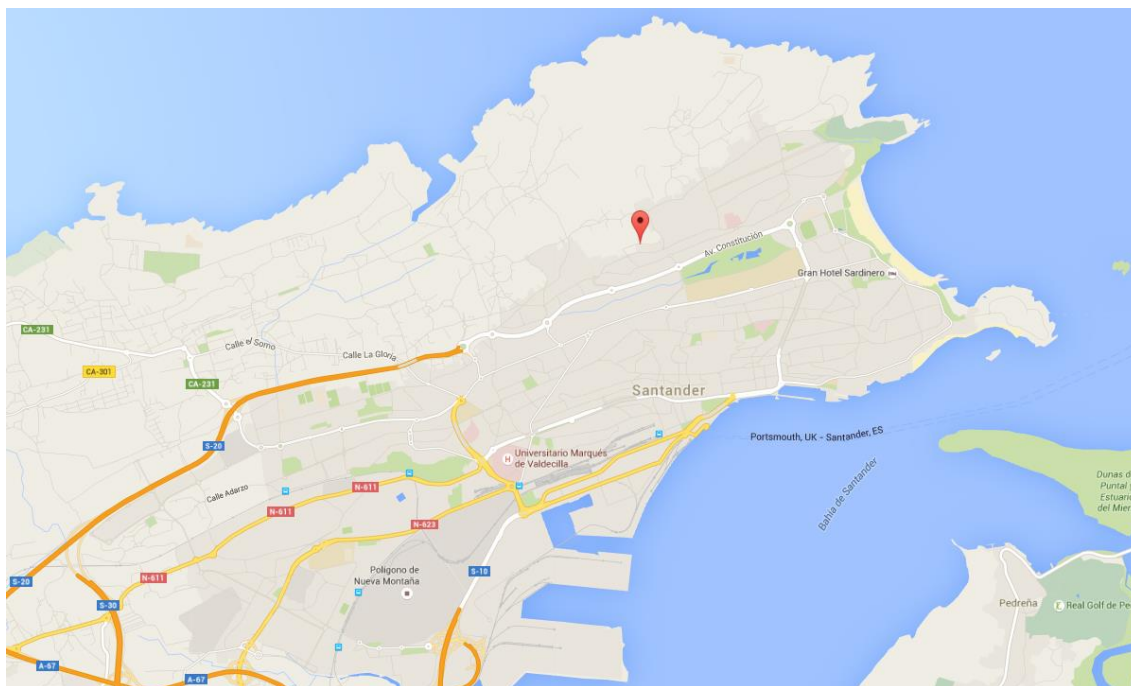
2 OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto definir los trabajos a realizar para la construcción de la nueva Subestación denominada “SE CUETO”. Se realiza una descripción más detallada de estos trabajos, a lo largo de la memoria del presente proyecto.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

3 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La subestación proyectada se sitúa en el término municipal de Santander, concretamente en el barrio de Cueto, en la provincia de Cantabria. La localización queda definida en los planos de situación. A modo orientativo se incluye este mapa.



SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN

La Subestación denominada SE CUETO estará compuesta por dos sistemas de tensión.

Un sistema de 55 kV de intemperie de simple barra, con dos posiciones de línea y dos posiciones de transformación (una de ellas futura), además de los transformadores de medida de barras. La aparamenta estará compuesta tanto por equipos convencionales como con equipos compactos con aislamiento en SF₆.

Un Sistema de 12 kV situadas en el interior de un edificio, con configuración de simple barra partida, con 10 posiciones de línea, dos posiciones de transformador (una futura), una posición de transformador para servicios auxiliares, dos de medida, dos celdas formando el acoplamiento transversal y remonte de barras y dos para las baterías de condensadores, haciendo un total de 19. La aparamenta de este sistema está dispuesta en celdas modulares, blindadas de aislamiento en SF₆.

El Transformador de relación 55/12 kV y 21,5/30 MVA ONAN/ONAF de potencia, se instalarán en intemperie.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

5 ESQUEMA UNIFILAR

En el esquema unifilar y en la planta general de la instalación, que pueden observarse en el plano Nº 3 y 4, se representan la funcionalidad y la disposición física de la instalación.

A continuación una breve descripción de las características principales de la subestación.

5.1 Transformación

La Transformación de la instalación estará formada por dos Transformadores de Potencia trifásicos (uno futuro) en baño de aceite.

- Transformador de 55/12 kV de 30 MVA de potencia. Con regulación de tensión en carga, mediante tomas dispuestas en el arrollamiento primario.

5.2 Sistema de Alta Tensión de 55 kV

El sistema de 55 kV, dispuesto en intemperie con topología de simple barra constara de dos posiciones de línea y dos posiciones de transformador (una futura). Como núcleo de estas posiciones se utilizará aparamenta Híbrida, módulos compactos de intemperie, con aislamiento en SF6 que agrupan en un único elemento el interruptor, seccionador de barras, seccionador de línea con su Pat. y los transformadores de intensidad, el resto de aparamenta, transformadores de tensión y pararrayos es convencional.

La composición de cada una de las posiciones es la siguiente:

- Posiciones de Línea:
 - 1 Módulo compacto con aislamiento en SF6 (1 Interruptor tripolar, 1 seccionador tripolar de aislamiento de barras, 3 transformadores de intensidad y 1 seccionador tripolar + Pat. de línea).
 - 3 Pararrayos-autoválvulas.
 - 1 Transformador de tensión inductivo en la fase central

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Posición de Transformador.
 - 1 Módulo compacto con aislamiento en SF6 (1 Interruptor tripolar, 1 seccionador tripolar de aislamiento de barras y 3 transformadores de intensidad y 1 seccionador tripolar + Pat. de máquina).
 - 3 Pararrayos-autoválvulas.
- Medida de Barras.
 - 3 Transformadores de tensión inductivos.

5.3 Sistema de 12 kV

El sistema de 12 kV, dispuesto en celdas de interior con aislamiento de SF6 y topología de simple barra partida.

Constará de:

- 10 celdas de línea.
- 2 celdas de transformador (uno futuro).
- 2 celdas de medida.
- 1 celdas de servicios auxiliares.
- 1 celda e acoplamiento.
- 1 celda de remonte de barras.
- 2 celdas de batería de condensadores

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

6.1 Edificio

Para la ubicación de las celdas de 12 kV, equipos de control, protección, comunicaciones y servicios auxiliares se construirá un edificio con varias dependencias para albergar los distintos elementos y equipos que componen el sistema.

6.2 Urbanización

Sera necesaria el desbroce de la parcela y el movimiento de tierras necesario para dejar la parcela en la cota de explanación que se determine, así mismo se realizaran taludes y muros de contención en el caso que fueren necesarios.

6.3 Cierre y señalización

Se instalará un cierre perimetral formado con postes metálicos galvanizados de perfil tubular y una malla metálica galvanizada de simple torsión de 2,40 m de altura libre desde el exterior. Para los accesos se dispondrá de una puerta metálica de 7 m libres.

6.4 Red de tierras

-Red de tierras inferiores

El sistema de puesta a tierra de la Subestación se puede dividir en:

- Tierra general de la Subestación, compuesta por un mallado de Conductores desnudos de cobre de 95 mm² formando una retícula lo más uniformes posible, las cuales estarán unidas mediante soldaduras aluminotérmicas, y que garantizan una uniformidad y adecuación de tierras.
- Tierra de estructuras y equipos, que garantiza la perfecta unión a tierra de estos elementos. Todas las partes metálicas de los nuevos soportes y aparellaje irán conectadas a la malla de tierra subterránea con cable de cobre desnudo de 95 mm² mediante terminales apropiados o soldaduras aluminotérmicas si fuese necesario.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Tierra de cerramiento, para garantizar el contacto a tierra del mismo.

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, entre otros, los siguientes elementos:

- a) Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- b) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- c) Las puertas metálicas de los locales.
- d) Las vallas y las cercas metálicas.
- e) Los soportes, etc.
- f) Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contendrá la instalación de alta tensión.
- g) Los blindajes metálicos de los cables.
- h) Las tuberías y conductos metálicos.
- i) Las carcasas de los transformadores.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación, y entre ellos:

- a) El neutro de B.T. del transformador de S.Aux.
- b) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- c) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Interconexión de las instalaciones de tierra

Las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación deberán conectarse entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

-Red de tierras superiores

Con el objeto de proteger los equipos de la subestación de descargas atmosféricas directas, se dotará a la subestación con una malla de tierras superiores, formada por puntas Franklin sobre columnas, instalados sobre apoyos metálicos y sobre el muro cortafuegos.

Los pararrayos estarán unidos a la malla de tierras inferiores a través de cable de Cu de 95 mm². Esta unión deberá realizarse de forma continua y sin empalmes, desde la multipunta hasta la malla de tierras inferiores existente en la instalación. El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada, para que sean disipadas en tierra sin que se ponga en peligro la seguridad de las personas y de los equipos de la subestación.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electrogeométrico de las descargas atmosféricas, que es el generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por las puntas Franklin.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de las puntas Franklin contiene totalmente a la zona correspondiente a las partes en tensión.

6.5 Telecontrol y comunicaciones

Cada módulo de línea estará equipado con una Unidad de Control de Posición (UCP), que se encarga del control y mando de la aparamenta de dicha posición. Todas las UCP van conectadas mediante fibra óptica a través de un concentrador a la Unidad de Control de Subestaciones, UCS, que se encargará de la gestión y comunicación con el centro de control de la distribuidora.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Para la realización de las comunicaciones con la remota se dispondrá de un armario de comunicaciones instalado en la sala de control del nuevo edificio. Dicho armario irá alimentado por medio de un rectificador-baterías de 48 V.

Se instalara un armario de comunicaciones en la sala de control y estará dotado de 2 módems para comunicación exterior. Uno de los módems se utilizará para ajuste de protecciones, y el otro para información de mando, medida y señalización en tiempo real.

6.6 Equipos de medida y calidad

Las posiciones de transformador deberán disponer de un contadores electrónicos, con el fin de medir la potencia activa y reactiva para identificar pérdidas en la red y realizar el balance de energía.

Estos contadores se colocaran en el lado de alta tensión como en el de baja e irán situados en armarios dedicados exclusivamente a ellos en la sala de control del edificio.

6.7 Servicios generales de la subestación

6.7.1 Cuadro de corriente alterna y continua

Se dotará a la instalación de un cuadro de corriente continua y un cuadro de corriente alterna, ubicados en el edificio, para la alimentación de los quipos de protección, control señalización así como los circuitos indispensables de la instalación.

6.7.2 Sistemas de mando y protección Alta Tensión (55 kV)

Se dispondrá a la instalación un armario de protección para las líneas y dos para los transformadores.

- Armario de protección de las líneas de 55 kV. Por cada línea se colocará una protección de distancia y una sobreintensidad.
- Armario de protección de los transformadores de potencia. Se colocarán para cada posición de transformación una protección para sobreintensidades en alta y en baja, una para protección diferencial y un regulador de tensión.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

6.7.3 Sistemas de mando y protección 12 kV.

En el sistema de 12 kV los equipos de control y protección van integrados en uno de los cubículos de las propias celdas. Para cada posición se colocará una protección de sobreintensidad, además de los equipos de medida correspondientes.

6.7.4 Rectificadores-Batería

Para la alimentación de los equipos de protección, control y señalización, así como los circuitos de emergencia en caso de fallo de la corriente alterna, se dispondrá de dos equipos, cada uno de ellos compuestos por dos rectificadores 400 Vac / 125 Vcc con una batería de 125V. Dichos rectificadores irán ubicados en el edificio de control.

Características generales de los rectificadores y la batería de 125 V:

- Alimentación: bitensión, 240/400 V 50 Hz $\pm$ 10%
- Intensidad nominal de salida: 30 A
- Tensión nominal de salida: 125 Vc.c. + 10% - 15%
- Número de elementos de la batería: 92
- Capacidad nominal en régimen de 5 horas: 100 Ah

Para la alimentación de los equipos de comunicaciones y telecontrol se instalará en la sala de control, dentro del armario de comunicaciones un equipo compuesto por dos rectificadores independientes con una batería de 48V.

Características generales de los rectificadores y de batería de 48V:

- Alimentación: bitensión, 240/400 V 50 Hz $\pm$ 10%
- Intensidad nominal de salida: 15 A
- Tensión nominal de salida: 48 V + 10% - 15%
- Número de elementos de la batería: 36

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Capacidad nominal en régimen de 5 horas: 100 Ah

6.7.5 Transformadores de servicios auxiliares

Para atender las necesidades de los servicios auxiliares se instalará un transformador de 12.000/380 V de 160 kVA de potencia. Dicho transformador se instalará en una sala adecuada para tal efecto en el edificio de control.

Características generales del transformador de SS.AA.:

- Transformador trifásico
- Relación de transformación: 12.000/420-240 V. $\pm 5 \pm 10 \%$
- Frecuencia: 50 Hz.
- Potencia: 160 kVA
- Grupo de conexión: Yzn11
- Tipo: Encapsulado seco

Asimismo, se instalará una caja de interconexión de baja tensión, para protección del transformador y medida de servicios auxiliares. Será un armario metálico donde se distribuirán adecuadamente las barras principales de entrada, interruptores fusibles, equipos de medida, contador de energía y demás accesorios auxiliares.

6.8 Instalación de alumbrado y emergencia

Se dotará a la instalación de instalaciones de alumbrado y fuerza.

6.8.1 Alumbrado y fuerza exterior.

Para un mejor acceso y mayor protección de la instalación se instalarán farolas con lámpara de tipo led, en el perímetro de la subestación y en exterior del edificio para así dotar de alumbrado ambiental a toda la subestación y en particular a la zona de viales de acceso.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

La alimentación se realizará mediante corriente alterna, procedente del armario de distribución de servicios auxiliares por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial. El encendido de este alumbrado se produce manual o automáticamente por medio de una célula fotoeléctrica en el exterior del edificio.

El parque de intemperie quedara iluminado de esta forma con las mismas farolas perimetrales y del edificio.

En el caso de avería nocturna se dispondrán de proyectores portátiles en el edificio que se alimentaran del circuito de fuerza dispuesto en el parque de intemperie.

6.8.2 Alumbrado y fuerza interior.

El interior del edificio de celdas y control irá dotado de iluminación normal basándose en lámparas y luminarias fluorescentes distribuidas teniendo en cuenta criterios de uniformidad, luminancia, contraste, incidencia, etc. para lograr la iluminación más adecuada.

La alimentación se realizará mediante corriente alterna, procedente del armario de distribución de servicios auxiliares por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

6.8.3 Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia estará formado por equipos autónomos de interior. Estos equipos estarán alimentados de un circuito corriente alterna, que se alimentará del cuadro de corriente alterna.

Los equipos tendrán una autonomía de al menos una hora.

6.8.4 Ventilación y aire acondicionado

Con objeto de mantener la temperatura, en el nuevo edificio, dentro de unos valores recomendados, se ha previsto un sistema de ventilación que asegurará un volumen adecuado de renovación del mismo, de tal forma que se consigan unas condiciones ambientales óptimas para el funcionamiento de dichos equipos.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Se instalará un sistema de aire acondicionado con bomba de calor, formado por dos equipos redundantes de climatización tipo Split, encargados de mantener constante la temperatura de la sala.

Y además para poder renovar cíclicamente el aire del edificio, se dotará de ventilación forzada en la sala de celdas de MT, mediante extractores axiales.

6.9 Sistema de protección contra incendios e intrusos

En el edificio de control y celdas se han dispondrá de equipos de detección y extinción de incendios, así como de antiintrusismo.

El equipo de detección de incendios constará de una serie de elementos detectores, instalados en lugares apropiados, que ante la presencia de humo o calor, actúan como alarma. Los detectores irán adosados al techo de la dependencia.

El equipo de extinción de incendios consistirá en extintores portátiles de espuma carbónica distribuidos adecuadamente.

Así mismo, se dispondrá de detectores en la puerta del edificio, que conformará el sistema de detección de intrusos.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

7 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA SUBESTACIÓN

7.1 Disposición física de los equipos

En los planos se puede visualizar la disposición física de los equipos.

Dispuestos en intemperie se encuentra el parque de 55kV junto con los transformadores de potencia y la aparamenta correspondiente a las alturas reglamentarias.

En el interior del edificio se sitúan las celdas de 12V, los armarios de S.Aux, baterías y comunicaciones.

El transformador de Servicios Auxiliares se instalará en habitáculo al efecto dentro del edificio protegido mediante dependencia de acceso independiente, que impiden el contacto accidental con los mismos.

7.2 Embarrados, cable aislado, aisladores y conductores de mando y señal

7.2.1 Embarrados y cable aislado de potencia

Los embarrados a instalar en esta nueva subestación corresponden al sistema de 55 kV y 12 kV.

Sistema de 55 kV

El embarrado principal estará compuesto por tubo de aluminio de 70/60 mm de diámetro apoyado sobre aisladores rígidos montados sobre soportes metálicos, cuya luz entre aisladores es de 7 m y la distancia entre fases de 1,5 m.

Sistema de 12 kV

El embarrado principal de salida de los transformadores estará compuesto por tubo de Cobre de 50/34 mm de diámetro apoyado sobre aisladores rígidos montados sobre soportes metálicos, cuya luz entre aisladores es de 1 m y la distancia entre fases de 0,5 m.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

La conexión entre este embarrado y el sistema de 12 kV en celdas de interior se realiza mediante cable aislado de cobre tipo RHZ1-12/20 kV AI (1x400 mm²) tres cables por fase.

7.2.2 Aisladores Soporte

Las barras principales de 55kV de tipo rígido se sustentan sobre aisladores de tipo columna con las siguientes características:

- TipoC6-325
- Tensión nominal 72 kV
- Tensión soportada baja lluvia 140 kV
- Tensión soportada a onda de choque325 kV en cresta
- Carga de rotura a flexión6.000 N
- Carga de rotura a torsión2.000N·m

El sistema de 12kV lo forman las barras de salida de los transformadores de potencia que conectan con los cables aislados. Las cuales se sustentan sobre las propias autoválulas.

7.2.3 Conductores de Mando y Señal

Para la interconexión de los distintos equipos con el edificio, donde se realiza el control de la instalación y se alimenta los circuitos de fuerza, se utilizaran cable de sección y composición adecuadas atendiendo si pertenecen a circuitos de fuerza, control o protección.

7.3 Aparamenta

7.3.1 Transformador de potencia

Se instalaran dos transformadores de potencia (uno futuro) de relación de transformación 55/12 kV de 30 MVA de potencia con las siguientes características.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Características transformador de potencia:

- Potencia: 21500/30.000 kVA-ONAN/ONAF
- Relación de transformación:55.053+/-10x717/12.330 V
- Grupo de conexión: YNyn0
- Regulación de carga: JANSEN. +/-10%
- Tensión de cortocircuito <10%
- Refrigeración por circulación natural del aceite a través de radiadores enfriados por aire natural, tipo ONAN, y en un futuro forzado mediante ventiladores, tipo ONAF.

7.3.2 Sistema de 55 kV

-Equipos Híbrido-Compacto (PASS)

Se instalarán un total 3 módulos Módulos Híbridos (2 posc. de línea y 1 posc. de trafo), +1 futuro (posición de transformador) con aislamiento en hexafluoruro de azufre (SF6), encapsulado trifásico, formado por elementos tripolares, en los cuales la aparamenta de corte será siempre de acción tripolar, provisto de aisladores pasatapas SF6-Aire para la conexión a barras convencionales y a línea o transformador conteniendo las funciones de seccionador de barras con Pat., interruptor, transformador de intensidad y seccionador de salida con Pat.

Cada módulo compacto dispone de la misma aparamenta para la posición de transformador y de la de línea:

- 1 Seccionador tripolar con cuchillas de P. a T. de línea.
- 3 Transformadores de intensidad de línea.
- 1 Interruptor tripolar de línea.
- 1 Seccionador tripolar de barras con Pat.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- 6 atravesadores tipo SF_6 - aire para conexión con línea aérea y a barras.

Características asignadas comunes:

- Tensión nominal de la red: 55 kV
- Tensión más elevada: 72,5 kV
- Tensión soportada de corta duración a f.i. : 140 kV
- Tensión soportada con impulsos tipo rayo: 325 kV
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Corriente en servicio continuo: 2000 A
- Corriente admisible de corta duración (1 seg): 31,5 kA
- Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración: 80kA
- Línea de fuga mínima: 1813 mm.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Características asignadas de los interruptores automáticos:

- Tipo de fluido para aislamiento y corte: SF6
- Secuencia de maniobra: mseg. O-0,3s-CO-1min-CO
- Tiempo de apertura: < 50 ms
- Tiempo de cierre: < 150 ms
- Tiempo de cierre-apertura: < 150 ms
- Tensión auxiliar alimentación motor: 125 +10% -15% Vcc
- Tensión auxiliar bobinas de apertura: 125 +10% -30% Vcc
- Tensión auxiliar bobinas de cierre: 125 +10% -15% Vcc

Características asignadas de los transformadores de intensidad:

- Tipo: Toroidal
 - Relación de transformación: 300-600/5-5-5-5 A
 - Potencia y clases de precisión:
 - Secundario 1: 10 VA; CL 0,2
 - Secundario 2: 20 VA; CL 0,5 FS<5
 - Secundario 3: 30 VA; CL 5P-30
 - Secundario 4: 30 VA; CL 5P-30

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Características asignadas de los seccionadores:

- Accionamiento cuchillas principales: Motorizado
- Accionamiento de Cuchillas de Pat.: Motorizado
- Poder de cierre secc. Pat. cierre brusco: 80 kA
- Tensión aux. alimentación motor y accionamiento: 125+10%-15% Vcc

Características asignadas Atravesadores (Bushing):

- Tipo de fluido: SF6
- Aislamiento: Polimérico de goma silicona
- Esfuerzo de tracción admisible: 1000 N

-Transformadores de tensión

Se instalarán 3 transformadores de tensión, para la medida y protección, en barras generales y dos en la fase central en la salida de líneas para protección, de las siguientes características:

- Relación de transformación: 55000: $\sqrt{3}$ - 110: $\sqrt{3}$ - 110: $\sqrt{3}$ - 110:3 V
- Tensión más elevada de la red: 72,5 kV
- Frecuencia de la red: 50 Hz
- Potencias y clases de precisión:
 - Secundario 1: 25 VA; CL 0,2
 - Secundario 2: 25 VA; CL 0,5- 3P
 - Secundario 3: 10 VA; CL 6P

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

-Autoválvulas

Se instalarán 9 autoválvulas de protección, en las salidas de línea y junto al transformador, de las siguientes características:

- Tensión asignada: 53 kV
- Tensión de servicio continuo: 42 kV
- Corriente de descarga nominal (onda 8/20 μ s): 10 kA
- Clase de descarga: 3
- Tensión residual máxima (8/20 μ s 10kA): 175 kVcr

7.3.2 Sistema de 12 kV

-Celdas de interior 12 kV

Se instalarán dos módulos con un total de 19 Celdas blindadas de 24 kV con aislamiento en SF6 con las siguientes características:

- Tensión nominal red: 12 kV
- Tensión nominal celda: 24 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz: 50 kV
- Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo: 125 kV
- Intensidad nominal en barras: 2500 A
- Intensidad nominal derivaciones de acoplamiento, y remonte: 2500 A
- Intensidad nominal derivaciones de transformador; 2000 A
- Intensidad nominal derivaciones de líneas y S.Aux: 630 A
- Intensidad nominal de corte de cortocircuito: 25 kA
- Capacidad de cierre de cortocircuito, valor cresta: 63 kA

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Intensidad nominal de corta duración, 3 s: 25 kA
- Resistencia a arcos internos, 1 s: 25 kA
- Tensión de mando motor: 125 Vc.c.
- Tensión control y maniobra: 125Vc.c.
- Grado de protección componentes de alta tensión: IP65
- Grado de protección cubículo de baja tensión: IP30

Las celdas contendrán según su tipología:

Celdas de línea, de SS.AA y de batería de condensadores:

- 1 interruptor automático trifásico.
- 3 transformadores de intensidad (s/ unifilar).
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (servicio-abierto-puesto a tierra).
- Indicadores de presencia de tensión.
- Protecciones: máxima intensidad y tiempo inverso, direccional de neutro sensible, reenganchador.

Celda de medida:

- 3 transformadores de tensión.

Celda de remonte:

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (servicio-abierto-puesto a tierra).

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Celda de transformador y acoplamiento:

- 1 interruptor automático trifásico
- 3 transformadores de intensidad (s/ unifilar).
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (servicio-abierto-puesto a tierra).
- Indicadores de presencia de tensión.
- Protecciones: máxima intensidad.

-Autoválvulas

Para la protección de la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico o de maniobras, la instalación está dotada de tres pararrayos-autoválvulas en barras a la salida de bornas del transformador de potencia, cuyas características principales son las siguientes:

- Tensión asignada: 10.2 kV
- Corriente de descarga nominal (8/20 μ s): 10 kA
- Tensión residual máxima (8/20 μ s 10kA): 38,5 kV

-Batería de condensadores

Con el fin de compensar la potencia reactiva y mejorar el factor de potencia y la capacidad de la instalación se instalara dos baterías de condensadores en el lado de 12 kV que irán conectada a las celdas para dicho fin en cada semibarra.

Tensión nominal de la red: 12 kV

Potencia asignada a la batería: 9 Mvar

Nivel de aislamiento:..... 50/125 kV

Número de condensadores: 27

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Esquema: doble estrella

Tensión asignada del condensador: 7.620 V

Potencia asignada al condensador: 333 Kvar

Grado de protección de envoltorio: IP42

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

8 Estructuras Metálicas y soportes

Las estructuras metálicas a instalar serán los soportes de los embarrados además de los soportes para la aparamenta.

Estos estarán formados por estructuras metálicas normalizadas de perfil de alma llena, galvanizados en caliente.

Para la fijación de las estructuras y colocación de elementos auxiliares se empleara tornillería y herrajes de acero inoxidable.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

9 Obra civil

9.1 Movimiento de tierras

La explanada deberá ser totalmente horizontal

Los trabajos de movimiento de tierras y relleno del terreno vendrán condicionados por el estudio geotécnico que previamente deberá realizarse, la topografía de la parcela y los drenajes y accesos previstos.

Todas las edificaciones deberán guardar una distancia mínima de 3 m a cualquier desmonte o terraplén. Los terraplenes no superaran los 2 metros de altura.

Al fin de las operaciones, se extenderá una capa de tierra vegetal con el objeto de una posterior siembra o revegetación para que todas las superficies queden integradas en el entorno minimizando así el impacto visual.

9.1.1 Protección frente a escorrentías

La plataforma deberá estar protegida de la escorrentía superficial, evacuando el agua hacia zonas más bajas.

La zona de recepción de aguas deberá estar protegida de la erosión con sistemas de reducción de la velocidad del agua que garanticen el correcto funcionamiento y durabilidad del sistema.

9.1.2 Cierre Perimetral de la Instalación, puerta de acceso y señalización

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la subestación, con las funciones:

- Proteger a personas ajenas a la subestación, evitando que lleguen a esta en contacto con elementos bajo tensión.
- Proteger la integridad de la instalación de actos vandálicos o posibles robos.

Se construirá una valla rodeando todo el perímetro, con fundaciones de hormigón armado para la sujeción de los postes.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Para el acceso se dispondrá de una puerta metálica de al menos 7 m, con una puerta de acceso para el personal de al menos 1 m. Esta será corredera y de cierre automático.

Todo el perímetro de la subestación estará señalizado regularmente con pictogramas de alta tensión según la reglamentación vigente.

9.2 Cimentaciones

Se construirán las cimentaciones pertinentes para dar soporte a los elementos de sujeción de los embarrados y soportes para el aparellaje.

Las cimentaciones tendrán canalizaciones de PVC para el paso de los cables de alimentación y control y de puesta a tierra de las estructuras metálicas.

9.2.1 Bancadas para Transformadores

Se construirá una bancada para cada transformador, formadas por una losa soporte y un foso para la recogida de aceite.

La bancada será de hormigón armado y dispondrá de dos vigas de acero que servirán de vías de rodadura para la colocación del transformador. Estos carriles dispondrán de un sistema de nivelación para la correcta colocación del transformador.

El sistema de recogida de aceite dispondrá de tubos de fibrocemento con una inclinación del 2% para evacuar el aceite y el agua hasta el depósito colector.

9.2.2 Depósito de Aceite

Con el propósito de evitar el vertido indeseado de residuos al terreno o a la red de saneamiento se construirá un depósito subterráneo en el que desagüe el contenido del foso de recogida de aceite del transformador.

El depósito se construirá en hormigón armado y será totalmente estanco y sin desagüe. Tendrá un volumen al menos 30% superior al volumen de aceite del transformador más grande de la instalación y dispondrá de un sistema de bombeo para su vaciado.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Dado que los transformadores están situados en intemperie, en el depósito se recogerá también agua de lluvia. Antes del vertido se comprobará que no contiene ningún residuo contaminante.

9.2.3 Canalizaciones de cables y arquetas

Según el tipo de cable se emplearán diferentes tipos de canalizaciones:

- Cables de control: Se dispondrán en arquetas de hormigón prefabricadas con tapas de hormigón excepto en zonas de paso que serán metálicas galvanizadas en caliente y deberán ser conectadas a la red de tierras. Las arquetas dispondrán de un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua.

- Cables de potencia: Para la canalización de los cables de potencia desde los transformadores hasta las celdas en el interior del edificio se empleará tubo de polietileno de alta densidad de doble pared e interior liso, con un diámetro mínimo de 200 mm.

- Cables de equipos y servicios auxiliares: Se empleará tubo de polietileno de sección adecuada.

9.2.4 Muro Cortafuegos

Con el objeto de evitar la propagación de un posible fuego originado en los transformadores se construirá un muro cortafuegos. La construcción de este muro se realiza en base a una estructura metálica en perfilera normalizada (UPN, HEB, etc.) con tratamiento galvanizado en caliente para resistir las condiciones meteorológicas de la zona. Los cubículos definidos por esta estructura metálica serán cerrados por medio de ladrillo cara vista.

9.3 Viales y grava

Para facilitar el acceso a las distintas zonas se construirán viales de asfalto. Estos se asentarán sobre una base de grava cemento y a su vez sobre una capa de suelo cemento. Se dotará al vial de una pendiente del 2% para evitar la acumulación del agua de lluvia.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

En el parque de intemperie se colocara una capa de 15 cm. grava de dimensiones entre 2 y 5 cm. Se colocara sobre una capa de geotextil a fin de evitar que crezcan plantas.

9.4 Edificio

Para la ubicación de los equipos de control, protección, comunicaciones y servicios auxiliares, así como las celdas de 12 kV se construirá un edificio de 27,70 X 10,65 m (medidas exteriores.) y 6 m de altura máxima; con 6 dependencias para albergar los distintos elementos y equipos que componen el sistema:

- a) Dependencia 1: Sala de celdas de 12 kV.
- b) Dependencia 2: Sala de control.
- c) Dependencia 3: Sala de transformador de S.Aux.
- d) Dependencia 4: Almacén.
- e) Dependencia 5: Almacén, cuarto de residuos.
- e) Dependencia 6: Aseo.

La estructura principal del edificio se construirá mediante elementos prefabricados de hormigón armado, realizándose “in situ” la cimentación, la solera para el asiento y el cerramiento; que se ejecutará mediante ladrillo cerámico con cámara de aire.

Los cerramientos exteriores de la fachada estarán formados por fábrica de ½ pie de ladrillo hueco doble, trasdosado con mortero hidrófugo y tabicón de ladrillo hueco doble al interior, enfoscado de cemento, terminado con pintura plástica por el interior y recubrimiento de mortero monocapa raspado por el exterior. El color de la fachada estará acorde con el entorno y con las indicaciones de las ordenanzas urbanísticas municipales del Ayuntamiento en donde se ubique la instalación.

La cubierta será inclinada a dos aguas, con una pendiente del 30% formada por placas alveolares, sobre las que se situarán tejas cerámicas de tipo árabe de color rojo o pizarra en función de la ubicación de la instalación y de la normativa urbanística aplicable. Las aguas pluviales, se recogerán perimetralmente mediante canalón de PVC de sección rectangular,

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

disponiendo las bajantes y canalizando las aguas a la red de desagüe de la instalación.

El pavimento del Edificio será de terrazo de 40x40 cm. pulido y abrillantado. Se colocará en todas las dependencias a excepción de la sala de control donde se instalará suelo técnico sobre elevado, constituido por losetas de 60x60 cm.

Los techos de la sala de celdas se pintarán con pintura plástica blanca, sellando las uniones entre las placas alveolares vistas, y en la sala de control y aseos se instalará un falso techo prefabricado, compuesto por planchas de 60x60 cm. sobre entramado visto de perfilería de aluminio, integrando las luminarias en el mismo.

La carpintería exterior de las ventanas, enrasadas interiormente, será en perfil de aluminio termolacado de color gris grafito. Se dispondrán separadores entre el acero y el aluminio para evitar pares galvánicos.

Todas las puertas excepto las de los aseos, serán metálicas con una resistencia al fuego RF-90, abrirán hacia el exterior e irán provistas de barra antipático interior, maneta exterior.

9.5 Sistema de Drenajes

Se construirá una red de drenajes para evacuar el agua de lluvia formada por tubos de plástico enterrados a una profundidad mínima de 80 cm con una pendiente del 1%. Estas canalizaciones serán recogidas por un colector al desagüe general para evacuar el agua.

9.6 Red de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento

Se instalarán lavabos y sanitarios, que irán conectados a la red de saneamiento y agua potable respectivamente

11 PLAZO DE EJECUCIÓN

Teniendo en cuenta las posibilidades de acopio de materiales y las necesidades del servicio en el momento de la construcción se puede estimar en 9 meses, el tiempo necesario para la ejecución de las obras que se detallan en el presente proyecto.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

12 PERIODO DE GARANTÍA

El periodo de garantía, tal y como se indica en el pliego de condiciones será de dos años a partir de fecha de recepción de la obra.

Santander, Mayo 2016

EL AUTOR DEL PROYECTO

JORGE MARTINEZ OTALO

DOCUMENTO Nº 2

MEMORIA DE CÁLCULO

ÍNDICE

1. RESUMEN DEL PROYECTO	1
2. NIVELES DE AISLAMIENTO	2
3. DISTANCIAS MÍNIMAS	3
3.1. Distancias fase-tierra y entre fases	3
3.2. Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección	3
3.3. Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación	3
4. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y JUSTIFICACIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	5
4.1. Descripción	5
4.2. Reactancias equivalentes de cortocircuito	5
4.3. Corrientes de cortocircuito en régimen permanente	9
4.4. Corriente de choque	9
4.5. Justificación de interruptores	10
5. CALCULO Y JUSTIFICACIÓN DE CONDUCTORES	12
5.1. Conductores rígidos	12
5.1.1. Embarrados de 55 kV	12
5.1.1.1. Descripción del tubo escogido	12
5.1.1.2. Cálculos eléctricos	12
5.1.1.2.1. Corriente nominal	12
5.1.1.2.2. Corriente de cortocircuito	13
5.1.1.3. Cálculos mecánicos	13
5.1.1.3.1. Esfuerzos electrodinámicos	13
5.1.1.3.2. Esfuerzos estáticos y debido al viento	13
5.1.1.3.3. Conclusiones	14
5.1.2. Embarrados de 12 kV	17
5.1.2.1. Descripción del tubo escogido	17
5.1.2.2. Cálculos eléctricos	17
5.1.2.2.1. Corriente nominal	17
5.1.2.2.2. Corriente de cortocircuito	17
5.1.2.3. Cálculos mecánicos	18
5.1.2.3.1. Esfuerzos electrodinámicos	18
5.1.2.3.2. Esfuerzos estáticos y debido al viento	18
5.1.2.3.3. Conclusiones	19

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

5.2. Conductores flexibles	20
5.2.1. Conductores de 55 kV	20
5.2.1.1. Descripción del cable escogido	20
5.2.1.2. Corriente nominal	20
5.2.2. Conductores de 12 kV	20
5.2.2.1. Descripción del cable escogido	20
5.2.2.2. Corriente nominal	21
5.2.2.3. Factores de corrección	21
5.2.2.4. Conclusiones.....	21
6. BATERÍA DE CONDENSADORES	22
6.1. Descripción de compensación de energía reactiva	22
6.2. Calculo de la potencia a compensar	23
7. ALUMBRADO	24
7.1. Cálculo de luminarias.....	24
7.2. Conclusiones	26
8. CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE LAS CIMENTACIONES DE LA APARAMENTA	27
8.1. Descripción método Sulzberguer	27
8.2. Dimensiones de las cimentaciones y peso	29
8.3. Momento resistente de las cimentaciones	29
8.4. Momento al vuelco de las cimentaciones	30
8.5. Conclusiones	30
9. CÁLCULO DE RED DE TIERRAS	31
9.1. Tierras inferiores.....	31
9.1.1. Descripción de la malla	31
9.1.2. Calculo del conductor de la malla	31
9.1.3. Tensiones de paso y contacto	32
9.1.4. Conclusiones	39
9.2. Tierras superiores	40
9.2.1. Descripción.....	40
9.2.2. Conclusiones	41

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

1. RESUMEN DEL PROYECTO

PARCELA

LOCALIZACION	Barrio de Cueto, Santander
SUPERFICIE PARCELA	3795 m ²
SUPERFICIE SUBESTACION	2447 m ²
SUPERFICIE EDIFICIO	230 m ²
PERIMETRO CERRAMIENTO	200 m

CARACTERISTICAS TECNICAS

TIPO SUBESTACION	Reductora 55 / 12 kV
TECNOLOGIA SUBESTACION	Tecnologia HIS
POTENCIA DE TRANSFORMACION	30 MVA + (30 MVA, Ampliación prevista)
TRANSFORMADOR S.AUX	160 KVA

SISTEMA DE 55 KV

UBICACIÓN PARQUE	INTEMPERIE
SUPERFICIE DEL PARQUE	505 m ²
TECNOLOGIA POSICIONES	POSICIONES HIBRIDAS AISLADAS SF6
TIPOLOGIA DE BARRAS	BARRA SIMPLE
NUMERO DE LÍNEAS	2
TENSION DE AISLAMIENTO	72,5 KV

SISTEMA DE 12 KV

UBICACIÓN PARQUE	INTERIOR DEL EDIFICIO
SUPERFICIE DE LA SALA DE CELDAS	100 m ²
TECNOLOGIA POSICIONES	CELDAS AISLADAS EN SF6
TIPOLOGIA DE BARRAS	BARRA SIMPLE PARTIDA
NUMERO DE LÍNEAS	10
CELDAS INSTALADAS	10 CELDAS DE LINEA
	2 CELDAS DE TRANSFORMADOR
	2 CELDAS DE MEDIDA
	1 CELDA DE S.AUX
	2 CELDAS DE BATERIA DE CONDENSADORES
	1 CELDA DE ACOPLAMIENTO
	1 CELDA DE REMONTE
TENSION DE AISLAMIENTO	24 KV

PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (IVA INCLUIDO)

FASE 1	2.345.290,84 €
FASE 2	656.410,18 €

2. NIVELES DE AISLAMIENTO

Según la instrucción MIE-RAT 12 se establecen 3 grupos en función de la tensión más elevada soportada por el material:

Grupo A. Tensión más elevada del material mayor de 1 kV y menor o igual de 36 kV.

Grupo B. Tensión más elevada del material mayor de 36 kV y menor o igual de 245 kV.

Grupo C. Tensión más elevada del material mayor de 245 kV.

En la subestación aplica el grupo A y B para el parque de 12 y 55 kV respectivamente.

En el sistema de 55 kV el material soporta una tensión permanente de 72,5 kV eficaces, 325 kV cresta para impulsos tipo rayo y 140 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

En el sistema de 12 kV el material soporta una tensión permanente de 24 kV eficaces, 125 kV cresta para impulsos tipo rayo y 50 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.

3. DISTANCIAS MÍNIMAS

3.1. Distancias fase-tierra y entre fases

La instrucción MIE-RAT 12 establece las siguientes distancias mínimas entre fase y tierra y entre fases para garantizar el aislamiento:

Para el nivel de tensión de 55 kV una distancia de 63 cm.

Para el nivel de tensión de 12 kV una distancia de 22 cm.

Para el diseño de la subestación se han empleado unas distancias de aislamiento entre fase-tierra y entre fases de 150 cm para el sistema de 55 kV y de 60 cm para el sistema de 12 kV. Ampliamente superiores a las mínimas exigidas garantizando así la máxima seguridad.

3.2. Distancias en pasillos de servicio y zonas de protección

Las distancias y dimensiones de los pasillos de servicio y las zonas de protección se pueden consultar en los planos Nº4 Planta General. Habiendo seguido para su diseño las siguientes condiciones.

Según la instrucción MIE-RAT 14 la anchura de los pasillos no será inferior a:

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

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

Para los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, la instrucción MIE-RAT 15 establece una altura mínima «h» sobre el suelo medida en centímetros, igual a $250 + d$. El valor de la distancia “d”

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

es la distancia mínima de aislamiento entre fases y fase-tierra, expresada en cm. Siendo estas:

Para el sistema de 55 kV, $d=63$ cm.

Para el sistema de 12 kV, $d=22$ cm.

3.3. Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

La instrucción MIE-RAT 15 señala que la altura mínima de la valla deberá ser de 220 cm, medidos desde el exterior.

La distancia mínima de seguridad desde la valla los elementos en tensión será:

$$G=d+150$$

Siendo $d=63$ cm para el parque de 55 kV y $d=22$ cm para el de 12 kV.

La altura mínima de seguridad desde los elementos en tensión que se sitúen por encima de la valla serán de:

En el sistema de 55 kV:

$$H = D_{aa} + D_{el} = 5,3 + 0,70 = 6,00\text{m}$$

Todas las distancias de seguridad son inferiores a las reglamentadas , como se puede ver en el plano Nº 4 Planta General.

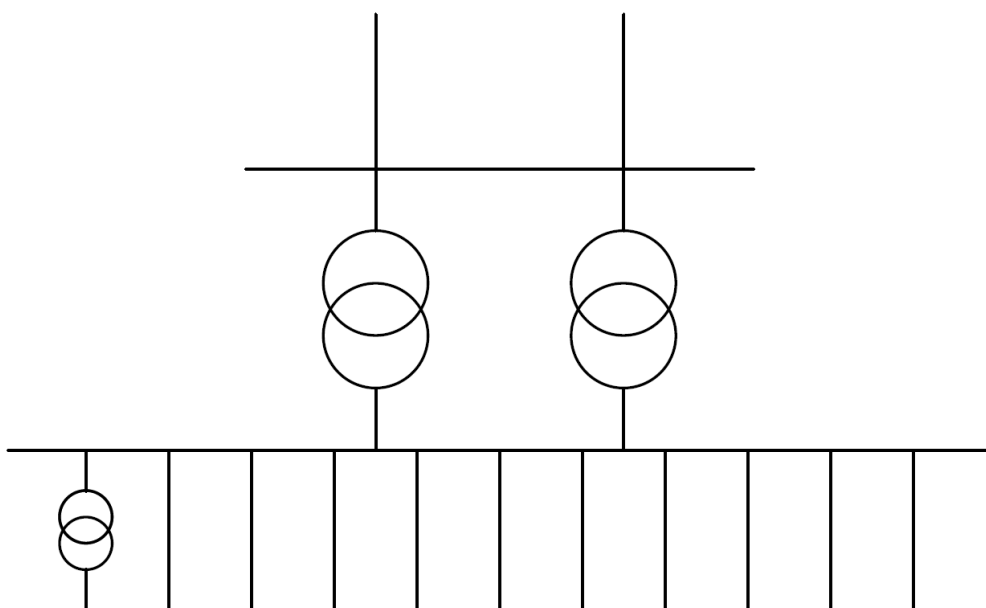
4. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y JUSTIFICACIÓN DE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

4.1. Descripción

Para calcular la corriente de cortocircuito y de esta manera justificar los interruptores seleccionados en la subestación se va a emplear el método por unidad, partiendo de la potencia de cortocircuito en el nudo de conexión que es un dato suministrado por la compañía distribuidora.

La potencia de cortocircuito en el nudo donde está proyectada la subestación es de 1545 MVA.

La subestación tiene el siguiente esquema unifilar simplificado:



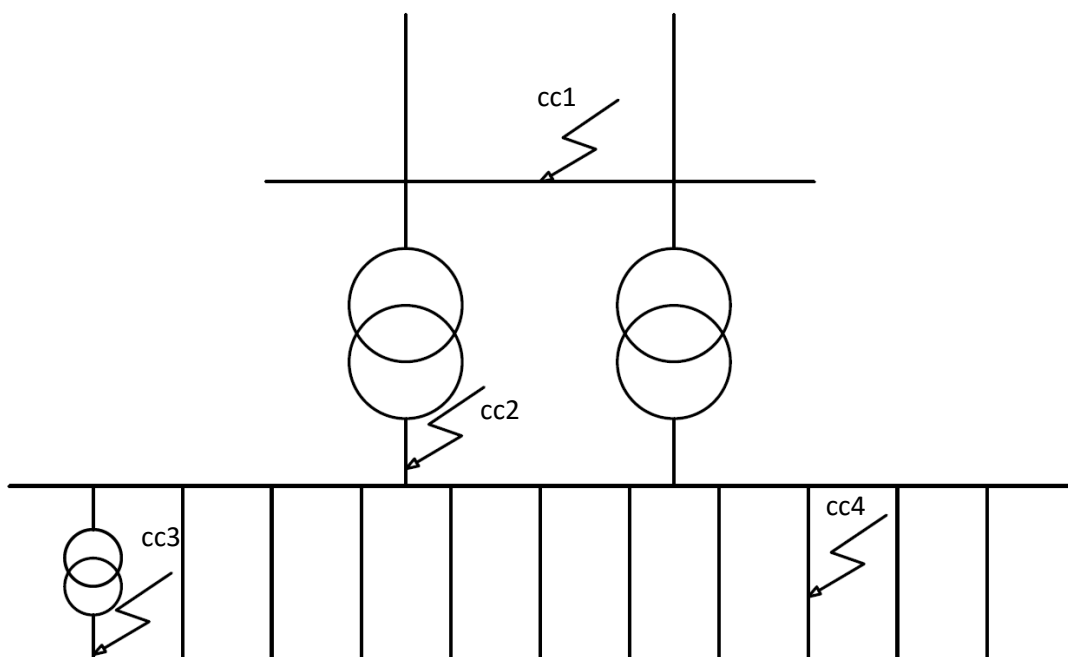
Se van a calcular las corrientes de cortocircuito trifásico, en los siguientes puntos de la subestación:

cc1 Barras de 55kV

cc2 Bornas del secundario del transformador 55/12 kV

cc3 Embarrado de 12kV

cc4 Bornas del secundario del transformador de 12/0.4 kV



4.2. Reactancias equivalentes de cortocircuito

Se escoge una potencia base de 30 MVA

$$S_b = 30 \text{ MVA}$$

Para calcular la corriente de cortocircuito primero se calcula la potencia de cortocircuito en los puntos

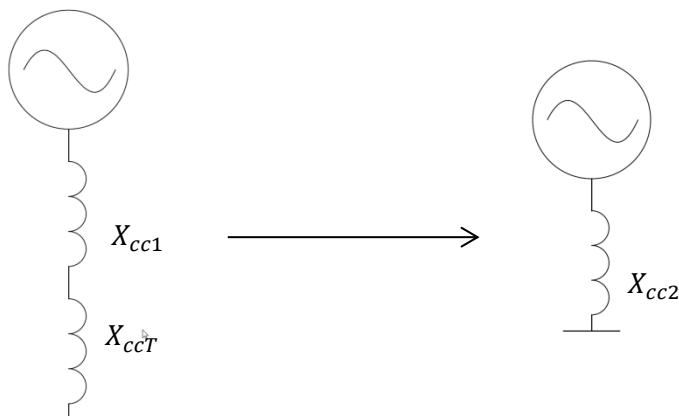
Se calcula la reactancia equivalente en valores unitarios, para a partir de ahí con la potencia base obtener la corriente de cortocircuito en cada punto estudiado.

-Cortocircuito en barras de 55 kV



$$X_{cc1} = \frac{S_b}{S_n} = \frac{30}{1546} = 0.0194j \text{ pu}$$

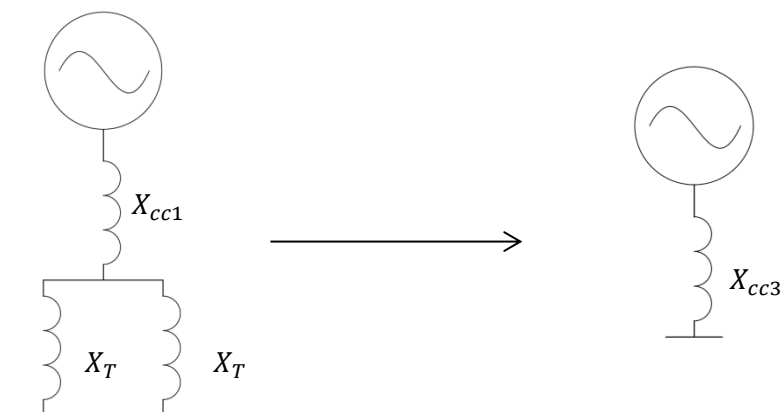
-Cortocircuito en bornas del secundario del transformador 55/12 kV



$$X_T = U_{cc} \% \cdot \frac{S_b}{S_n} = 0.12 \cdot \frac{30}{30} = 0.12 \text{ j pu}$$

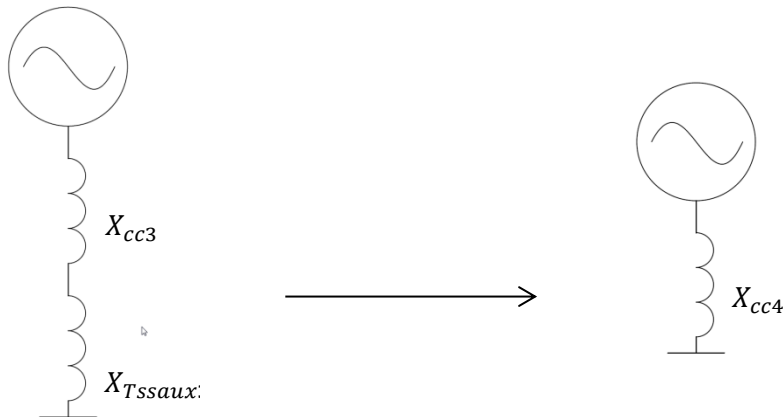
$$X_{cc2} = X_{cc1} + X_T = 0.0194 \text{ j} + 0.12 \text{ j} = 0.1394 \text{ j pu}$$

-Cortocircuito en barras de 12kV



$$X_{cc3} = X_{cc1} + \frac{X_T \cdot X_T}{X_T + X_T} = 0.0194 \text{ j} + \frac{0.12 \text{ j} \cdot 0.12 \text{ j}}{0.12 \text{ j} + 0.12 \text{ j}} = 0.07940 \text{ j pu}$$

-Cortocircuito en bornas del secundario del transformador de 12/0.4 kV



$$X_{Tssaux} = U_{cc} \% \cdot \frac{S_b}{S_n} = 0.04 \cdot \frac{30}{0.16} = 7.5 \text{ } j \text{ } pu$$

$$X_{cc4} = X_{cc3} + X_{Tssaux} = 0.0794 \text{ } j + 7.5 \text{ } j = 7.579 \text{ } j \text{ } pu$$

Con las reactancias equivalentes podemos calcular la potencia de cortocircuito en cada punto.

$$S_{cc} = \frac{S_b}{X_{cc}}$$

$$S_{cc1} = \frac{S_b}{X_{cc1}} = \frac{30 \text{ MVA}}{0.0194 \text{ } j} = 1546 \text{ MVA}$$

$$S_{cc2} = \frac{S_b}{X_{cc2}} = \frac{30 \text{ MVA}}{0.1394 \text{ } j} = 215.21 \text{ MVA}$$

$$S_{cc3} = \frac{S_b}{X_{cc3}} = \frac{30 \text{ MVA}}{0.07940 \text{ } j} = 377.8 \text{ MVA}$$

$$S_{cc4} = \frac{S_b}{X_{cc4}} = \frac{30 \text{ MVA}}{7.5794 \text{ } j} = 3.96 \text{ MVA}$$

4.3. Corrientes de cortocircuito en régimen permanente

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc1}}{U_1 \cdot \sqrt{3}} = \frac{1546 \cdot 10^6}{55000 \cdot \sqrt{3}} = 16230 \text{ A}$$

$$I_{cc2} = \frac{S_{cc2}}{U_2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{215.21 \cdot 10^6}{12000 \cdot \sqrt{3}} = 10354 \text{ A}$$

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc3}}{U_3 \cdot \sqrt{3}} = \frac{377.8 \cdot 10^6}{12000 \cdot \sqrt{3}} = 18177 \text{ A}$$

$$I_{cc4} = \frac{S_{cc4}}{U_4 \cdot \sqrt{3}} = \frac{3.96 \cdot 10^6}{400 \cdot \sqrt{3}} = 5716 \text{ A}$$

4.4. Corriente de choque

$$I_{ch} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc}$$

$$I_{ch1} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc1} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 16230 = 41315 \text{ A}$$

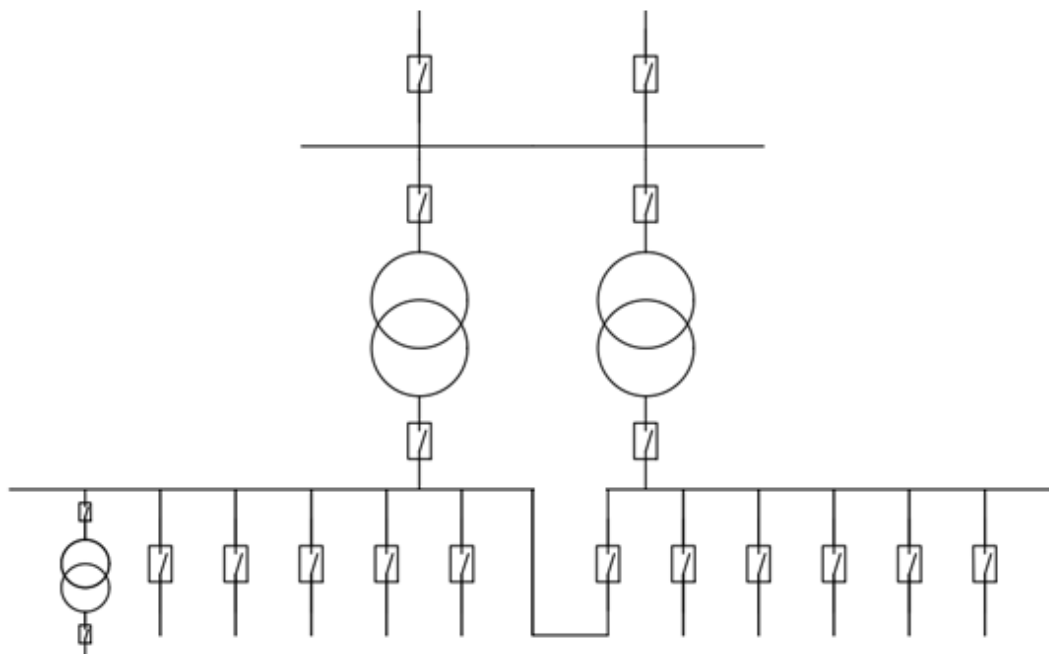
$$I_{ch2} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc2} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10354 = 26357 \text{ A}$$

$$I_{ch3} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc3} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 18177 = 46271 \text{ A}$$

$$I_{ch4} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc4} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 5716 = 14551 \text{ A}$$

4.5. Justificación interruptores

El esquema unifilar simplificado muestra la localización de los interruptores en la subestación.



Los interruptores de la subestación irán encapsulados y aislados en SF6, tanto los situados en los módulos híbridos de intemperie como los de las celdas de interior.

Las corrientes de cortocircuito y de choque que tendrán que maniobrar son las siguientes.

Punto	Scc (MVA)	Icc (A)	Ich (A)
1	1.546,00	16.230,00	41.315,00
2	215,21	10.354,00	26.357,00
3	377,80	18.177,00	46.271,00
4	3,96	5.716,00	14.551,00

Punto Cc1

La corriente de cortocircuito en régimen permanente es de 16230 A y la corriente de choque es de 41315 A.

El interruptor a instalar en punto 1 corresponde a la posición de línea de 55 kV, que tiene unas características de poder de corte de 31500 A y poder de cierre de 80000 A por lo que cumple con los criterios de cálculo.

Punto Cc2

La corriente de cortocircuito en régimen permanente es de 10354 A y la corriente de choque es de 26357 A.

El interruptor a instalar en el punto 2 corresponde a la posición de transformador en las celdas de media tensión, el interruptor de estas celdas presenta un poder de corte en régimen permanente de 31500 A y de poder de cierre de 82000 A por lo que cumple con los criterios de cálculo.

Punto Cc3

La corriente de cortocircuito en régimen permanente es de 18177 A y la corriente de choque es de 46271 A.

El interruptor a colocar en el punto 3 corresponde a las posiciones de línea de las celdas de media tensión, el interruptor de las celdas de línea tiene un poder de corte en régimen permanente de 25000 A y un poder de cierre de 65000 A, por lo que cumple con los criterios de cálculo.

Punto Cc4

La corriente de cortocircuito en régimen permanente es de 5716 A y la corriente de choque es de 14551 A.

El interruptor a colocar en el punto 4 corresponde con la salida del secundario el transformador de servicios auxiliares, este ira colocado en el cuadro de baja tensión del transformador y presenta un poder de corte de 35000 A y un poder de cierre de 74000 A, por lo que cumple con los criterios de cálculo.

5. CALCULO Y JUSTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

En este apartado se pretende justificar los conductores escogidos mediante criterios eléctricos y mecánicos.

La metodología empleada en los cálculos mecánicos se ha tomado de la norma UNE-EN 60865-1/2 Calculo de efectos de Corrientes de cortocircuito y el RLAT, reglamento de líneas de alta tensión.

5.1. Conductores rígidos

5.1.1. Embarrados de 55 kV

5.1.1.1. Descripción del tubo escogido:

Material	Aluminio
Diámetro exterior	70 mm
Espesor	5 mm
Diámetro interior	60 mm
Intensidad máx Admisible	1550 A
Sección	1021 mm ²
Peso lineal	2,76 kg/m
Limite elástico	170 MPa

5.1.1.2. Cálculos eléctricos

5.1.1.2.1. Corriente nominal

La potencia nominal de la instalación a efectos de cálculo una vez que sea completa la futura instalación del 2º transformador será de 60 MV, por lo tanto se prevé una corriente nominal de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{60000}{\sqrt{3} * 55} = 629 A$$

La intensidad nominal a plena carga es de 629 A, que es muy inferior a la intensidad máxima admisible, por lo que el embarrado cumple los criterios eléctricos de cálculo.

5.1.1.2.2. Corriente de cortocircuito

En barras de 55 kV se prevé una corriente de cortocircuito de régimen permanente de 16230 A y una corriente de choque de 41315 A.

5.1.1.3. Cálculos mecánicos

5.1.1.3.1. Esfuerzos electrodinámicos

El valor pico de la fuerza entre los conductores principales viene dada por la siguiente formula.

$$F_{m3} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i_p^2 \cdot \frac{l}{a_m}$$

i_p	Valor de la corriente de choque
l	Distancia entre eje de soportes adyacentes
a_m	Distancia entre conductores principales
μ_0	Constante magnética, permeabilidad del vacío

Datos de partida

i_p	41315 A
l	7 m
a_m	1,5m
μ_0	$1,26 \cdot 10^{-6}$ H/m

$$F_{m3} = \frac{1,26 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 41315^2 \cdot \frac{7}{1,5} = 1379,7 \text{ N}$$

5.1.1.3.2. Esfuerzos estáticos y debidos al viento

Fuerza debida al peso propio del conductor

$$F_{Peso} = p \cdot l \cdot 9,81$$

Fuerza debida al viento

$$F_{Viento} = q \cdot l \cdot D$$

q	Presión ejercida por el viento
p	Peso lineal del conductor
l	Longitud del conductor
D	Diámetro del conductor

Datos de partida

q	500 N/m ²
p	2,757 kg/m
l	7 m
D	0,07 m

$$F_{Peso} = 2,757 \cdot 7 \cdot 9,81 = 189,3 \text{ N}$$

$$F_{Viento} = 500 \cdot 7 \cdot 0,07 = 245 \text{ N}$$

$$F_{Total} = \sqrt{F_{Peso}^2 + F_{Viento}^2} = \sqrt{189,3^2 + 245^2} = 309,6 \text{ N}$$

5.1.1.3.3. Conclusiones

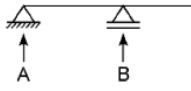
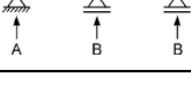
La tensión admisible en tubo se calcula teniendo en cuenta el valor pico de las fuerzas electrodinámicas y las fuerzas resultantes del peso propio del embarrado y del efecto del viento.

La tensión mecánica en el tubo viene dada por la siguiente formula.

$$\sigma_{m,d} = V_{\sigma m} \cdot V_{rm} \cdot \beta \cdot \frac{F \cdot l}{8 \cdot W_m}$$

$$F = \sqrt{F_{m3}^2 + F_{Peso+viento}^2}$$

$V_{\sigma m} \cdot V_{rm}$	Factores que tienen en cuenta los fenómenos dinámicos
β	Factor que depende el tipo y número de soportes
W_m	Módulo de sección del conductor
F	Fuerza sobre los conductores
l	Distancia entre soportes

Tipo de viga y de soporte		Factor α	Factor β^*	Factor γ
Vigas de un solo vano	A y B: soportes simples 	A: 0,5 B: 0,5	1,0	1,57
	A: soporte empotrado B: soporte simple 	A: 0,625 B: 0,375	$\frac{8}{11} = 0,73$	2,45
	A y B: soportes empotrados 	A: 0,5 B: 0,5	$\frac{8}{16} = 0,5$	3,56
Vigas continua con soportes simples equidistantes	Dos vanos 	A: 0,375 B: 1,25	$\frac{8}{11} = 0,73$	2,45
	Tres o más vanos 	A: 0,4 B: 1,1	$\frac{8}{11} = 0,73$	3,56

* Se incluyen los efectos de plasticidad.

Datos de partida

$V_{\sigma m} \cdot V_{rm}$	1
β	0,73
W_m	$1,55 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
l	7 m

$$F = \sqrt{1379,7^2 + 309,6^2} = 1414 \text{ N}$$

$$\sigma_{m,d} = 1 \cdot 0,73 \cdot \frac{1414 \cdot 7}{8 \cdot 1,55 \cdot 10^{-5}} = 58279435,23 \text{ N}$$

$$\sigma_{m,d} = 52,28 \text{ MPa}$$

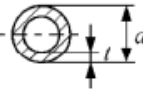
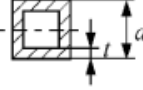
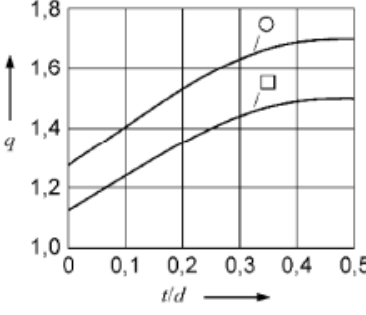
Tensión admisible en el tubo

Un conductor único se supone capaz de soportar las fuerzas de cortocircuito cuando:

$$\sigma_{m,d} \leq q \cdot f_y$$

q Factor que describe el aumento de la tensión mecánica máxima admisible en un conductor debido al comportamiento plástico fuera de sus apoyos

f_y Límite elástico del conductor

Sección transversal	Sección transversal
 $q = 1,5$	 $q = 1,83$
	 $q = 1,19$
 $q = 1,7$  $q = 1,7 \frac{1 - (1 - 2t/d)^3}{1 - (1 - 2t/d)^4}$  $q = 1,5 \frac{1 - (1 - 2t/d)^3}{1 - (1 - 2t/d)^4}$	
q es válido para el eje de flexión dibujado en línea discontinua. Las fuerzas son perpendiculares a este eje.	

Datos de partida

q	1,37
f_y	170 MPa

$$52,28 \text{ MPa} \leq 1,37 \cdot 170 \text{ MPa}$$

$$52,28 \text{ MPa} \leq 233 \text{ MPa}$$

La tensión soportada por el embarrado es ampliamente inferior a la tensión máxima admisible, por lo que cumple con los criterios de cálculo.

5.1.2. Embarrados de 12 kV

5.1.2.1. Descripción del tubo escogido

Material	Cobre
Diámetro exterior	50 mm
Espesor	8 mm
Diámetro interior	34 mm
Intensidad máx Admisible	1750 A
Sección	1055,6 mm ²
Peso lineal	2,76 kg/m
Límite elástico	250 MPa

5.1.2.2. Cálculos eléctricos

5.1.2.2.1. Corriente nominal

La potencia nominal de cada transformador es de 30 MVA por lo que por cada embarrado de 12 kV, en condiciones de plena carga, circulara una intensidad de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{30000}{\sqrt{3} * 12} = 1443 \text{ A}$$

La intensidad que circula por el embarrado es inferior a la intensidad máxima admisible, por lo que cumple con los criterios eléctricos de cálculo.

5.1.2.2.2. Corriente de cortocircuito

En barras de 12 kV de la salida de los transformadores se prevé una corriente de cortocircuito de régimen permanente de 10354 A y una corriente de choque de 26357 A.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

5.1.2.3. Cálculos mecánicos

5.1.2.3.1. Esfuerzos electrodinámicos

EL valor pico de la fuerza entre los conductores principales viene dada por la siguiente formula.

$$F_{m3} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot i_p^2 \cdot \frac{l}{a_m}$$

Datos de partida

i_p 26357 A

l 3,1 m

a_m 0,437 m

μ_0 $1,26 \cdot 10^{-6}$ H/m

$$F_{m3} = \frac{1,23 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 26357^2 \cdot \frac{3,1}{0,437} = 856 \text{ N}$$

5.1.2.3.2. Esfuerzos estáticos y debido al viento

Datos de partida

q 500 N/m²

p 9,38 kg/m

l 3,1 m

D 0,05 m

Fuerza debido al peso propio del conductor

$$F_{Peso} = p \cdot l \cdot 9,81 = 9,38 \cdot 3,1 \cdot 9,81 = 285,4 \text{ N}$$

Fuerza debida al viento

$$F_{Viento} = q \cdot l \cdot D = 500 \cdot 3,1 \cdot 0,05 = 77,5 \text{ N}$$

$$F_{Total} = \sqrt{F_{Peso}^2 + F_{Viento}^2} = \sqrt{285,4^2 + 77,5^2} = 295,7 \text{ N}$$

5.1.2.3.3. Conclusiones

La tensión mecánica en el tubo viene dada por la siguiente formula.

$$\sigma_{m,d} = V_{\sigma m} \cdot V_{rm} \cdot \beta \cdot \frac{F \cdot l}{8 \cdot W_m}$$

Datos de partida	
$V_{\sigma m} \cdot V_{rm}$	1
β	0,73
W_m	$9,65 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
l	3,1 m

$$F = \sqrt{F_{m3}^2 + F_{Peso+viento}^2} = \sqrt{856^2 + 295,7^2} = 905,6 \text{ N}$$

$$\sigma_{m,d} = 1 \cdot 0,73 \cdot \frac{905,6 \cdot 3,1}{8 \cdot 9,65 \cdot 10^{-6}} = 26485357,17 \text{ N}$$

$$\sigma_{m,d} = 26,48 \text{ MPa}$$

Tensión admisible en el tubo

Un conductor único se supone capaz de soportar las fuerzas de cortocircuito cuando:

$$\sigma_{m,d} \leq q \cdot f_y$$

Datos de partida	
q	1,48
f_y	250 MPa

$$26,48 \text{ MPa} \leq 1,48 \cdot 250 \text{ MPa}$$

$$26,48 \text{ MPa} \leq 370 \text{ MPa}$$

La tensión soportada por el embarrado es ampliamente inferior a la tensión máxima admisible, por lo que cumple con los criterios de cálculo

5.2. Conductores flexibles

5.2.1. Conductores de 55 kV

5.2.1.1. Descripción del cable escogido

Material	Aluminio
Aislamiento	Desnudo
Sección	354,7 mm ²
Diámetro del conductor	24,43 mm
Peso	kg/km
Resistencia a 20°C	0,081 Ω/km
Intensidad máxima	656 A

5.2.1.2. Corriente nominal

En condiciones de plena carga y bajo la hipótesis que una de las dos líneas estuviera abierta, la intensidad máxima que podría circular por el conductor sería misma que por el embarrado, 630 A, por lo que el cable cumple las condiciones de cálculo eléctrico.

5.2.2. Conductores de 12 kV

5.2.2.1. Descripción del cable escogido

Material	Cobre
Aislamiento	XLPE
Tensión aislamiento	12/20 kV
Sección	400 mm ²
Diámetro del conductor	425,5 mm
Peso	4540 kg/km
Impedancia	0,099 Ω/km
Capacidad	0,343 μF/km
Intensidad máxima	560 A

5.2.2.2. Corriente nominal

La potencia nominal de cada transformador es de 30 MVA por lo que por cada embarrado de 12 kV, en condiciones de plena carga, circulara una intensidad de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{30000}{\sqrt{3} * 12} = 1443 \text{ A}$$

El RAT establece que para cables de cobre enterrados bajo tubo, con aislamiento de XLPE, la intensidad máxima será de 520 A.

Se colocaran un total de tres ternas por fase, por lo que en total la manguera tendrá una capacidad de 1560 A.

5.2.2.3. Factores de corrección

El RAT establece que para pequeñas longitudes de tubo, menores de 15 m, rellenos con materiales aglomerados especiales no es necesario aplicar ningún factor de corrección.

5.2.2.4. Conclusiones

La capacidad del conjunto de cables XLPE de 400 mm² cumple con la corriente máxima en condiciones de plena carga.

6. BATERÍA DE CONDENSADORES

6.1. Descripción de compensación de energía reactiva

Energía activa

Todas las máquinas eléctricas alimentadas en corriente alterna convierten la energía eléctrica suministrada en trabajo mecánico y calor. Esta energía se mide en kWh y se denomina energía activa. Los receptores que absorben únicamente este tipo de energía se denominan resistivos.

Energía reactiva

Ciertos receptores necesitan campos magnéticos para su funcionamiento (motores, transformadores...) y consumen otro tipo de energía denominada energía reactiva. El motivo es que este tipo de cargas (denominadas inductivas) absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos que necesitan para su funcionamiento y la entregan durante la destrucción de los mismos.

Este trasiego de energía entre los receptores y la fuente provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión en los mismos, y un consumo de energía suplementario que no es aprovechable directamente por los receptores.

De esta forma mejorando el factor de potencia además de cumplir con la normativa, que establece que el factor de potencia en distribución deberá ser como mínimo $\cos \varphi = 0.95$, aumentaremos la capacidad de las líneas mejorando así la calidad de la red de distribución.

6.2. Calculo de la potencia a compensar

Datos de partida:

Se supondrá un caso desfavorable en el que el factor de potencia es 0.8 y se mejorar hasta 0.95.

Caso desfavorable $\cos \varphi = 0.8$ $\sin \varphi = 0.6$

Caso óptimo $\cos \varphi = 0.95$ $\sin \varphi = 0.31225$

$$Q = S * \sin \varphi$$

$$Q_{Des.} = S * \sin \varphi_{Desf.} = 60 * 0.6 = 36 \text{ MVAR}$$

$$Q_{Opt.} = S * \sin \varphi_{Opt.} = 60 * 0.31225 = 18.735 \text{ MVAR}$$

Por lo tanto la potencia reactiva a compensar será la diferencia entre ambos casos.

$$Q_{compensar} = 36 - 18.735 = 17.265 \text{ MVAR}$$

La potencia total a instalar será de 17.265 MVAR a 12 kV.

7. ALUMBRADO

Las normas UNE-EN 12464-1 y UNE-EN 12464-2 de Iluminación en lugares de trabajo interiores y exteriores respectivamente, indica unos niveles de iluminación de:

Interior

-Sala de control:	500 lux
-Sala de celdas:	200 lux
-Sala del transformador de servicios auxiliares:	200 lux
-Sala de baterías:	200 lux
-Aseo:	200 lux

Exterior

-Parque de intemperie:	100 lux
-Viales:	5 lux

7.1. Calculo luminarias

Para calcular el número de luminarias a colocar se ha empleado el método de los lúmenes.

$$\phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

E_m	Nivel de iluminación medio (lux)
ϕ_T	Flujo luminoso necesario (lúmenes)
S	Superficie a ilumina (m2)
C_u	Coeficiente de utilización
C_m	Coeficiente de mantenimiento

$$NL = \frac{\phi_T}{\eta \cdot N \cdot \phi_L}$$

NL	Número de luminarias
Φ_L	Flujo luminoso de una lámpara (lúmenes)
N	Número de lámparas que tiene la luminaria
η	Rendimiento luminoso de la lámpara

Interior					
	Sala celdas	Sala control	Sala transformador	Sala baterías	Aseo
Φ_T	41.666,67	67.708,33	2.083,33	5.833,33	2.708,33
E_m	200	500	200	200	200
S	100	65	5	14	7
C_u	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
C_m	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
NL	9	15	1	2	2
n	2	2	1	2	1
Φ_L	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
η	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Exterior	
Viales	
Φ_T	73395
E_m	20
S	1764
C_u	0,6
C_m	0,8
NL	35
n	1
Φ_L	2330
η	0,9

7.2. Conclusiones

Para la iluminación del edificio se emplearan un total de 29 luminarias y 55 lámparas fluorescentes.

Las lámparas tienen una potencia 28 W por tubo, lo que hace un total de 1540 W de potencia instalada.

En la iluminación exterior se utilizaran farolas tipo led, un total de 35 distribuidas principalmente por el perímetro de la subestación, del parque de intemperie y en la fachada del edificio.

En total se instalaran 35 farolas de 20 W de potencia que suman 700W de potencia instalada en el exterior.

En caso de avería, la iluminación del parque de intemperie se reforzara con proyectores móviles que se conectaran al sistema de fuerza del parque de intemperie.

8. CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE LAS CIMENTACIONES DE LA APARAMENTA

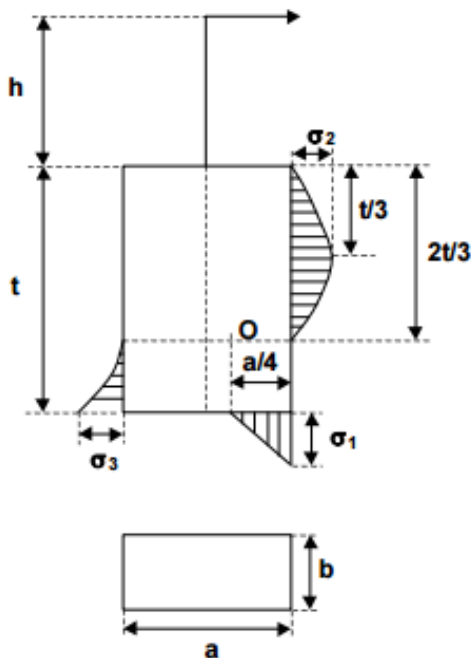
8.1. Descripción método Sulzberguer

En este apartado se pretende justificar o las cimentaciones empleadas para dar soporte a los elementos situados en el parque de alta tensión, principalmente aparamenta eléctrica.

Las cimentaciones empleadas para este tipo de estructuras son de tipo monobloque y se han calculado con el método de Sulzberguer.

El procedimiento general de cálculo consiste en lo siguiente:

La acción del viento produce sobre la estructura un momento al vuelco. La cimentación tendrá un momento resistente que equilibrara el momento de vuelco. El momento resistente de la cimentación se calcula considerando la colaboración lateral y de fondo del terreno y el peso propio de la cimentación y la estructura. Según la figura.



SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

h	altura de la estructura
a y b	dimensiones de la cimentación
t	profundidad de la cimentación
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	tensiones máximas sobre el terreno
O	Punto de giro de la cimentación

Momento resistente de la cimentación

De tal forma que el momento resistente viene dado por:

$$M_r = \frac{b \cdot t^3}{36} \cdot Ct \cdot tg \alpha + P \cdot a \cdot \left(0,5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^2 \cdot b \cdot Cb \cdot tg \alpha}} \right)$$

P Peso en N de la estructura + peso cimentación

tg α α Angulo de giro de la cimentación (tg α =0.01)

Ct y Cb Coeficientes de balasto del terreno.

Para el terreno de la subestación se ha considerado un valor de coeficiente de balasto de $40 \cdot 10^7$ N/m³ que corresponde con el de un terreno con margas y calizas arcillosas.

Momento al vuelco de la cimentación

Para calcular el momento al vuelco sobre las estructuras, se ha tenido en cuenta la presión que el viento ejerce sobre estas únicamente, por ser los más relevantes.

El RLAT establece unas presiones de viento de 170 DaN y 100 DaN para estructuras de celosía y zonas planas respectivamente.

Los soportes se han considerado como estructuras de celosía por tener un valor de presión de viento mas restrictivo, mientras que el muro antiincendios se ha considerado como zona plana.

El centro de gravedad de las estructuras se ha considerado a 2/3 de la altura total del soporte+equipo.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

8.2. Dimensiones de las cimentaciones y peso

Cimentación	b(m)	t(m)	a(m)	Peso(N)
Puntas Franklin	0,80	0,90	0,80	17.608,95
Transformador de tensión línea (x1)	0,80	0,90	0,80	9.633,42
Transformador de tensión línea (x3)	0,80	0,90	0,80	48.265,20
Aisladores línea 55kV	1,00	1,00	1,00	43.777,13
Autovalvulas 55 kV	0,80	0,90	0,80	28.252,80
Módulo híbrido 55 kV	2,00	1,50	2,00	158.431,50
Aisladores Barras 55 kV	1,00	1,00	1,00	46.572,98
Autovalvulas 12 kV	0,80	0,90	0,80	48.883,23
Muro antiincendios	0,80	0,90	5,24	111.988,51

8.3. Momento resistente de las cimentaciones

Aplicando la fórmula de momento resistente descrita anteriormente se obtienen los momentos resistentes de las cimentaciones.

Cimentación	Mr (N·m)
Puntas Franklin	71.227,81
Transformador de tensión línea (x1)	68.404,20
Transformador de tensión línea (x3)	81.311,80
Aisladores línea 55kV	130.840,76
Autovalvulas 55 kV	74.849,68
Módulo híbrido 55 kV	897.921,30
Aisladores Barras 55 kV	132.028,60
Autovalvulas 12 kV	81.505,17
Muro antiincendios	348.333,94

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

8.4. Momento al vuelco de las cimentaciones

Cimentación	Superficie (m)	Presión viento (N/m ²)	Altura libre (m)	Distancia al punto de giro (m)	CDG (m)	Nº Zapatas	Mv (N·m)
Puntas Franklin	1,67	1.700	7,0	0,60	4,67	1	14.952,07
Transformador de tensión línea (x1)	1,00	1.700	4,0	0,60	2,67	2	2.776,67
Transformador de tensión línea (x3)	5,00	1.700	4,0	0,60	2,67	1	27.766,67
Aisladores línea 55kV	5,00	1.700	4,0	0,67	2,67	2	14.166,67
Autovalvulas 55 kV	1,90	1.700	4,0	0,60	2,67	2	5.275,67
Módulo híbrido 55 kV	2,30	1.700	3,7	1,00	2,47	1	13.554,67
Aisladores Barras 55 kV	2,30	1.700	5,5	0,67	3,67	2	8.471,67
Autovalvulas 12 kV	1,00	1.700	4,0	0,60	2,67	1	5.553,33
Muro antiincendios	20,10	1.000	4,6	0,60	3,07	1	73.700,00

8.5. Conclusiones

Como se puede ver en la tabla resumen el momento resistente de las cimentaciones es muy superior al momento al vuelco esperado, por lo que cumplen con los criterios de cálculo.

Cimentación	Mv (N·m)	Mr (N·m)	Coefficiente de seguridad
Puntas Franklin	14.952,07	71.227,81	4,76
Transformador de tensión línea (x1)	2.776,67	68.404,20	24,64
Transformador de tensión línea (x3)	27.766,67	81.311,80	2,93
Aisladores línea 55kV	14.166,67	130.840,76	9,24
Autovalvulas 55 kV	5.275,67	74.849,68	14,19
Módulo híbrido 55 kV	13.554,67	897.921,30	66,24
Aisladores Barras 55 kV	8.471,67	132.028,60	15,58
Autovalvulas 12 kV	5.553,33	81.505,17	14,68
Muro antiincendios	73.700,00	348.333,94	4,73

9. CALCULO RED DE TIERRAS

9.1. Tierras inferiores

9.1.1. Descripción de la malla

La malla está compuesta por cable de cobre desnudo enterrado a un metro de profundidad formando una cuadrícula de 4 metros de lado y ocupara toda la superficie de la subestación. Además para reforzar la seguridad y adecuar los valores de tensiones de paso y contacto llevara 25 picas de cobre de 2 m de longitud distribuidas principalmente en el perímetro de la malla.

9.1.2. Calculo del conductor de la malla

Para el cálculo de la sección a emplear en el conductor de la malla se han seguidos las recomendaciones de la norma IEEE Std 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding.

$$I = A \sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r} \right) \ln \left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a} \right)}$$

I Intensidad (kA)

A Sección del conductor (mm²)

T_m Temperatura máxima admisible (°C)

T_a Temperatura ambiente (°C)

α₀ Coeficiente de resistividad térmica a 0 °C (1/°C)

α_r Coeficiente de resistividad térmica a la temperatura T_r (1/°C)

ρ_r Resistividad del conductor de tierra a T_r (Ω·cm)

K₀ 1/ α₀ (°C)

t_c Duración de la falta (s)

TCAP Factor de capacidad térmica para el Cu (J/(cm³·°C))

Datos de partida	
i	18,17 kA
T_m	200 °C
T_a	35 °C
T_r	20 °C
α₀	0,00381 1/°C
α_r	0,00381 1/°C
ρ_r	1,78 Ω·cm
K₀	242 °C
t_c	0,5 s
TCAP	3,42 J/(cm ³ ·°C)

Despejando la ecuación anterior

$$A = \frac{I}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

$$A = \frac{18,17}{\sqrt{\left(\frac{3,42 \cdot 10^{-4}}{0,1 \cdot 0,00381 \cdot 1,78}\right) \ln\left(\frac{242 + 200}{242 + 35}\right)}}$$

$$A = 83,73 \text{ mm}^2$$

El conductor que se empleara en la malla será de 95 mm² de sección.

9.1.3. Tensiones de paso y contacto

La ITC-RAT-13 establece unas tensiones de paso y contacto mínimas que no deberán superarse en ningún punto de la instalación, estas dependen de la duración de la corriente falta.

Para el cálculo de las tensiones de paso y contacto no deberá suponerse un tiempo inferior a 0,1 s. Para el diseño de la malla se ha considerado un tiempo de despeje de 0,5 s.

Estos son los valores de tensión de contacto aplicada a la que puede estar el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la corriente de falta.

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
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Las tensiones de paso y contacto máximas aplicadas para la instalación se obtendrán de las siguientes formulas.

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_s}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

U_{ca}	Valor admisible de la tensión de contacto aplicada
U_{pa}	Valor admisible de la tensión de paso aplicada. $U_{pa} = 10 U_{ca}$
R_{a1}	Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante.
R_{a2}	Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $R_{a2} = 3\rho_s$
Z_b	Impedancia del cuerpo humano
ρ_s	Resistividad del suelo cerca de la superficie

Para calcular la resistividad del terreno en los casos que se recubra de una capa adicional de elevada resistividad, como en el caso de la grava, se multiplicara el valor de la resistividad por un coeficiente reductor. Este coeficiente se calcula con la ecuación siguiente.

$$C_s = 1 - 0.106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0.106} \right)$$

C_s	Coeficiente reductor de la capa superficial
h_s	Espesor de la capa superficial, en metros
ρ	Resistividad del terreno natural
ρ^*	Resistividad de la capa superficial

Datos de partida	
Uca	204 V
Ra1	2000 Ω
ρ	30
ρ^*	3000
hs	0,15

$$C_s = 1 - 0.106 \left(\frac{1 - \frac{30}{3000}}{2 \cdot 0,15 + 0.106} \right) = 0,7415$$

$$\rho_s = C_s \cdot \rho^* = 0,7415 \cdot 3000 = 2224,6 \Omega \cdot m$$

$$U_c = 204 \left[1 + \frac{\frac{2000}{2} + 3000 \cdot 2224,6}{1000} \right] = 1089 V$$

$$U_p = 10 \cdot 204 \left[1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 2224,6}{1000} \right] = 37429 V$$

Para calcular las tensiones de paso y contacto en la instalación se ha seguido la norma IEEE Std 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding .

Tensión de contacto

$$E_m = \frac{\rho \cdot k_m \cdot k_i \cdot I_G}{L_M}$$

E_m Tensión de contacto

ρ Resistividad del suelo

I_G Corriente de defecto a tierra

L_M Longitud total de conductor enterrado

K_i Factor de corrección por irregularidad de la intensidad

K_m Factor de contacto para n conductores paralelos

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

D Lado del cuadrado del mallado

h Profundidad del soterramiento de la malla

d Diámetro del conductor

h_0 1 m

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}}$$

$$n_c = \left[\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{\frac{0,7 \cdot A}{L_x \cdot L_y}}$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}$$

L_c	Longitud total del conductor horizontal
L_p	Longitud del perímetro
A	Área de la malla
L_x	Longitud máxima de la malla en la dirección x
L_y	Longitud máxima de la malla en la dirección y
D_m	Distancia máxima entre dos puntos de la malla

Datos de partida	
ρ	30 $\Omega \cdot m$
I_G	12724 A ($I_{cc} \text{ máx.} \cdot 0.7$)
L_M/L_s	1544 m
D	4 m
H	1 m
d	0.011 m
L_c	1286 m
L_p	208 m
A	2648 m ²
L_x	63 m
L_y	47 m
D_m	77 m

$$n_a = \frac{2 \cdot 1286}{208} = 12,365$$

$$n_b = \sqrt{\frac{208}{4 \cdot \sqrt{2648}}} = 1,005$$

$$n_c = \left[\frac{63 \cdot 47}{2648} \right]^{\frac{0,7 \cdot 2648}{63 \cdot 47}} = 1,0724$$

$$n_d = \frac{77}{\sqrt{63^2 + 47^2}} = 0,974$$

$$n = 12,365 \cdot 1,005 \cdot 1,0724 \cdot 0,974 = 12,98$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot 12,98 = 2,565$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{1}{1}} = 1,41$$

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \left[\ln \left[\frac{4^2}{16 \cdot 1 \cdot 0,011} + \frac{(4 + 2 \cdot 1)^2}{8 \cdot 4 \cdot 0,011} - \frac{1}{4 \cdot 0,011} \right] + \frac{1}{1,41} \cdot \ln \left[\frac{8}{\pi(2 \cdot 12,98 - 1)} \right] \right]$$

$$K_m = 0,451$$

$$E_m = \frac{30 \cdot 0,451 \cdot 2,565 \cdot 12724}{1544} = 286 \text{ V}$$

Tensión de paso

$$E_s = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_s \cdot K_i}{L_s}$$

E_s	Tensión de paso
ρ	Resistividad media del suelo
I_G	Corriente de defecto a tierra
K_i	Factor de corrección por irregularidad de la intensidad
L_s	Longitud total de conductor enterrado
K_s	Factor de contacto para n conductores paralelos

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot 1} + \frac{1}{4 + 1} + \frac{1}{4} (1 - 0,5^{12,98-2}) \right] = 0,302$$

$$E_s = \frac{30 \cdot 12724 \cdot 0,302 \cdot 2,565}{1544} = 192 \text{ V}$$

9.1.4. Conclusiones

La malla de tierras cumple ampliamente con las tensiones de paso y contacto máximas permitidas.

$$E_s=192 \text{ V} \quad U_p=37429 \text{ V} \quad E_s \ll U_p$$

$$E_m=286 \text{ V} \quad U_c=1089 \text{ V} \quad E_m \ll U_c$$

9.2. Tierras superiores

9.2.1. Descripción

Para proteger la instalación frente a descargas atmosféricas se instalaran puntas franklin que irán conectadas a la malla de tierra subterránea.

Para el cálculo del apantallamiento aéreo se ha empleado el modelo electro-geométrico, según la norma IEEE Std 998 Guide for direct lightning stroke shielding of substations.

$$I_s = \frac{2,2 \cdot BIL}{Z_s}$$

$$S_m = 8 \cdot k \cdot I_s^{0,65}$$

BIL	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV)
Z_s	Impedancia característica de las líneas (Ω)
I_s	Intensidad de la descarga (kA)
S_m	Radio de cebado (m)
K	Coeficiente de distancia del receptor a tierra

Datos de partida	
Z_s	400 Ω (valor típico)
K	1,2 (para mástiles)
BIL	650 kV

$$I_s = \frac{2,2 \cdot 650}{400} = 3,575 \text{ kA}$$

$$S_m = 8 \cdot 1,2 \cdot 3,575^{0,65} = 22 \text{ m}$$

9.2.2. Conclusiones

El total a instalar será de tres puntas franklin, dos de ellas colocadas sobre un apoyo de celosía y la tercera sobre el muro antincendios de los transformadores.

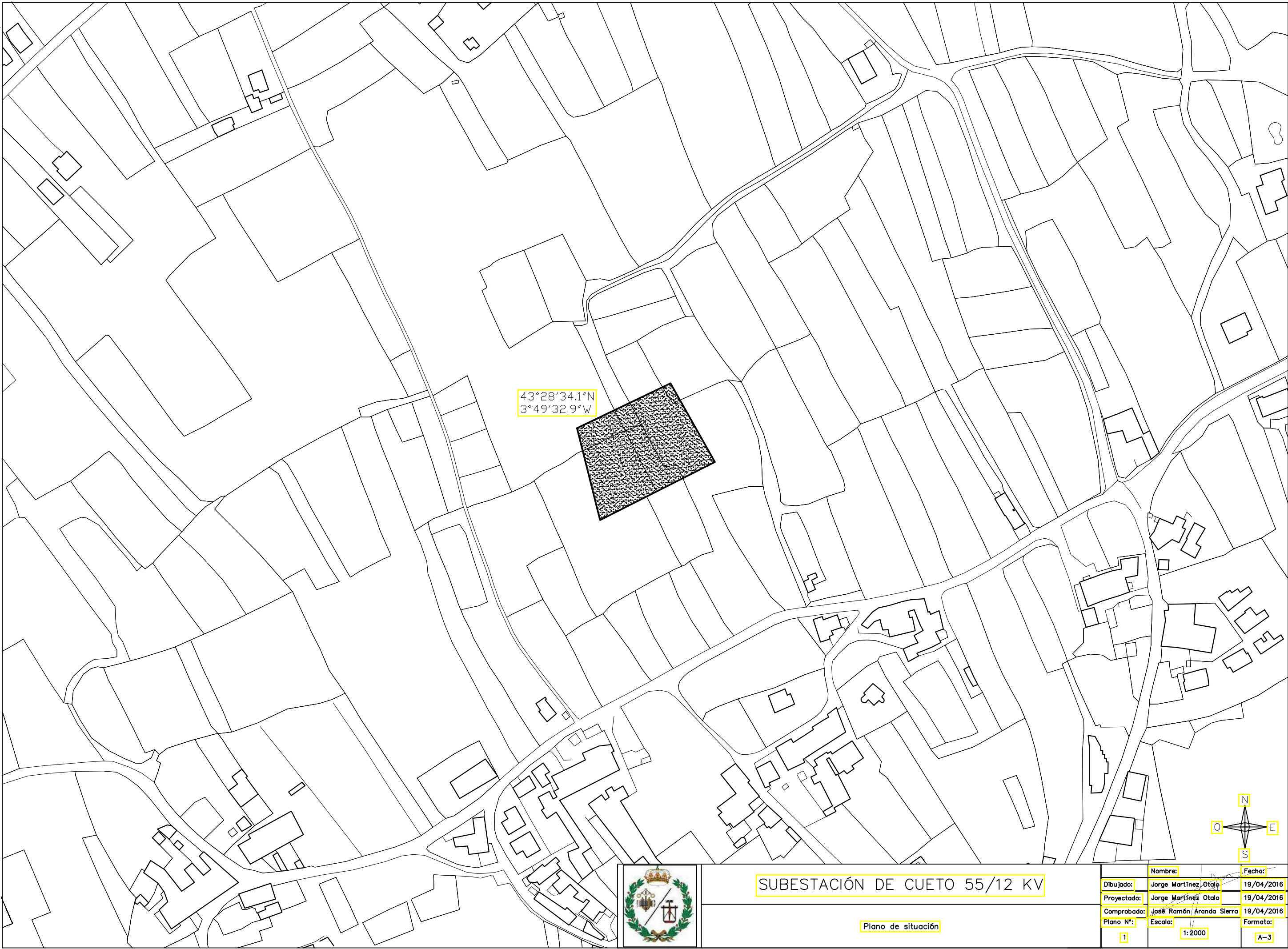
En el plano Nº 11 Sistema de tierras aéreas se puede ver el desarrollo geométrico y las zonas protegidas por las puntas.

DOCUMENTO Nº 3

PLANOS

LISTA DE PLANOS

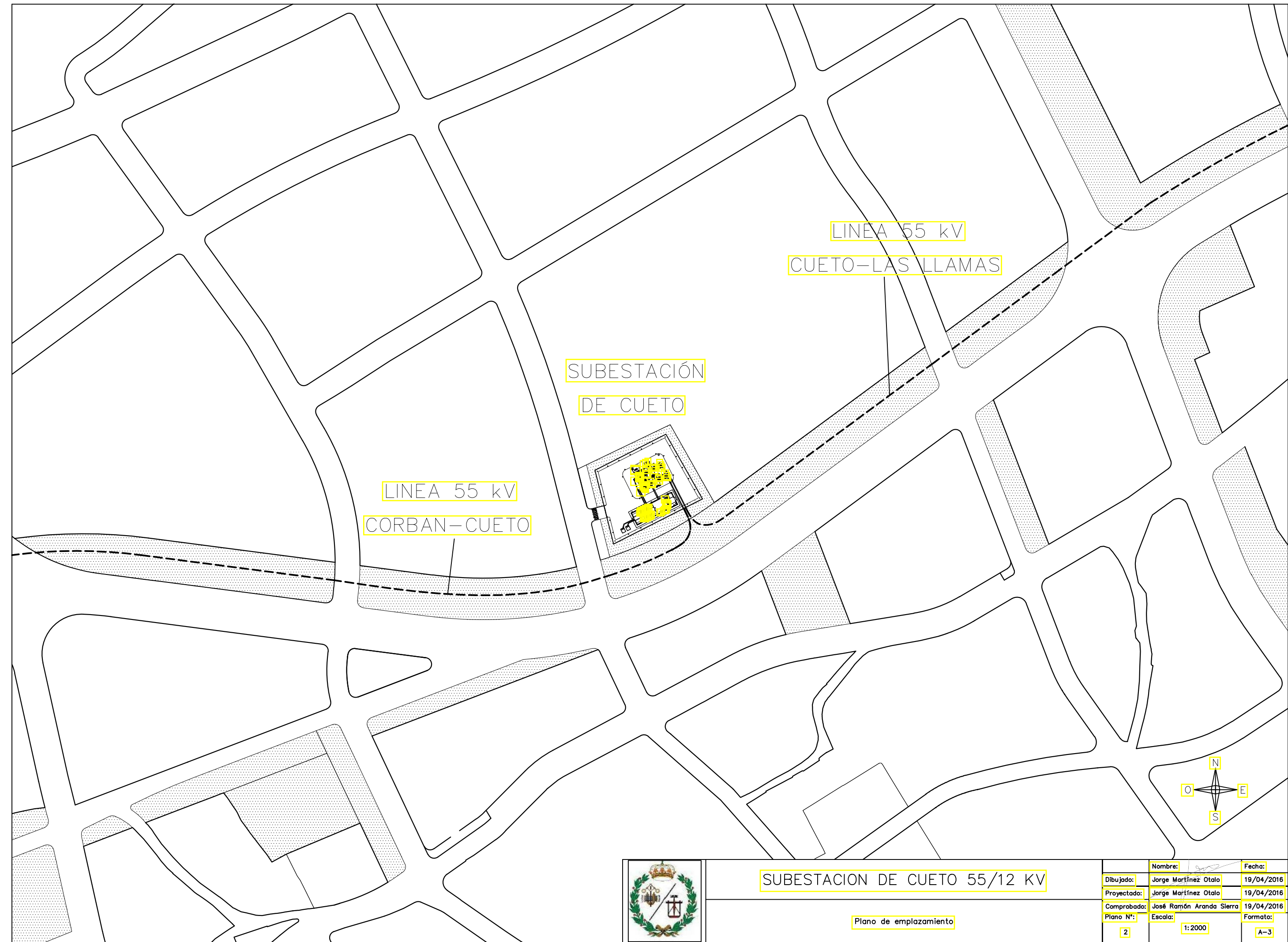
1. PLANO DE SITUACIÓN
2. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
- 2-B PLANO DE EMPLAZAMIENTO DETALLE PARCELA
3. ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SISTEMA DE 55 KV Y 12 KV
4. PLANTA GENERAL
5. PLANTA ELECTROMECÁNICA PARQUE DE INTEMPERIE
6. SECCIONES ELECTROMECÁNICAS PARQUE DE INTEMPERIE
7. EDIFICIO PLANTA INTERIOR
8. EDIFICIO FACHADA
9. CIMENTACIONES APARAMENTA PARQUE DE INTEMPERIE
- 9-B.CIMENTACIONES APARAMENTA DETALLE DIMENSIONES
10. RED DE TIERRAS MALLA SUTERRANEA
11. RED DE TIERRAS AEREAS



SUBESTACIÓN DE CUETO 55/12 KV

Plano de situación

Nombre:		Fecha:
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Proyectado:	Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	19/04/2016
Plano N°:	Escala:	Formato:
1	1:2000	A-3



SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Plano de emplazamiento

Nombre:		Fecha:
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Proyectado:	Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	19/04/2016
Plano N°:	Escala:	Formato:
2	1:2000	A-3

— Límite de la parcela

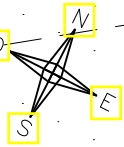
Zona ajardinada

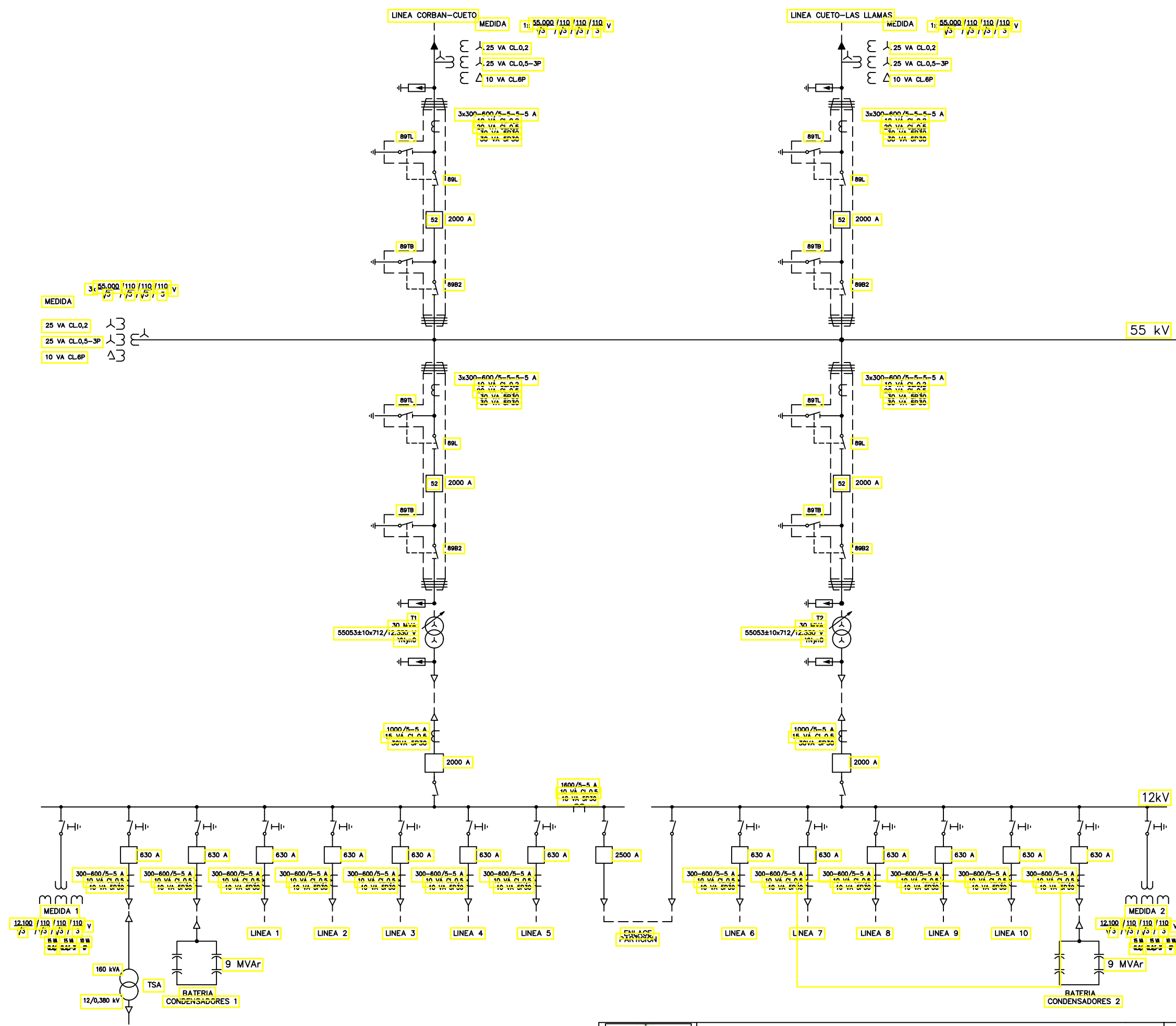


SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Plano de emplazamiento
Detalle parcela

Nombre:		Fecha:
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Proyectado:	Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	19/04/2016
Plano N°:	Escala:	Formato:
2-B	1:2000	A-3

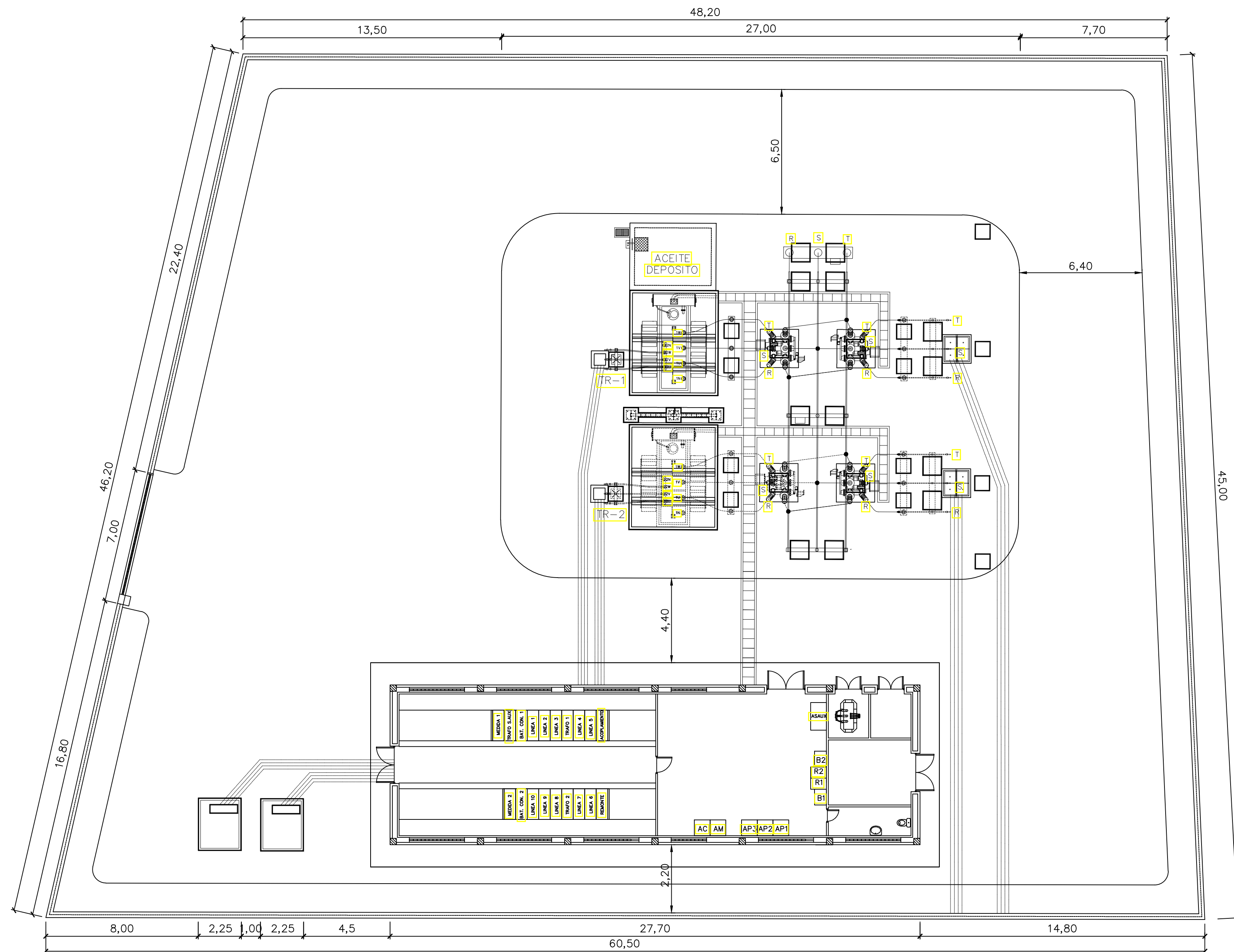




SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Esquema unifilar simplificado sistema 55 kV y 12 kV

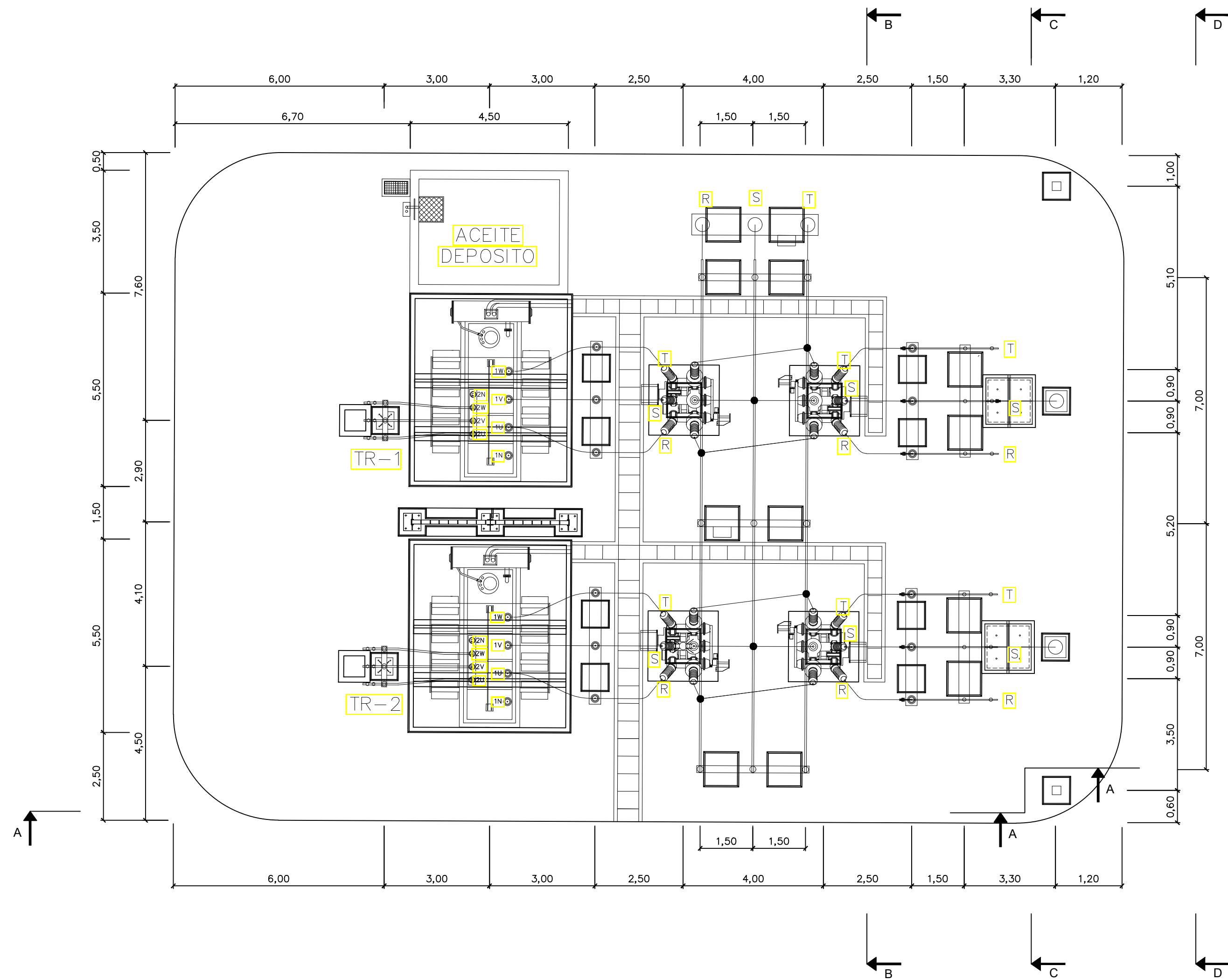
Nombre:	Jorge Martínez Otaola	Fecha:	19/04/2016
Dibujado:	Jorge Martínez Otaola	Proyectado:	Jorge Martínez Otaola
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	Formato:	A-3
Plano N°:	3		



SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Planta General

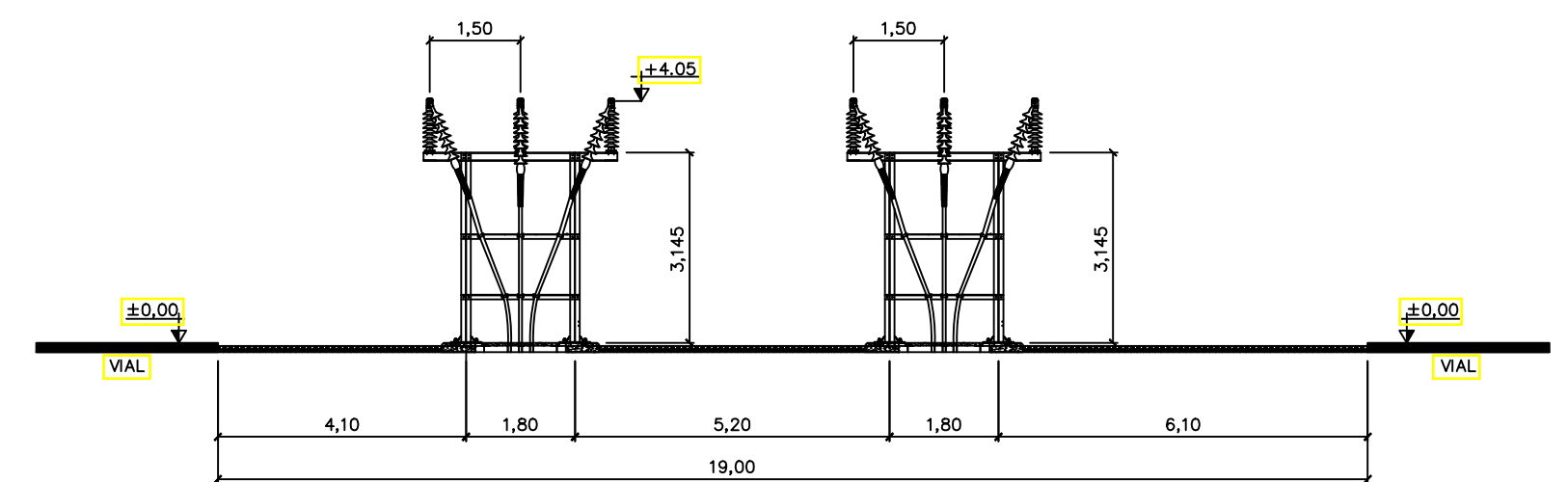
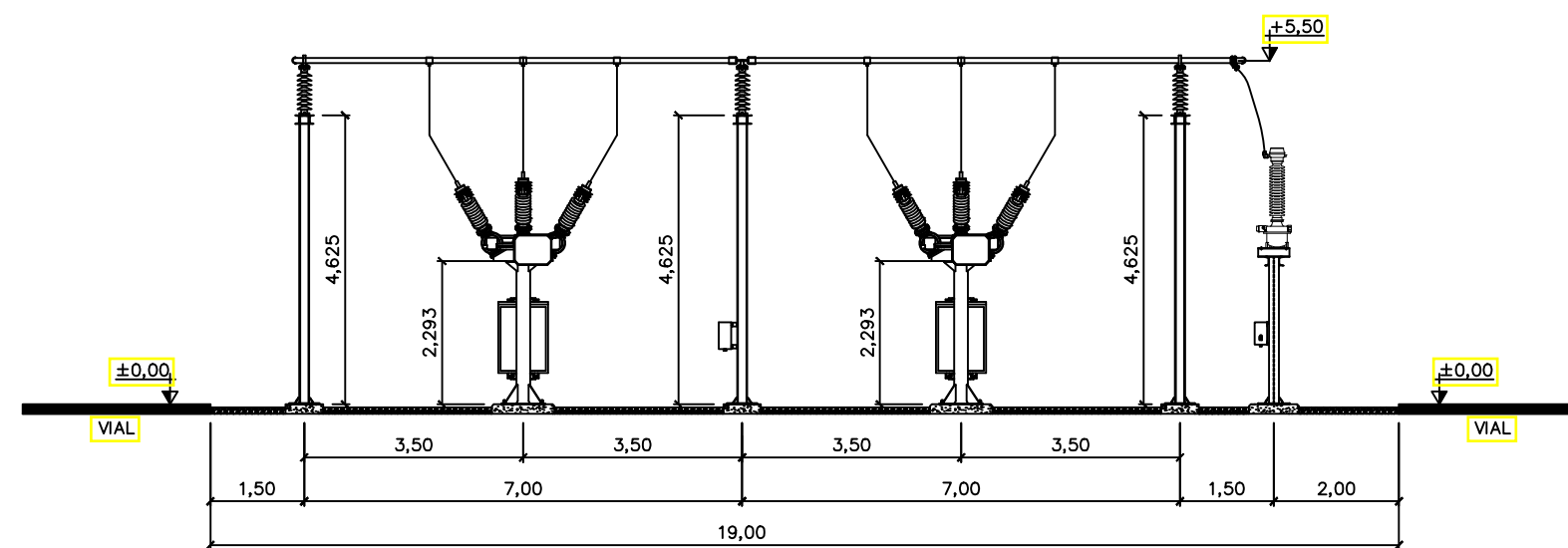
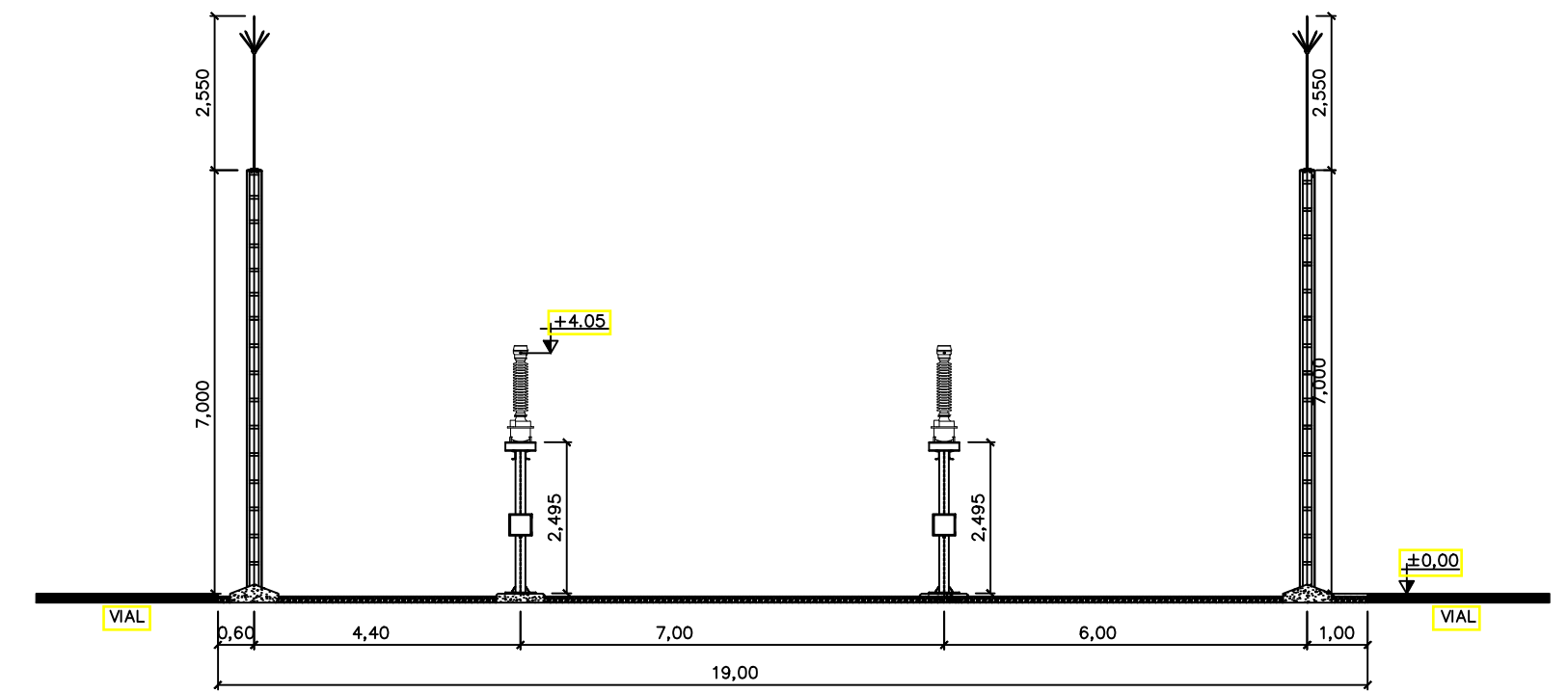
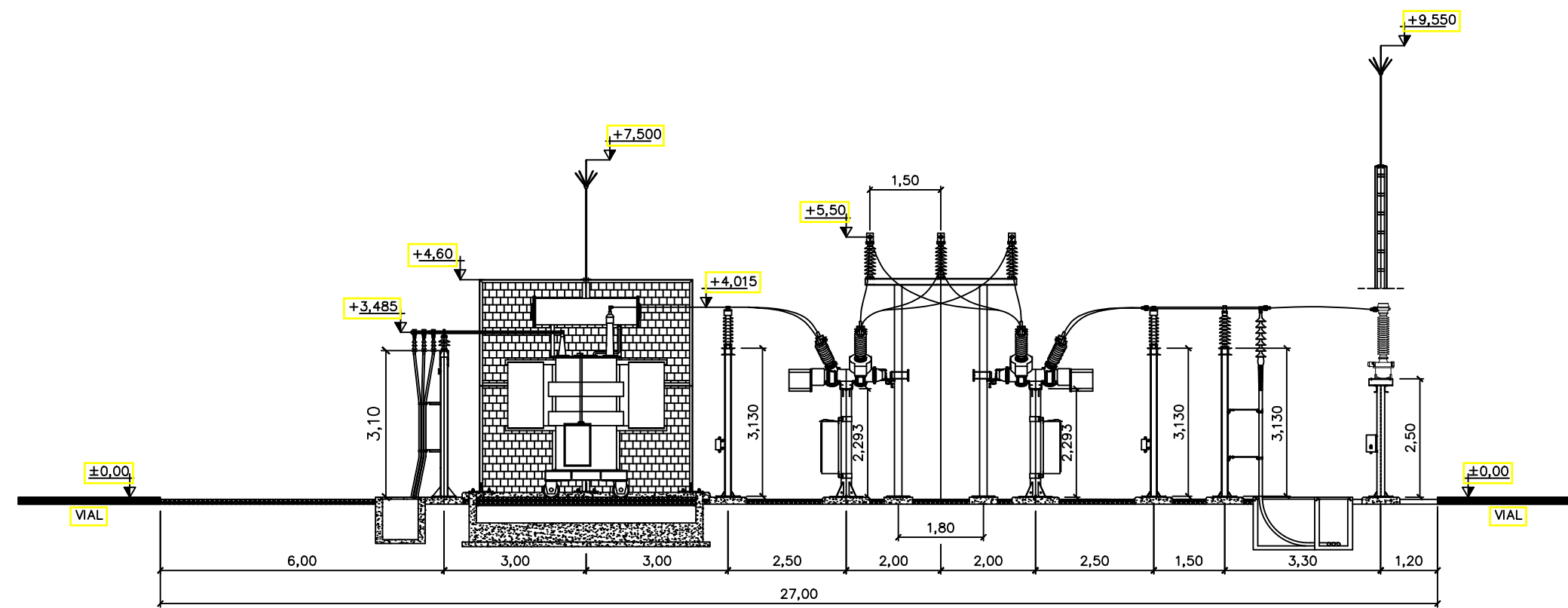
Nombre:	Jorge Martínez Otalo	Fecha:	19/04/2016
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	Proyectado:	Jorge Martínez Otalo
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	Formato:	A-2
Plano N°:	4	Escala:	1:150



SUBESTACIÓN DE CUETO 55/12 KV

Planta electromecánica
Parque de intemperie

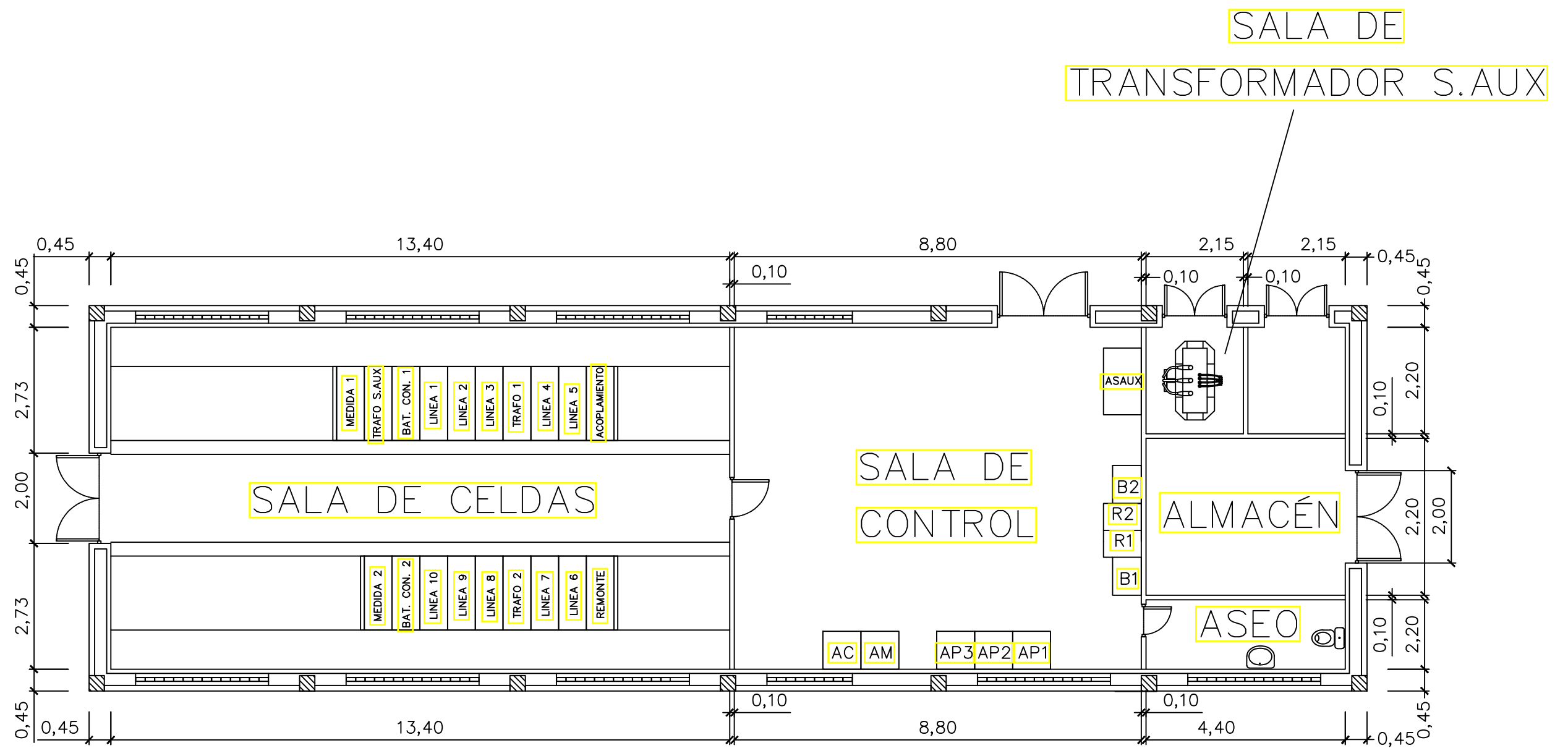
Nombre:	Jorge Martínez Otalo	Fecha:	19/04/2016
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	Proyectado:	Jorge Martínez Otalo
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	Formato:	A-2
Plano N°:	5	Escala:	1:100



SUBESTACIÓN DE CUETO 55/12 KV

Secciones Electromecánicas
Parque de intemperie

Nombre:	Jorge Martínez Otalo	Fecha:	19/04/2016
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	Proyectado:	Jorge Martínez Otalo
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	Formato:	A-2
Plano N°:	6	Escala:	1:120



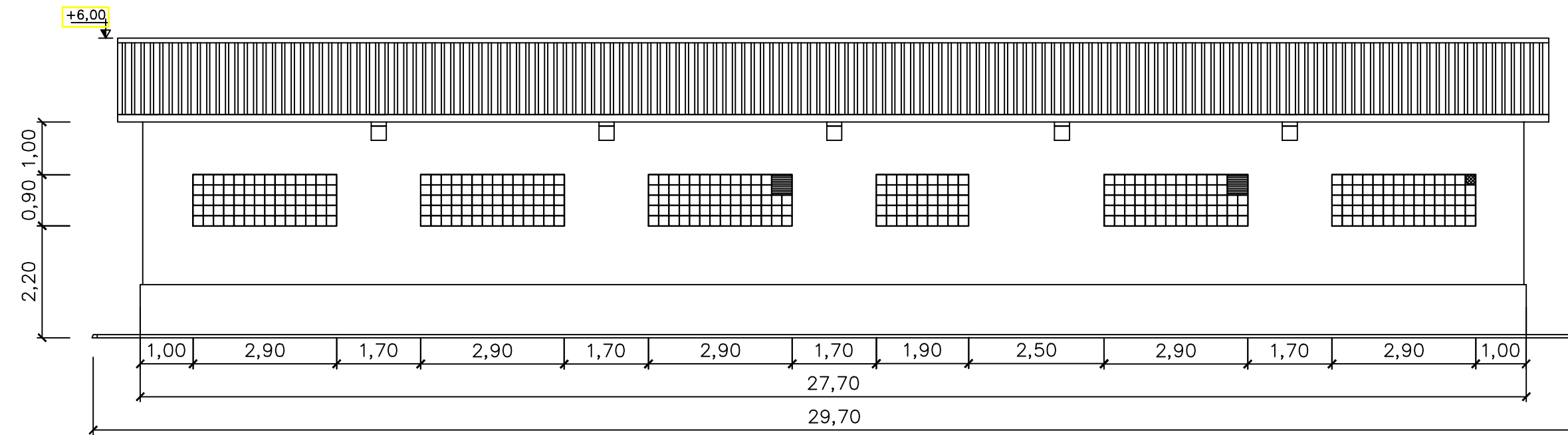
Armarios	
Codigo	Nombre
AP1	Armario protección 1- Posiciones de líneas 1 y 2
AP2	Armario Protección 2- Posición de transformador 1
AP3	Armario Protección 3- Posición de transformador 2
AM	Armario de medida
AC	Armario de comunicaciones
ASAUX	Armario de servicios auxiliares
R1	Rectificador 1
B1	Baterías 1
R2	Rectificador 2
B2	Baterías 2



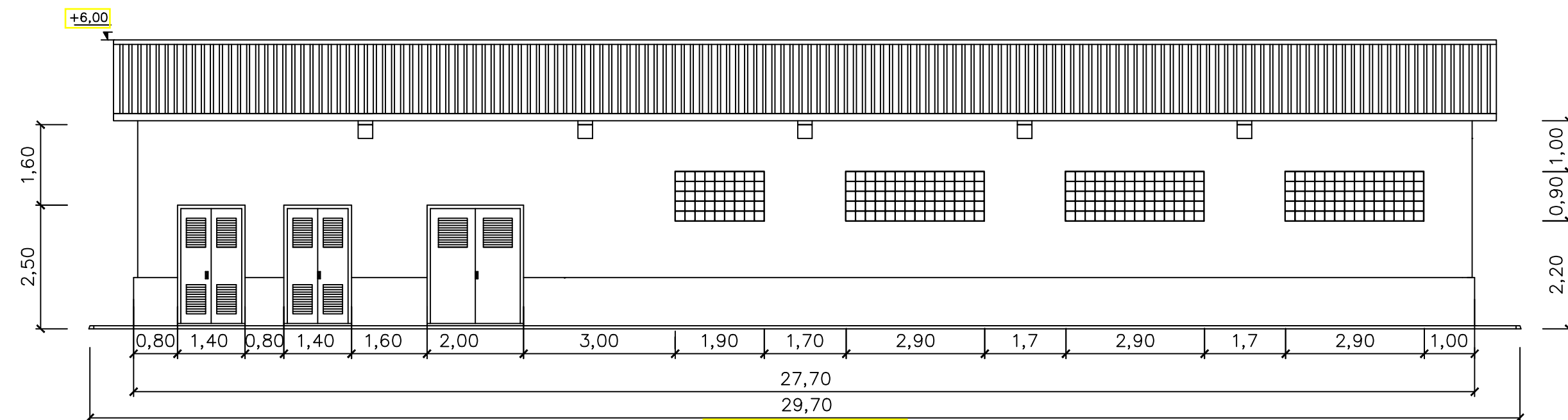
SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Edificio
Planta interior

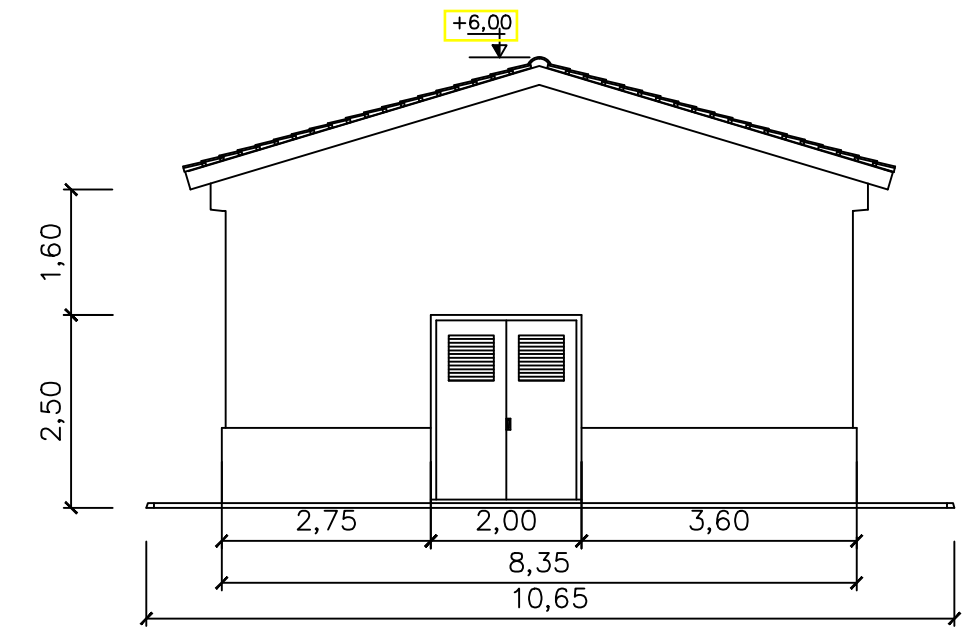
Nombre:	Fecha:
Dibujado: Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Proyectado: Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Comprobado: José Ramón Aranda Sierra	19/04/2016
Plano N°:	Formato:
7	A-3



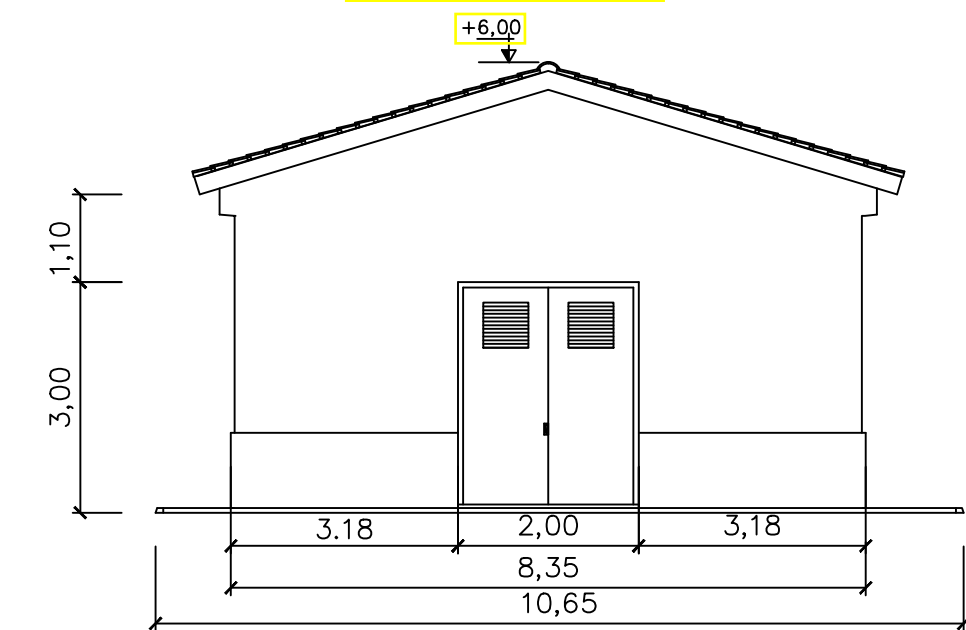
VISTO POR "C"



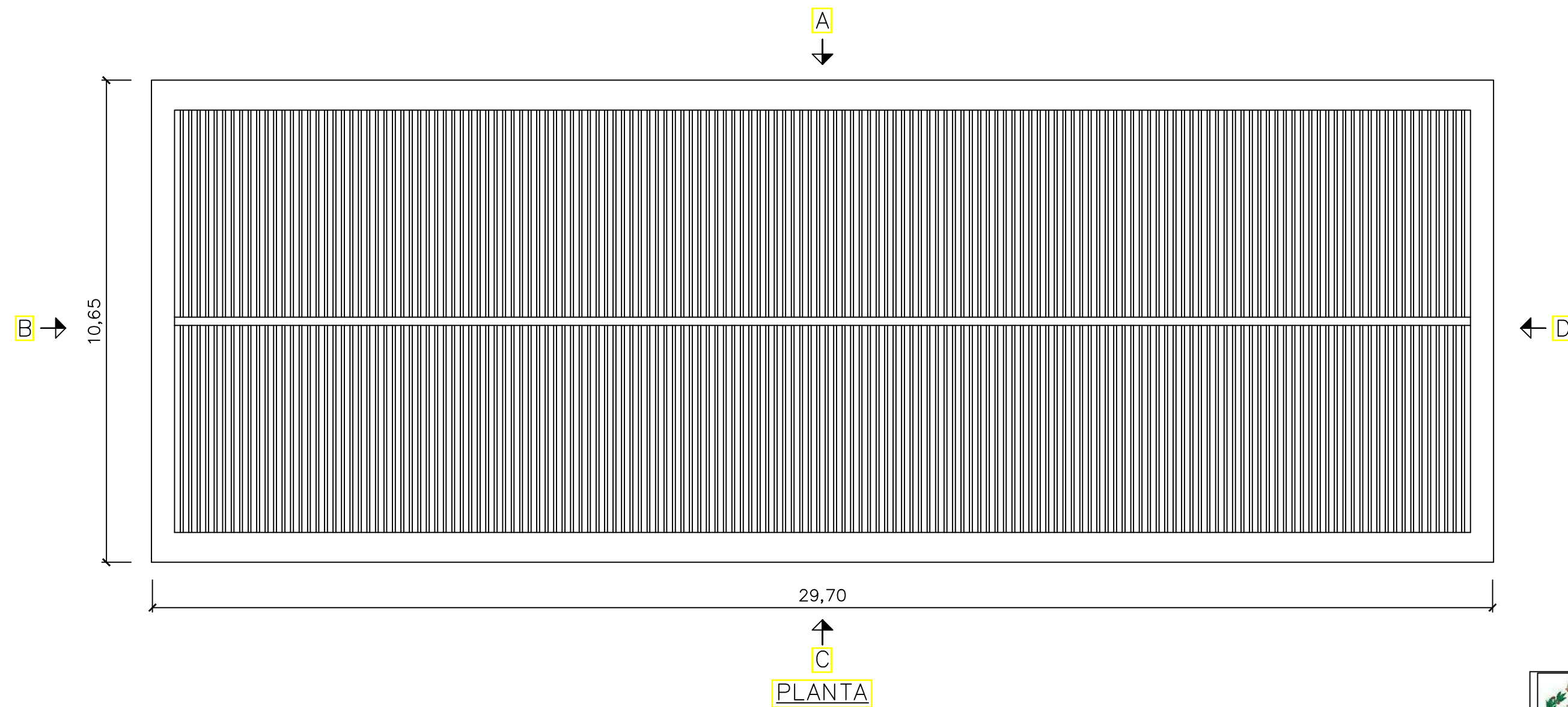
VISTO POR "A"



VISTO POR "D"



VISTO POR "B"



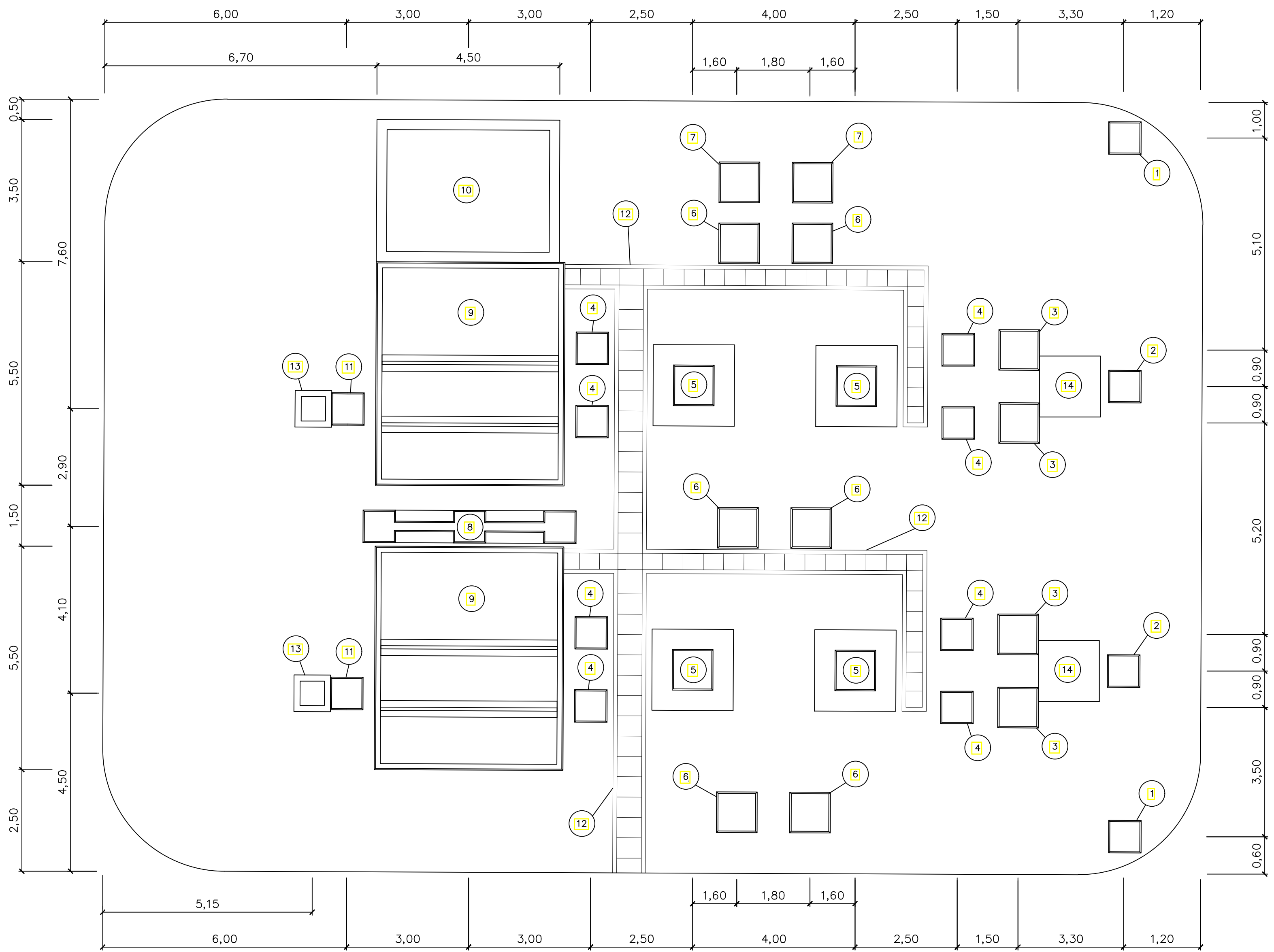
PLANTA



SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Edificio
Fachadas

Nombre:	Jorge Martínez Otaola	Fecha:	19/04/2016
Dibujado:	Jorge Martínez Otaola	Proyectado:	Jorge Martínez Otaola
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	Formato:	A-2
Plano N°:	8	Escala:	1:75



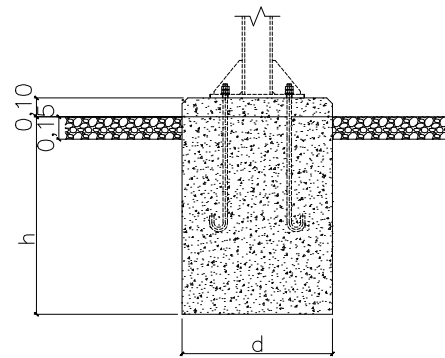
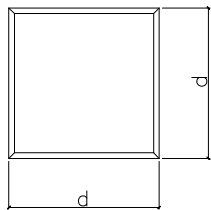
Cimentaciones aparamenta	
1	Puntas Franklin
2	Transformador de tensión línea (x1)
3	Aisladores línea 55 kV
4	Autovalvulas 55 kV
5	Modulo híbrido 55 kV
6	Aisladores barras 55 kV
7	Transformador de tensión barras (x3)
8	Muro antiincendios
9	Bancada transformador de potencia
10	Depósito de aceite
11	Autoválvulas 12 kV
12	Canales cables de control
13	Arqueta línea 55 kV
14	Arqueta terminales 12 kV



SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

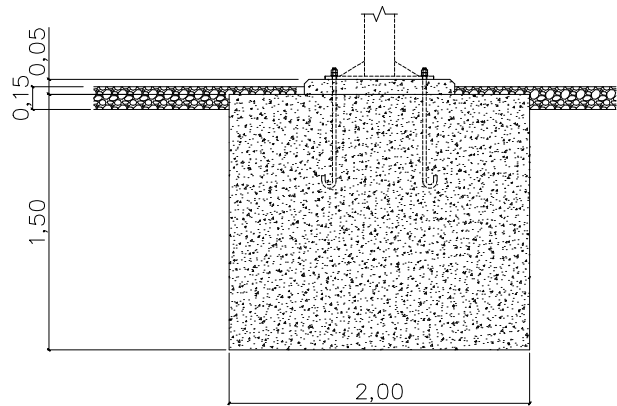
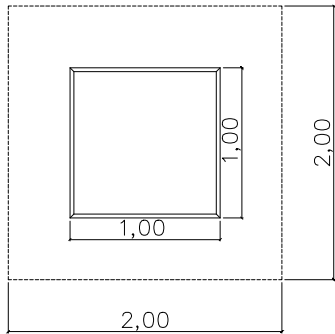
Cimentaciones aparamenta
Parque de interperie

Nombre:	Jorge Martínez Otalo	Fecha:	19/04/2016
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo	Proyectado:	Jorge Martínez Otalo
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra	Formato:	A-2
Plano N°:	9	Escala:	1:75

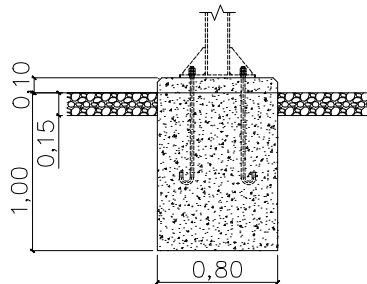
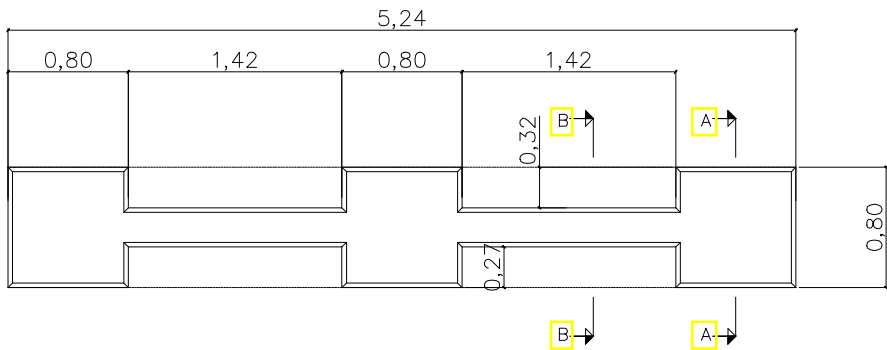


Dimensiones		
h	d	Aparamenta
0.90	0.80	Puntas Franklin
0.90	0.80	Transformador de tensión línea (x1)
0.90	0.80	Transformador de tensión barras (x3)
0.90	0.80	Autoválvulas 12 kV
0.90	0.80	Autovalvulas 55 kV
1.00	1.00	Aisladores barras 55 kV
1.00	1.00	Aisladores línea 55 kV

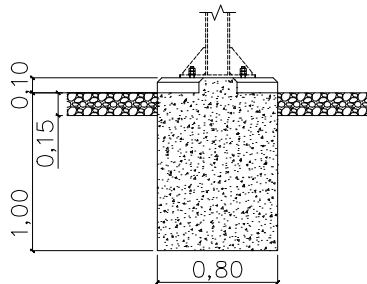
Módulo híbrido de 55 kV



Muro antiincendios



A-A



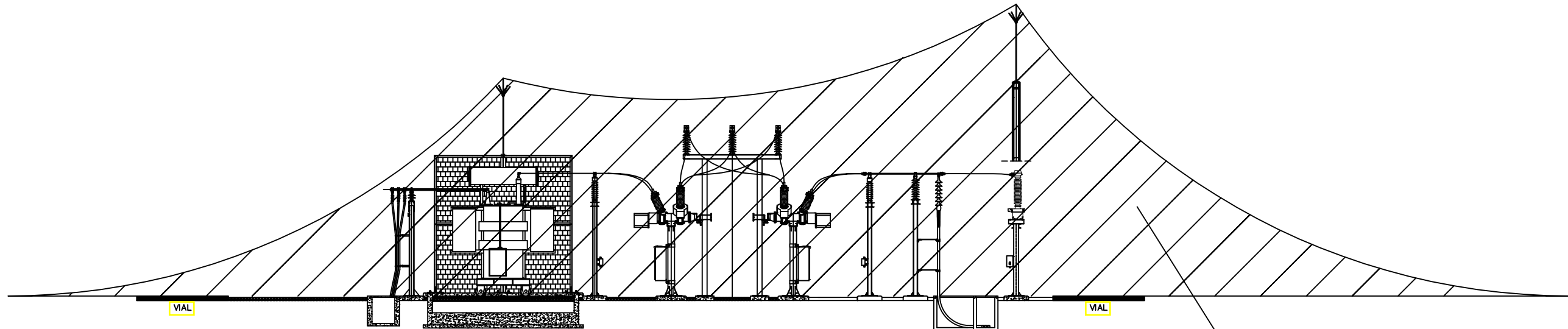
B-B



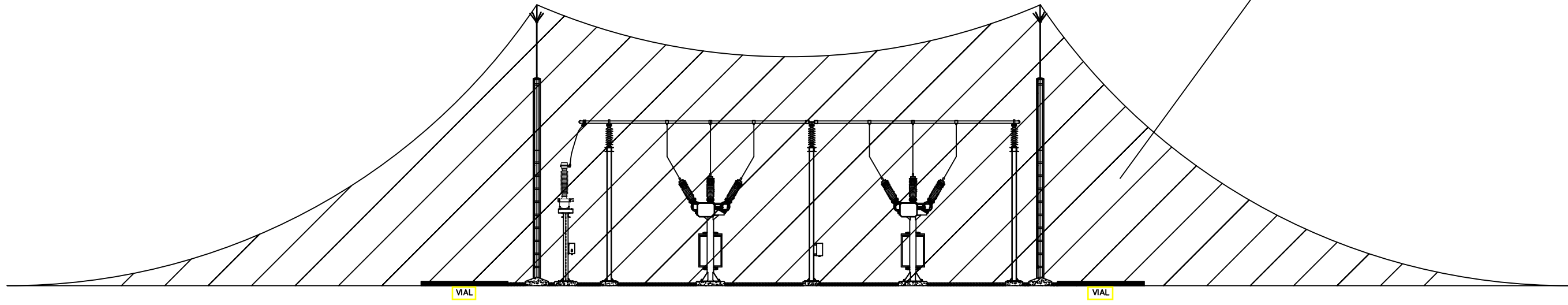
SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Cimentaciones aparamenta
Detalle dimensiones

Nombre:	Fecha:
Dibujado: Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Proyectado: Jorge Martínez Otalo	19/04/2016
Comprobado: José Ramón Aranda Sierra	19/04/2016
Plano N°:	Formato:
9-B	A-3



ZONA PROTEGIDA



SUBESTACION DE CUETO 55/12 KV

Red de tierras aéreas

	Nombre:		Fecha:
Dibujado:	Jorge Martínez Otalo		19/04/2016
Proyectado:	Jorge Martínez Otalo		19/04/2016
Comprobado:	José Ramón Aranda Sierra		19/04/2016
Plano N°:	Escala:		Formato:
11	1:150		A-3

DOCUMENTO Nº 4

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. NORMATIVA APLICABLE	2
3. CONDICIONES PARA LA CONTRATACIÓN	4
3.1. Condiciones del contratista	4
3.2. Dirección facultativa	5
3.3. Plazo de ejecución	5
3.4. Periodo de garantía	5
3.5. Rescisión del contrato	6
4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES PARA LA OBRA CIVIL	7
4.1. Rellenos	7
4.2. Áridos	7
4.3. Morteros	7
4.4. Cementos	8
4.5. Agua	8
4.6. Hormigón	9
4.7. Armaduras	9
4.8. Materiales siderúrgicos	10
4.9. Acero laminado para estructuras	10
5. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	11
5.1. Movimiento de tierras y preparación del terreno	11
5.1.1. Desbroce y limpieza	11
5.1.2. Excavaciones, rellenos y redes de drenaje	11
5.2. Hormigonado	11
5.3. Estructura metálica	12
5.4. Embarrados y elementos de conexión	13
6. CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS Y APARAMENTA	14
6.1. Módulos compactos aislados en SF6.....	14
6.2. Autoválvulas	14
6.3. Transformadores de medida y protección	14
6.4. Transformador de potencia	14
6.5. Celdas de media tensión.....	15
6.6. Cables de potencia.....	16
6.7. Cables de control y fuerza	16
6.8. Puesta a tierra.....	16

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

1. OBJETO

El presente pliego tiene como objeto fijar los criterios para ejecución de las obras y montaje de los elementos de la subestación en las condiciones de calidad y seguridad adecuadas.

Sera de obligado cumplimiento por la empresa que ejecute los trabajos y no tendrá carácter limitativo. La empresa deberá además aplicar las condiciones necesarias para la correcta ejecución de la obra y montaje.

2. NORMATIVA APLICABLE

Además de lo establecido en el presente pliego las la ejecución de las obras y la instalación se llevaran a cabo conforme a lo especificado en:

-Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

-Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

-Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación

-Ordenes posteriores que actualizan diversas instrucciones técnicas complementarias de la orden anteriormente citada del 6 de julio de 1984.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

-Instrucciones técnicas y demás especificaciones del fabricante de equipos y componentes de las instalaciones relativas a almacenamiento, montaje, manipulación, almacenamiento ensayo y puesta en servicio.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

-Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

-Normativa UNE.

-Normativa Europea EN.

3. CONDICIONES PARA LA CONTRATACIÓN

3.1. Obligaciones del contratista

El Contratista será responsable del proyecto, suministro, transporte, carga y descarga de los materiales, construcción de la obra civil, estructuras y soportes metálicos, montaje de todos los equipos de la SE, Puesta en Marcha y Puesta en Servicio, así como la garantía del Suministro, hasta la Recepción Definitiva.

También será obligación del Contratista facilitar Asistencia Técnica a los necesarios servicios de mantenimiento durante el período de garantía.

Todos los elementos necesarios para el funcionamiento y control de las instalaciones de la SE aunque el Contratista los hubiese omitido en su Proyecto por error u olvido, se considerarán incluidos en la oferta y por lo tanto exigirá su construcción a cargo del Contratista.

El Suministro deberá satisfacer la mejor y moderna práctica corriente en ingeniería mecánica, eléctrica, instrumentación y control, comunicaciones, fluidos, etc. Se emplearán materiales de primera calidad de las marcas de prestigio tanto nacionales como extranjeras.

Las instalaciones deberán reunir las condiciones máximas de seguridad en cuanto a incendios, inundaciones, distancias reglamentarias, tensiones de paso y contacto en caso de defectos a tierra, etc.

Se dispondrán todos los dispositivos de protección necesarios respetando íntegramente las normativas legales vigentes, que serán de obligado cumplimiento.

El Contratista velará por la integridad de los equipos e instalaciones que se encuentren dentro del recinto de la Subestación, respondiendo de su robo o daño en cualquier momento de la obra, siendo de su responsabilidad todas las medidas de seguridad y vigilancia oportunas.

3.2. Dirección facultativa

El Contratista deberá designar a un Director Facultativa de Obra y su equipo delegado permanente en obra que se comunicarán con el Gestor en todo lo relativo al proyecto

Las funciones más importantes de la Dirección Facultativa de Obra serán:

- Organización y Programación: Confección y presentación del programa de detalle en cada fase de trabajo, asociando los medios necesarios para poder cumplirlos.

- Seguridad: Exigir y vigilar, que se tenga en cuenta el cumplimiento de toda la normativa y reglamentos legales vigentes, en sus aspectos de Seguridad e Higiene.

- Control de calidad: Deberá garantizar que se quede claramente especificada la calidad de los trabajos y materiales.

Especificara todos los controles de calidad a realizar, siempre sin carácter limitativo a los que defina el Comprador.

- Medio ambiente: Adoptará las medidas oportunas para el estricto cumplimiento de toda la legislación medioambiental vigente que sea de aplicación.

3.3. Plazo de ejecución

El contratista deberá comenzar las obras dentro del plazo de 15 días desde la adjudicación de la obra.

El plazo de ejecución será el estipulado en el contrato y será de obligado cumplimiento por el contratista.

3.4. Periodo de garantía

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de dos años. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

3.5. Rescisión del contrato

Se consideraran causas de rescisión del contrato:

- La quiebra o disolución de la sociedad contratista.
- Demora en el cumplimiento de los plazos de entrega.
- Demora en la iniciación de la obra superior a 1 mes tras la adjudicación.
- Suspensión de las obras sin motivo justificado.
- La modificación del proyecto de forma que presente alteraciones fundamentales del mismo.

4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES PARA LA OBRA CIVIL

4.1. Rellenos

Los materiales a emplear en la formación de terraplenes y relleno en general serán suelos o materiales locales, exentos de materia vegetal y cuyo contenido en materia orgánica sea inferior al cuatro por ciento (4%) en peso. En general se obtendrán de las excavaciones realizadas en la propia obra o en préstamos adecuados utilizando, en todo caso, la mejor tierra disponible.

4.2. Áridos

Los áridos cumplirán las especificaciones contenidas en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. A fin de evitar la segregación, la granulometría de los áridos será continua. Es preferible el empleo de áridos redondeados cuando la colocación del hormigón se realice mediante tubo Tremie. El tamaño máximo del árido se limitará a treinta y dos milímetros (32 mm), o a un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor en ambas dimensiones. En condiciones normales se utilizarán preferiblemente tamaños máximos de árido de veinticinco milímetros (25 mm), si es rodado, y de veinte milímetros (20 mm), si procede de machaqueo.

4.3. Morteros

1 Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectifiquen o moldeen y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

2 Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm²

- Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena) La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de fm supuesto.

3 El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

4.4. Cementos

El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 31 de la Instrucción de Hormigón Estructural.

Así mismo deberá pertenecer a la clase 32,5 N/mm² o superior.

La dosificación se realizara en base al tipo de hormigón a conseguir y el tipo de cemento a utilizar según la tabla:

Tipo de Hormigón	Tipo de cemento	Dosificación
H. en masa	C. comunes C. para usos especiales	-
H. armado	C. comunes	Mínimo 275Kg/ m ³ de cemento
H. pretensado C. comunes del tipo CEM I	C. comunes y del tipo CEM I y CEM II/A-D	Mínimo 300Kg/ m ³ de cemento

4.5. Agua

El agua utilizada satisfará las condiciones del apartado 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas.

4.6. Hormigón

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto o resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en N/mm^2 , tal y como se especifica en los artículos 30 y 39 de la Instrucción de Hormigón Estructural sea según su uso, la expresada en el cuadro adjunto.

TIPO DE HORMIGÓN	Fck (N/mm^2)	HORMIGÓN USADO EN
HA-25/P/20/Ila	25	Obras de hormigón armado como soleras, forjados, depósitos, bancadas de transformadores, etc.
HA-20/P/40/Ila	20	Obras de hormigón en masa como cimientos, viales, solados, bordillos, cunetas, arquetas, zanjas, etc.
HM-10/P/40/Ila	10	Hormigones de limpieza, rellenos, etc.

4.7. Armaduras

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por:

-Barras corrugadas designadas en la tabla 31.2.a del artículo 31 de la EHE como B 400 S y

B 500 S y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

-Mallas electrosoldadas designadas en la tabla 31.3 del artículo 31 de la EHE como B 500 T y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

Tanto la superficie como la parte interior de las barras y varillas para armar el hormigón deberán estar exentas de toda clase de defectos.

Los posibles diámetros nominales de las barras corrugadas serán los definidos en la serie siguiente, de acuerdo con la tabla 6 de la UNE 10080:

6 – 8 – 10 - 12 - 14 - 16 - 20 – 25 - 32 y 40 mm.

4.8. Materiales siderúrgicos

La tornillería será de clase ordinaria de acero y cumplirán con lo estipulado en la Normativa Básica de la Edificación.

4.9. Acero laminado para estructuras

Los aceros laminados para estructuras serán de calidad S275JR de acuerdo con la norma UNE 10025.

En aquellos casos en los se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.

5. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

5.1. Movimiento de tierras y preparación del terreno

5.1.1. Desbroce y limpieza

Se retirara la cubierta vegetal del terreno, arbolado, tocones etc. También se limpiara de basura y otros residuos que pudiera haber en el terreno. La parcela deberá quedar totalmente limpia y despejada para la siguiente fase de relleno y excavación

5.1.2. Excavaciones, rellenos y redes de drenaje

La medición de la excavación y relleno con el propio material, se realizará por diferencia teórica entre perfiles transversales del terreno tomados antes del inicio de las excavaciones y después de realizada la compactación.

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno, y sus dimensiones se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto.

Las redes de drenaje definidas en los planos del proyecto, se realizarán mediante tubo de hormigón poroso, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad o cualquier otro material sancionado por la experiencia, siendo cubierto con material filtrante una vez colocados en la zanja.

5.2. Hormigonado

La puesta en obra en obra del hormigón deberá realizarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El hormigón deberá ser puesto en obra lo más rápidamente posible después de su confección, procurando que en su transporte no se disgregue la mezcla, amasándolo de nuevo, si fuese preciso, para restablecer la homogeneidad de la masa.

- Por el mismo motivo no se verterá desde alturas superiores a 1,0 metro, que puedan hacer que se separe la piedra del mortero.
- Las superficies que hayan de quedar en contacto con el hormigón nuevo, deberán estar suficientemente humedecidas aunque sin exceso de agua, para lo que se regarán previamente si ello fuese necesario. Como precauciones durante la ejecución se prescriben las siguientes:
 - La temperatura para hormigonar deberá estar comprendida entre 5°C y 40°C. El hormigonado se suspenderá cuando se prevea que durante las 48 h siguientes la temperatura puede ser inferior a 0°C.
 - El hormigonado se suspenderá también en caso de lluvia o de viento fuerte.
 - La velocidad de hormigonado será suficiente para asegurar que el aire no quede atrapado y asiente el hormigón, a la vez que se vibra enérgicamente.
 - En ningún caso se detendrá el hormigonado si no se ha llegado a una junta adecuada. Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se deberá mantener la humedad del mismo mediante riego, evitando que se produzca deslavado. Este proceso será como mínimo de 7 días en tiempo húmedo y de 15 días en tiempo caluroso y seco.
- 4 Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin irregularidades ni defectos que requieran la necesidad de un enlucido posterior, además el hormigón colocado no tendrá disgregaciones o coqueras en la masa.

5.3. Estructura metálica

Durante el montaje, la estructura se asegurará provisionalmente mediante pernos, tornillos, calces, apeos, tirantes o cualquier otro medio auxiliar adecuado, debiendo quedar garantizadas la estabilidad y resistencia de aquélla hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

No se comenzará el atornillado definitivo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que

afecta cada unión, coincide exactamente con la definitiva, o si se han previsto elementos de corrección que su posición relativa es la debida y que la posible separación de la forma actual respecto a la definitiva podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Si la Dirección de Obra considera defectuoso el montaje o calidad de algún elemento de la estructura podrá ordenar su reparación o su sustitución si lo estimase necesario.

5.4. Embarrados y elementos de conexión

Los embarrados de tipo rígido se ejecutaran en el suelo incluyendo el doblado y taladrado si fuese necesario. Después se izarán y fijarán en el lugar correspondiente junto con los elementos de amarre y sujeción.

Los embarrados flexibles de cable se montaran en el suelo y posteriormente se izaran e instalaran según las tablas de tendido.

6. CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS Y APARAMENTA

6.1. Módulos compactos aislados en SF6

Se procederá a la fijación sobre las bancadas correspondientes y se nivelaran. Una vez nivelados se ajustaran y regularan según las especificaciones del fabricante.

Previa comprobación de la densidad y presión del gas se procederá al llenado de los equipos con SF6 a la presión indicada por el fabricante.

En todo momento deberá estar presente el fabricante para comprobar la correcta ejecución del montaje y dar la aprobación.

6.2. Autoválvulas

Se procederá a la fijación sobre las bancadas correspondientes y se nivelaran correctamente siguiendo las instrucciones del fabricante en todo momento.

Se colocarán los contadores de descargas y se comprobara y medirá el aislamiento entre la base donde lleve la puesta a tierra y el soporte metálico.

6.3. Transformadores de medida y protección

Se procederá a la fijación sobre las bancadas correspondientes y se nivelaran correctamente siguiendo las instrucciones del fabricante en todo momento.

Una vez montados se medirán aislamientos. En los TI además, se medirá la polaridad y relación de transformación.

6.4. Transformador de potencia

Se deberá realizar el transporte, la carga y descarga del Transformador, sin que éste sufra ningún daño en su estructura, para ello deberá usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Se instalara sobre la bancada y se nivelara. Se instalaran los accesorios y se harán las conexiones.

El llenado de aceite se hará siguiendo las siguientes indicaciones:

- Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador.
- Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.
- Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa.
- Se procederá a la rotura de vacío.
- Una vez montados todos los elementos del transformador se procederá al llenado final del transformador.

En todo momento deberá estar presente el fabricante para supervisar el montaje y la posterior puesta en servicio.

6.5. Celdas de media tensión

Se realizarán las siguientes operaciones:

- Desembalaje, situación, ensamblado, nivelado y fijación de los diversos elementos que componen el conjunto, en su bancada correspondiente.
- Se realizará la unión de embarrados principales y derivaciones.
- Comprobación y colocación de los aislamientos de embarrados.
- Cableado de interconexiones entre celdas, hasta la caja de centralización, colocación y cableado de todos los aparatos.
- Puesta a tierra.
- Pruebas funcionales de maniobra y control.
- Ensayos de rigidez dieléctrica del embarrado.

6.6. Cables de potencia

El tendido se realizará formando ternas trifásicas.

No se admitirán empalmes en el tendido de los cables de potencia.

Se comprobará el cumplimiento de las instrucciones de tendido y montaje dadas por el fabricante del cable, así como los ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio.

Los cables irán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles y arquetas de registro.

6.7. Cables de control y fuerza

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión.

Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

6.8. Puesta a tierra

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

La malla de tierra se tenderá a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

Santander, Mayo 2016

EL AUTOR DEL PROYECTO

JORGE MARTINEZ OTALO

DOCUMENTO Nº 5

PRESUPUESTO

ÍNDICE

FASE 1

1. OBRA CIVIL
2. EQUIPOS Y APARAMENTA
3. CONDUCTORES , AISLADORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN
4. SOPORTES APARAMENTA
5. RED DE TIERRAS
6. ILUMINACION EXTERIOR
7. PUESTA EN MARCHA
8. SEGURIDAD Y SALUD

FASE 2(Ampliación, Transformador 2 y posición de transformador)

1. EQUIPOS Y APARAMENTA
2. CONDUCTORES , AISLADORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN
3. SOPORTES APARAMENTA
4. PUESTA EN MARCHA
5. SEGURIDAD Y SALUD

*El presupuesto del proyecto se dividido en dos fases:

FASE 1

La fase uno comprende todos los trabajos de obra civil, electromecánica y puesta en marcha para la construcción y puesta en explotación de la subestación. En esta fase se instalara un único transformador de 30 MVA.

FASE 2

La fase dos, o de ampliación, comprende los trabajos de montaje electromecánico de un segundo transformador de 30 MVA y una segunda batería de condensadores de 9 MVAR. Así como de los elementos de control y protección necesarios para la puesta en explotación de las nuevas posiciones.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

1 OBRA CIVIL

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
1.1		<u>Acondicionamiento del terreno</u>		
1.1.1	3029	m2 desbroce y retirada de terreno, eliminación de tocones, etc. y compactado del terreno	2,40 €	7.269,60 €
1.2		<u>Movimientos de tierra</u>		
1.2.1	3635	m3 Excavación y limpieza de cualquier clase de terreno hasta la cota requerida	6,20 €	22.537,00 €
1.2.2	3635	m3 Suministro y relleno en superficie con zahorra, compactada en capas de espesor menor de 25 cm., regado y compactado.	19,80 €	71.973,00 €
1.3		<u>Viales y accesos</u>		
1.3.1	1560	m2. Viales que incluye la excavación, suministro y colocación de las distintas capas constituyentes, realización de pendientes, incluso suministro y colocación de bordillos.	43,20 €	67.392,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
1.4		<u>Edificio de celdas y control</u>		
1.4.1	1	Edificio Principal de celdas y control Incluida la obra civil asociada, excavación, cimentaciones, aseos, abastecimiento y desagüe, aceras, etc. Completamente construido	165.700,00 €	165.700,00 €
1.5		<u>Drenajes y saneamientos</u>		
1.5.1	108	m de suministro e instalación de instalación de Drenaje, incluidos excavación y Tubos para Red de Drenaje	38,30 €	4.136,40 €
1.6		<u>Cimentaciones</u>		
1.6.1	2	Ud. Conjunto de dos cimentaciones de Aisladores de línea de 55 kV.	400,00 €	800,00 €
1.6.2	1	Ud. Conjunto de dos cimentaciones de Transformador de Tensión de barras de 55 kV.	450,00 €	450,00 €
1.6.3	4	Ud. Conjunto de dos cimentaciones de Pararrayos de 55 kV.	270,00 €	1.080,00 €
1.6.4	2	Ud. Cimentación de Pararrayos Franklin	350,00 €	700,00 €
1.6.5	2	Ud. Cimentación de Transformador de tensión de posición de línea de 55 kV.	400,00 €	800,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
1.6.6	4	Ud. Cimentación de equipo híbrido de 55 kV	1.635,00 €	6.540,00 €
1.6.7	3	Ud. Conjunto de dos cimentaciones de Aisladores de barras de 55 kV	500,00 €	1.500,00 €
1.6.8	2	Ud. Cimentación de salida Terminales de 12 kV	350,00 €	700,00 €
1.6.9	35	Ud. Cimentación de farola	250,00 €	8.750,00 €
1.7		<u>Canalizaciones para cables</u>		
1.7.1	20	m. de canal principal de cables prefabricado de hormigón armado para cables de Control, incluidas las tapas de hormigón armado.	135,00 €	2.700,00 €
1.7.2	26	m. de canal secundario de cables prefabricado de hormigón armado para cables de Control, incluidas las tapas de hormigón armado.	105,00 €	2.730,00 €
1.7.3	200	m Tubo Ø90 mm de PVC corrugado de doble pared para cables de potencia.	8,50 €	1.700,00 €
1.7.4	180	m Tubo Ø200 mm de PVC corrugado de doble pared para cables de potencia	14,00 €	2.520,00 €
1.8		<u>Bancadas y depósitos de recogida de aceite</u>		
1.8.1	2	Ud. Bancada transformador 55/12 kV	23.450,00 €	46.900,00 €
1.8.2	1	Ud. Depósito de recogida de aceite 40 m3.	16.890,00 €	16.890,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
1.8.3	2	Ud. Bancada batería de condensadores	5.000,00 €	10.000,00 €
1.9		<u>Muro cortafuegos</u>		
1.9.1	1	Ud. Muro cortafuegos	8.475,00 €	8.475,00 €
1.10		<u>Urbanización y grava</u>		
1.10.1	434	m. Suministro y extendido de grava 20/60 mm.	2,70 €	1.171,80 €
1.11		<u>Cierre y señalización</u>		
1.11.1	191	m Cierre de 2,20 m altura, formado por cimentación de apoyo de hormigón armado y postes metálicos galvanizados de perfil circular con una malla galvanizada de simple torsión.	83,00 €	15.853,00 €
1.11.2	1	Ud. Suministro y colocación de puerta metálica corredera para acceso de vehículos de 7 m de ancho	7.890,00 €	7.890,00 €
			<u>TOTAL</u>	477.157,80 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

2 EQUIPOS Y APARAMENTA

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
2.1		<u>Transformadores de potencia</u>		
2.1.1	1	Ud. de Transformador de potencia de 30 MVA de relación 55/12 kV. Completamente instalado y probado.	297.000,00 €	297.000,00 €
2.1.2	1	Ud. de Transformador de Servicios Auxiliares de 160 MVA de potencia. Completamente instalado y probado.	8.450,00 €	8.450,00 €
2.2		<u>Celdas de 12 Kv</u>		
2.2.1	10	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de línea. Completamente instalado y probado.	16.846,00 €	168.460,00 €
2.2.2	2	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de transformador. Completamente instalado y probado.	21.904,00 €	43.808,00 €
2.2.3	2	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de medida. Completamente instalado y probado.	14.072,00 €	28.144,00 €
2.2.4	2	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de batería de condensadores. Completamente instalado y probado.	17.717,00 €	35.434,00 €
2.2.5	1	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de S.AUX. Completamente instalado y probado.	12.413,00 €	12.413,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
2.2.6	1	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de acoplamiento. Completamente instalado y probado.	21.579,00 €	21.579,00 €
2.2.7	1	Ud. de Celda de MT del sistema de 12 Kv, Celda de remonte. Completamente instalado y probado.	14.072,00 €	14.072,00 €
2.3		<u>Batería de Condensadores</u>		
2.3.1	27	Ud. de condensadores de 333 KVAR. Completamente instalado y probado.	880,00 €	23.760,00 €
2.4		<u>Aparamenta</u>		
2.4.1	4	Ud. de Transformador de Tensión de 55 kV. Completamente instalado y probado.	3.940,00 €	15.760,00 €
2.4.2	9	Ud. pararrayos 55 kV. Completamente instalado y probado.	1.675,00 €	15.075,00 €
2.4.3	3	Ud. Pararrayos 12 kV. Completamente instalado y probado.	890,00 €	2.670,00 €
2.4.4	3	Ud. Equipo Híbrido 55 kV. Completamente instalado y probado.	60.000,00 €	180.000,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
2.5		<u>Armarios y equipos de control y medida</u>		
2.5.1	1	Ud. Armario de control y protección Líneas 1 y 2.Completamente instalado y probado.	15.000,00 €	15.000,00 €
2.5.2	1	Ud. Armario de control y protección Transformador 1.Completamente instalado y probado.	18.000,00 €	18.000,00 €
2.5.3	1	Ud. Armario de medida. Completamente instalado y probado.	6.000,00 €	6.000,00 €
2.5.4	1	Ud. Armario de comunicaciones. Completamente instalado y probado.	13.000,00 €	13.000,00 €
2.5.5	1	Ud. Armario de servicios auxiliares. Completamente instalado y probado.	16.000,00 €	16.000,00 €
2.5.6	2	Ud. Baterías 125 V c.c. +48 V c.c Completamente instalado y probado.	9.950,00 €	19.900,00 €
2.5.7	2	Ud. Armario rectificador 400 V a.c. / 125 V c.c. + Convertidor 125 V c.c.-48 V c.c Completamente instalado y probado.	3.500,00 €	7.000,00 €
			<u>TOTAL</u>	961.525,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

3 CONDUCTORES, AISLADORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
3.1		<u>Embarrados</u>		
3.1.1	45	m de Conductor de tubo de Aluminio 70/60 mm diámetro.	30,10 €	1.354,50 €
3.1.2	21	m de Conductor de tubo de Cobre 50/34 mm diámetro.	24,20 €	508,20 €
3.2		<u>Piezas de conexión</u>		
3.2.1	1	Ud. Conjunto de piezas de bornería.	7.000,00 €	7.000,00 €
3.3		<u>Aisladores</u>		
3.3.1	6	Ud. Aislador de 55 kV.	460,00 €	2.760,00 €
3.4		<u>Cables de potencia, fuerza y control</u>		
3.4.1	1770	m Cable de 0,6/1 kV para fuerza y control	13,00 €	23.010,00 €
3.4.2	267	m Cable de RHZ1 12/20 kV Cu 400 mm2	50,00 €	13.350,00 €
3.4.3	29	m Cable de Al desnudo de 354,7 mm2	21	609 €
			<u>TOTAL</u>	48.591,70 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

4 SOPORTES APARAMENTA

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
4.1	2	Ud. de soporte metálico para aisladores de línea de 55 Kv	950,00 €	1.900,00 €
4.2	1	Ud. de soporte metálico para transformador de tensión de barras de 55 kV.	1.000,00 €	1.000,00 €
4.3	3	Ud. de soporte metálico para de pararrayos de 55 kV.	800,00 €	2.400,00 €
4.4	2	Ud. de soporte metálico para pararrayos Franklin	500,00 €	1.000,00 €
4.5	1	Ud. de soporte metálico para transformador de tensión de posición de línea de 55 kV.	350,00 €	350,00 €
4.6	3	Ud. de soporte metálico para aisladores de barras de 55 kV	1.200,00 €	3.600,00 €
4.7	1	Ud. de soporte metálico para terminales de 12 kV	480,00 €	480,00 €
4.8	3	Ud. de soporte metálico para módulo híbrido de 55 kV	975,00 €	2.925,00 €
			<u>TOTAL</u>	13.655,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

5 RED DE TIERRAS

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
5.1	1300	m Cable de Cu desnudo de 95 mm2 de sección	9,40 €	12.220,00 €
5.2	256	Ud. Soldadura aluminotérmica	16,00 €	4.096,00 €
5.3	25	Ud. Pica bimetálica de 2 m de longitud	50,00 €	1.250,00 €
5.4	57	Ud. De piezas de conexión a la red de tierras para estructuras y aparamenta	17,00 €	969,00 €
5.5	3	Ud. De Pararrayos de punta Franklin	80,00 €	240,00 €
			<u>TOTAL</u>	18.775,00 €

6 ILUMINACION EXTERIOR

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
6.1	35	Ud. Farola intemperie LED 20 W	150,00 €	5.250,00 €
6.2	4	Ud. Proyector portátil led 100 W	100,00 €	400,00 €
			<u>TOTAL</u>	5.650,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

7 PUESTA EN MARCHA

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
7.1	1	Pruebas y puesta en marcha de los sistemas de control y protección de la instalación	12.000,00 €	12.000,00 €
			<u>TOTAL</u>	12.000,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

8 SEGURIDAD Y SALUD

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
8.1	1	Estudio de seguridad y salud	5.600,00 €	5.600,00 €
			<u>TOTAL</u>	5.600,00 €

RESUMEN PRESUPUESTO FASE 1

OBRA CIVIL	477.157,80 €
EQUIPOS Y APARAMENTA	961.525,00 €
CONDUCTORES , AISLADORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN	48.591,70 €
SOPORTES APARAMENTA	13.655,00 €
RED DE TIERRAS	18.775,00 €
ILUMINACION EXTERIOR	5.650,00 €
PUESTA EN MARCHA	12.000,00 €
SEGURIDAD Y SALUD	5.600,00 €

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL 1.542.954,50 €

GASTOS GENERALES 13%	200.584,09 €
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	46.288,64 €
BASE IMPONIBLE	1.789.827,22 €
IVA 21%	375.863,72 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION POR CONTRATA 2.165.690,94 €

ESTUDIOS TECNICOS E INGENIERIA DE DETALLE 4%	86.627,64 €
DIRECCION DE OBRA 5%	108.284,55 €
IVA 21%	495.726,66 €
LICENCIA DE OBRA Y TRAMITACIONES 6%	129.941,46 €

TOTAL PRESUPUESTO CONOCIMIENTO ADMINISTRACION 2.986.271,23 €

El importe total del presupuesto para el conocimiento de la administración de la fase uno de la Subestación de Cueto asciende a la cantidad de **DOS MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON VENTITRES CENTIMOS.**

Santander, Mayo 2016

EL AUTOR DEL PROYECTO

JORGE MARTINEZ OTALO

1 EQUIPOS Y APARAMENTA

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
1.1		<u>Transformadores de potencia</u>		
1.1.1	1	Ud. de Transformador de potencia de 30 MVA de relación 55/12 kV. Completamente instalado y probado.	297.000,00 €	297.000,00 €
1.2		<u>Batería de Condensadores</u>		
1.2.1	27	Ud. de condensadores de 333 KVAR. Completamente instalado y probado.	880,00 €	23.760,00 €
1.3		<u>Aparamenta</u>		
1.3.1	3	Ud. pararrayos 55 kV. Completamente instalado y probado.	1.675,00 €	5.025,00 €
1.3.2	3	Ud. Pararrayos 12 kV. Completamente instalado y probado.	890,00 €	2.670,00 €
1.3.3	1	Ud. Equipo Híbrido 55 kV. Completamente instalado y probado.	60.000,00 €	60.000,00 €
1.4		<u>Armarios y equipos de control y medida</u>		
1.4.1	1	Ud. Armario de control y protección Transformador 2. Completamente instalado y probado.	18.000,00 €	18.000,00 €
			<u>TOTAL</u>	406.455,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

2 CONDUCTORES, AISLADORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
2.1		<u>Embarrados</u>		
2.1.1	9	m de Conductor de tubo de Cobre 50/34 mm diámetro.	24,20 €	217,80 €
2.2		<u>Piezas de conexión</u>		
2.2.1	1	Ud. Conjunto de piezas de bornería.	7.000,00 €	7.000,00 €
2.3		<u>Cables de potencia, fuerza y control</u>		
2.3.1	410	m Cable de 0,6/1 kV para fuerza y control	13,00 €	5.330,00 €
2.3.2	93	m Cable de RHZ1 12/20 kV Cu 400 mm2	50,00 €	4.650,00 €
2.3.3	21	m Cable de Al desnudo de 354,7 mm2	21	441,00 €
			<u>TOTAL</u>	17.638,80 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

3 SOPORTES APARAMENTA

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
3.1	1	Ud. de soporte metálico para de pararrayos de 55 kV.	800,00 €	800,00 €
3.2	1	Ud. de soporte metálico para terminales de 12 kV	480,00 €	480,00 €
3.3	1	Ud. de soporte metálico para módulo híbrido de 55 kV	975,00 €	975,00 €
			<u>TOTAL</u>	2.250,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

4 PUESTA EN MARCHA

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
4.1	1	Pruebas y puesta en marcha de los sistemas de control y protección de la instalación	3.000,00 €	3.000,00 €
			<u>TOTAL</u>	3.000,00 €

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

5 SEGURIDAD Y SALUD

Partida	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Total
5.1	1	Estudio de seguridad y salud	2.500,00 €	2.500,00 €
			<u>TOTAL</u>	2.500,00 €

RESUMEN PRESUPUESTO FASE 2

EQUIPOS Y APARAMENTA	406.455,00 €
CONDUCTORES , AISLADORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN	17.638,80 €
SOPORTES APARAMENTA	2.255,00 €
PUESTA EN MARCHA	3.000,00 €
SEGURIDAD Y SALUD	2.500,00 €

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL 431.848,80 €

GASTOS GENERALES 13%	56.140,34 €
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	12.955,46 €
BASE IMPONIBLE	500.944,61 €
IVA 21%	105.198,37 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION POR CONTRATA 606.142,98 €

ESTUDIOS TECNICOS E INGENIERIA DE DETALLE 4%	24.245,72 €
DIRECCION DE OBRA 5%	30.307,15 €
IVA 21%	138.746,13 €
LICENCIA DE OBRA Y TRAMITACIONES 6%	36.368,58 €

TOTAL PRESUPUESTO CONOCIMIENTO ADMINISTRACION 835.810,55 €

El importe total del presupuesto para el conocimiento de la administración de la fase uno de la Subestación de Cueto asciende a la cantidad de **OCHOCIENTOS TRENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CENTIMOS.**

Santander, Mayo 2016

EL AUTOR DEL PROYECTO

JORGE MARTINEZ OTALO

PRESUPUESTO TOTAL FASE 1 + FASE 2

PRESUPUESTO FASE 1	2.986.271,23 €
PRESUPUESTO FASE 2	835.810,55 €
TOTAL	3.822.081,78 €

El total del presupuesto para el conocimiento de la administración del proyecto de la Subestación de Cueto, contemplando ambas fases suma un total de **TRES MILLONES OCHOCIENTOS VENTIDOS MIL OCHENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y OCHO CENTIMOS.**

Santander, Mayo 2016

EL AUTOR DEL PROYECTO

JORGE MARTINEZ OTALO

DOCUMENTO Nº 6

SEGURIDAD Y SALUD

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA	2
2.1. Definiciones	2
2.2. Reuniones de seguridad	2
3. RIESGOS DE LOS TRABAJOS	4
4. MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	5
4.1. Prescripciones generales	5
4.2. Trabajos de explanación y movimiento de tierras	6
4.3. Trabajos en excavación.....	6
4.4. Trabajos de cimentación y encofrado	7
4.5. Trabajos con levantamiento de cargas.....	8
4.6. Trabajos en altura	9
4.7. Trabajos de soldadura	12
4.8. Montaje de cuadros y cableado eléctrico	13
4.9. Trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas de	
A.T. con tensión	13
4.10.Trabajos afectados por fenómenos de inducción.....	15
5. MATERIAL DE SEGURIDAD.....	16
6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	18
6.1. Actuación preventiva	18
7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y ACTUACIÓN	20

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

1. OBJETO

Este documento describe las normas de seguridad que deben cumplir las Empresas Contratistas.

Quedan incluidos los riesgos derivados de trabajos en las proximidades de elementos en tensión.

2. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA

2.1. Definiciones

Jefe de los Trabajos

Es la persona, que presente en un trabajo, lo dirige por designación o delegación del Responsable en la Obra por parte del Contratista. En el caso de obras menores podrá coincidir con el Responsable en la Obra por parte del Contratista.

Zona Protegida

En una instalación en descargo, es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocados entre los puntos de corte, sea en la proximidad de los mismos o no. No puede considerarse una zona de trabajo.

Zona de Trabajo

Es la zona definida y señalizada por el Jefe de los Trabajos de la Empresa Contratista y asignada por él al personal a su mando. Normalmente queda definida por las puestas a tierra de trabajo.

2.2. Reuniones de seguridad

Antes del inicio de los trabajos se habrá celebrado la reunión de lanzamiento. En esta reunión quedarán completamente determinadas todas las cuestiones relacionadas con la prevención de accidentes.

En esta reunión se determinarán, si fuera necesario, los descargos que deben ser solicitados y las fechas en que deberán ser efectuados.

El Jefe de los Trabajos está autorizado para verificar la creación de la Zona Protegida en la instalación, comprobando:

- Apertura con corte efectivo de todas las posibles fuentes de tensión.
- Bloqueo y señalización de los mandos de los aparatos de corte.
- Verificación de la ausencia de tensión.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Colocación de puestas a tierra y en cortocircuito que delimiten la Zona Protegida.

Para la creación de la Zona de Trabajo, el Jefe de los Trabajos deberá realizar:

- Verificación de la ausencia de tensión en todas las partes conductoras que afecten a la Zona de Trabajo.
- Apantallamiento en caso de no cumplirse las distancias de seguridad indicadas en el apartado de distancias mínimas.
- Puesta a tierra y en cortocircuito a ambos lados, de todas las fases que entran en el lugar donde se desarrollan los trabajos, una vez comprobada la ausencia de tensión.
- Delimitación física y señalización de la zona teniendo en cuenta las distancias mínimas que deben mantenerse respecto a elementos en tensión, mediante la colocación de señales, pancartas, cintas delimitadoras, etc.

Se establecerá la delimitación física de la zona donde se van a realizar los trabajos, así como accesos y lugares de paso para personas y vehículos. También quedarán definidas las zonas de acopio de materiales. Esta delimitación debe impedir que personas o vehículos se puedan aproximar a los elementos en tensión.

Es aconsejable celebrar otras reuniones a lo largo de los trabajos, cuando se estime oportuno.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

3. RIESGOS DE LOS TRABAJOS

Los riesgos principales, a nivel general, que conlleva los trabajos en subestaciones son los siguientes:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Choques y golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos. (dentro del recinto de trabajo)
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones (aceite de transformadores,...)
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Explosiones (transformadores de intensidad).
- Incendios.
- Confinamientos.
- Tráfico (fuera del centro de trabajo).
- Ruidos.
- Radiaciones no ionizantes (IR, UV de trabajos de soldadura).

4. MEDIOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

4.1. Prescripciones generales

Las tierras de trabajo de la Zona de Trabajo sólo serán manejadas por el Jefe de los Trabajos o bajo su supervisión.

En los accesos al recinto donde se van a realizar los trabajos, debe existir la señalización adecuada, entre otras: alturas de gálibo, obligatorio el uso de calzado de seguridad, de casco, de guantes, de protección ocular.

El suministro eléctrico provisional se efectuará con manguera antihumedad. En lugares de paso de personas y vehículos, se dejará un gálibo de 3 y 6 m respectivamente, o bien se enterrará y se protegerá adecuadamente. Los empalmes estarán elevados y serán normalizados y estancos.

Se utilizarán interruptores y tomas de corriente para intemperie donde sea necesario, con buena puesta a tierra y protección diferencial. Los cuadros y cajas metálicas estarán puestos a tierra.

Las herramientas eléctricas deberán poseer doble aislamiento. En lugares húmedos se alimentarán con transformador separador de circuitos.

En lugares húmedos, el alumbrado estará alimentado a 24 V o a 220 V si es con transformador separador de circuitos.

El alumbrado provisional fijo en estos lugares húmedos cuando se alimente a tensión mayor de 24 V, será de doble aislamiento o sus partes metálicas estarán puestas a tierra y el circuito estará protegido por relé diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

A lo largo del trabajo debe evitarse que coincidan personas trabajando en la misma vertical.

Diariamente se efectuará una inspección rutinaria antes del comienzo de los trabajos.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

4.2. Trabajos de explanación y movimiento de tierras

Los riesgos principales en este tipo de trabajos vienen provocados por el tráfico de vehículos y maquinaria pesada. Lo que puede ocasionar atropellos, golpes, etc.

Han de establecerse vías de circulación libres de obstáculos, señalizando las zonas peligrosas.

Como norma general, la velocidad máxima de circulación dentro de la obra será de 30 km./h.

Sólo el personal autorizado será el encargado del manejo de máquinas y vehículos.

Cuando la máquina inicie maniobras de desplazamiento, el conductor tocará el claxon. Si la maniobra es marcha atrás, la máquina emitirá señales acústicas automáticamente.

Se prohíbe el desplazamiento de personas en el interior de la cuchara, o en otras partes de las máquinas que no sean los asientos.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.

Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha, o en condiciones de inestabilidad.

Todas las máquinas deberán tener un extintor que haya pasado las revisiones correspondientes.

No se almacenará combustible para la maquinaria en el interior de la subestación.

4.3. Trabajos en excavación

Este tipo de trabajos puede ocasionar fundamentalmente derrumbes, atrapamientos, así como caídas de vehículos y personas.

Antes del inicio y durante la ejecución de los trabajos de excavación, se

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

estudiará el terreno, a fin de realizar éstos con el menor riesgo posible. La excavación se realizará en escalón, o se procederá a la entibación del terreno. Cuando la excavación se realice manualmente por los operarios, éstos deberán mantener una distancia suficiente entre sí cuando hagan uso de los picos, palas, etc. Con el fin de prevenir golpes, se recomienda una separación mínima de 3,50 m entre operarios.

Si no se realiza la excavación en escalón, deberán entibarse aquellas zanjas de profundidad superior a 1,30 m, se deberá utilizar una escalera adecuada para la entrada y salida, que deberá sobrepasar en 1m. El borde de la excavación.

Tratándose de terrenos con consistencia adecuada, la entibación se deberá efectuar a partir de 1,50 m, disminuyendo dicha entibación si los bordes superiores de la zanja son desmochados en bisel a 45º.

Se deberá efectuar una señalización con cadena o cinta de color rojo-blanco al menos a 2 m del borde. En su defecto se podría utilizar una línea de color blanco sobre el suelo.

En caso de inundación y/o encharcamiento de la excavación, se efectuará el achique de las aguas inmediatamente, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes. Antes de reanudar los trabajos se efectuará una revisión de la zona.

Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 m del borde. La aproximación mínima de vehículos ligeros será de 3 m y la de vehículos pesados de 5 m.

4.4. Trabajos de cimentación y encofrado

Los camiones hormigoneras no se deberán aproximar a menos de 2 m del borde de la zanja como norma general.

En caso de cimentaciones con puntas de ferralla, éstas deberán ser protegidas o dobladas para evitar accidentes.

Los clavos de las maderas utilizadas en el encofrado, deberán ser arrancados y retirados a un lugar donde no sean peligrosos. En su defecto podrán ser

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

remachados. Se esmerará el orden y la limpieza, apilando y retirando los materiales sobrantes.

4.5. Trabajos con levantamiento de cargas

El levantamiento y transporte de cargas manualmente puede provocar lesiones musculares, especialmente en la espalda, así como atrapamientos de miembros, cortes, abrasiones, etc.. Por lo tanto se deberá observar una serie de normas básicas:

- Limitar el transporte manual a cargas pequeñas.
- Postura y aprehensión correcta.
- Mantener la espalda recta y realizar el mayor esfuerzo con la flexión-extensión de las piernas.
- Uso de vestimenta y protección correcta: guantes, botas, etc...

El levantamiento de cargas con grúa conlleva, entre otros, riesgos por caída de elementos pesados, atrapamientos o golpes, como consecuencia de fallos en la grúa o en los elementos de sujeción. También se pueden producir accidentes eléctricos como consecuencia de contactos directos o arcos eléctricos. Por otro lado se deberán cumplir las siguientes normas:

- Estudio previo de la maniobra a realizar, ubicación y desplazamientos de la máquina teniendo en cuenta, especialmente, las distancias de seguridad a elementos en tensión.
- La grúa deberá estar puesta a tierra y bien estabilizada sobre terreno firme.
- Se revisarán los elementos de sujeción que se vayan a utilizar: eslingas, estrobos, ganchos, grilletes, etc.. Comprobando su estado y que su carga de trabajo está indicada y es adecuada para la maniobra a realizar.
- La carga ha de amarrarse de forma que mantenga una posición estable, y todas las eslingas trabajen por igual.
- Se evitará colocación directa de las eslingas sobre aristas vivas, empleándose cantoneras adecuadas.
- Se procurará efectuar un tipo de amarre que no disminuya la carga de las eslingas: $\text{Carga máxima} = \text{carga eslinga} \times M$, siendo M el factor "modo".

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Utilización	Factor Modo (M)
I	1
U	2
	1.8
	1.4
	1
o	0.8
	1.4

El Jefe de Trabajo hará un seguimiento detallado de la maniobra, el izado se realizará lentamente y no se permitirá el paso o permanencia de personas bajo la zona de elevación de la carga.

No se elevarán cargas superiores a las indicadas en el diagrama de carga de la máquina. No se permitirá que el limitador de carga esté anulado o inservible.

En caso de tormenta o vientos fuertes (del orden de 60 km./h), se interrumpirán los trabajos con las grúas.

Nunca se abandonará la grúa con los motores en marcha, o cuando exista una carga suspendida.

Sé prohíbe la elevación de personas en jaulas o cestas no pensadas para este fin.

4.6. Trabajos en altura

Los riesgos provienen fundamentalmente de las caídas a distinto nivel de personas y herramientas.

Todas las personas situadas a una altura igual o mayor de 2 m, deberán hacer uso del cinturón de seguridad, salvo que existan protecciones colectivas adecuadas (barandillas, plintos, muretes).

Para los trabajos en altura que se realizan en subestaciones, se utilizan fundamentalmente andamios, plataformas de trabajo, vehículos con cestas o escaleras.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Andamios metálicos

Los andamios metálicos son estructuras modulares, formadas por las siguientes partes: estructura, plataformas, tirantes, barandillas y escaleras. No deberán usarse hasta que su montaje sea completo y sus piezas estén correctamente ensambladas.

Si dispone de ruedas, deberán bloquearse para evitar movimientos inesperados.

Se deberá ascender y descender por las escaleras.

Actuar con precaución al transportarlos (siempre desmontados) por el interior de la subestación, vigilando su proximidad a elementos en tensión.

Deberán estar puestos a tierra.

Andamios de madera

Estos andamios están formados por una estructura metálica o de madera que hace de soporte, coronada por una plataforma de trabajo construida con tablones.

La anchura de la andamiada será como mínimo de tres tablones de 20 cm de ancho cada uno y 5 cm de grueso. La madera estará escuadrada, descortezada, sana, sin defectos y sin pintar (o pintada con barniz transparente).

Los tablones de la plataforma de trabajo se dispondrán de tal forma que no puedan moverse, ni dar lugar al basculamiento, deslizamiento o cualquier otro movimiento peligroso.

Los andamios deberán ser estables, bien calzados y arriostrados si hiciera falta.

Plataformas

Las plataformas de trabajo estarán construidas de materiales sólidos y su estructura y resistencia serán proporcionales a las cargas, fijas o móviles, que deben soportar.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Para alturas superiores a 2 m, tanto las plataformas independientes como aquellas que coronan los andamios, deberán contar con las siguientes protecciones:

- Barandillas a una altura mínima de 90 cm de la plataforma de trabajo.
- Deberán resistir una carga de 150 Kg por metro lineal.
- Los rodapiés tendrán una altura mínima de 15 cm sobre el nivel del piso. Entre ambos se colocará una barra horizontal o barrotes verticales con una separación máxima de 15 cm.

Vehículos con cesta

Este conjunto está formado por un vehículo con una pluma o brazo mecánico articulado, al cual se le acopla una cesta en su extremo para elevar personas y materiales.

Deberá estar diseñado pensando en que se van a elevar personas, por lo que deberá contar con los sistemas apropiados que eviten giros o basculamientos.

Desde la posición de accionamiento de los mandos, el operador tendrá buena visibilidad de la cesta durante su movimiento.

Las cargas a soportar por la cesta se ajustarán en todo momento a lo indicado por el fabricante.

Cuando un aparato de elevación es utilizado o desplazado en la proximidad de instalaciones en tensión deben tomarse especiales precauciones para que el aparato no pueda, especialmente debido a los desniveles del terreno, entrar en contacto con dichas instalaciones.

La zona por la que evolucione el aparato debe estar delimitada teniendo en cuenta sus dimensiones, el espacio necesario para la maniobra y la posibilidad de rotura de los cables de tracción que, en tal caso, pueden entrar en contacto con las instalaciones en tensión.

Escaleras

Como norma general, debe procurarse que las escaleras no sean usadas para alturas superiores a los 5 m, quedando prohibido su uso para alturas superiores a 7 m.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Llevarán zapatas antideslizamiento y sistema de sujeción en la parte superior y serán preferiblemente de fibra.

Se prohíbe el empalme de escaleras, salvo que de origen cuenten con dispositivos preparados para este fin.

Para el acceso a una superficie o plataforma elevada, la escalera deberá sobrepasar al menos 1 m del punto superior de apoyo.

Las escaleras de madera tendrán largueros de una sola pieza, sin nudos ni empalmes, y preferiblemente se usarán en interior. No deberán pintarse, salvo con barniz transparente, a fin de poder detectar posibles defectos.

Las escaleras de tijera deberán estar provistas de sistemas (ideal: cadena de eslabones metálicos) que limiten su apertura al ser utilizadas.

No se deben usar simultáneamente por más de una persona.

4.7. Trabajos de soldadura

Los riesgos en este tipo de trabajo son los siguientes:

- Riesgo eléctrico
- Daños en la vista por las radiaciones que emite el arco voltaico
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Quemaduras directas o por proyección de partículas incandescentes

En consecuencia, deberán cumplirse las siguientes prescripciones:

- Solo se efectuará este tipo de trabajos por personal especializado
- Utilizar todo el equipo de protección individual para este tipo de trabajos
- La alimentación eléctrica se realizará con mangueras en buen estado y preparadas para intemperie. El grupo de soldadura estará puesto a tierra.
- Antes de iniciar los trabajos, verificar que no existe material combustible o personas trabajando en las inmediaciones.
- No mirar, nunca, directamente al arco voltaico.
- Soldar siempre en lugares ventilados para evitar atmósferas tóxicas.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Desconectar totalmente el grupo de soldadura cuando haya una interrupción prolongada del trabajo. Los grupos de soldadura quedarán localmente desconectados al finalizar la jornada de trabajo.

4.8. Montaje de cuadros y cableado eléctrico

Los Jefes de los Trabajos efectuarán un análisis previo y un seguimiento del trabajo de cableado para establecer en cada momento las medidas de seguridad necesarias, especialmente cuando los trabajos se superpongan a instalaciones antiguas.

Se procurará la existencia de corte visible, bloqueo de dispositivos de corte y señalización de prohibido maniobrar. A continuación, se verificará ausencia de tensión y si se estima necesario, se pondrá a tierra la instalación.

El primer paso, tras la colocación de un cuadro o armario metálico, será su conexión a tierra.

En lugares donde se trabaje en tensión o en proximidad de elementos con tensión (B.T.), se utilizara el material de seguridad necesario: tela vinílica, alfombrilla o banqueta aislante, guantes aislantes para B.T., herramienta aislante, pantalla antiproyecciones, etc.

4.9. Trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas de A.T. con tensión

Distancia de seguridad

Se entiende por distancia de seguridad la mínima distancia que hay que mantener con respecto a un elemento desnudo en tensión (medida entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del operario o herramienta por él utilizada).

El hecho de mantener una distancia mínima suficiente, es un factor fundamental en la prevención de accidentes de tipo eléctrico.

La distancia de seguridad es función de:

- El nivel de tensión de la instalación
- La formación del operario
- El método y organización del trabajo

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Medidas preventivas

Se considerarán distancias mínimas de seguridad para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión, no protegidas (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del operario) las de la siguiente tabla.

Tensión entre fases kV	Límites de seguridad (m)	
	Inicio del riesgo eléctrico	Inicio del área de tensión
$1 < U \leq 20$	3	0,95
$20 < U \leq 30$	3	1,1
$30 < U \leq 66$	3	1,4
$66 < U \leq 132$	5	2
$132 < U \leq 220$	5	3
$220 < U \leq 380$	7	4

Para trabajar fuera del límite de inicio del riesgo eléctrico se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Puede trabajar todo el personal, es decir, aquel que no ha recibido ninguna formación relativa a riesgos eléctricos. No obstante, antes de comenzar los trabajos, deberán recibir instrucciones verbales relativas a los riesgos eléctricos que conlleva el trabajo en la instalación.
- El Jefe de los Trabajos deberá supervisar que personal no cualificado puede entrar dentro del límite de inicio del riesgo eléctrico.

Para trabajar entre el límite de inicio del riesgo eléctrico y el límite del inicio del área de tensión se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Deberá trabajar personal cualificado para trabajos eléctricos. Se entiende por personal cualificado, aquel que tiene una experiencia mínima en trabajos eléctricos en instalaciones de A.T. y ha recibido formación en riesgos eléctricos.
- Se delimitará y señalizará el límite del inicio del riesgo eléctrico y el de inicio del área de tensión. Si se han instalado pantallas aislantes, éstas serán consideradas como elementos de delimitación, no como protección aislante del elemento en tensión.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

- Si las distancias son inferiores, el personal deberá tomar medidas adicionales tales como aislar las partes en tensión de la instalación, mediante pantallas protectoras.

4.10. Trabajos afectados por fenómenos de inducción

Debido a la proximidad de instalaciones de A.T. en tensión, se pueden originar fenómenos de inducción electrostática y electromagnética. Estos fenómenos son especialmente importantes cuando la distancia a los puntos en tensión se reduce y se trabaja con elementos conductores de cierto tamaño.

En estas circunstancias deben tomarse las siguientes medidas:

- Las p.a.t. serán de secciones apropiadas a la instalación y se manejarán con elementos aislantes y conforme a sus correctas normas de empleo.
- En el manejo de embarrados, mangueras, etc., la puesta a tierra de los elementos, cuando el trabajo lo permita, se realizará tomando las precauciones que requiere una p.a.t. En ningún caso los operarios deben cerrar con su cuerpo el circuito que forma el elemento conductor, las p.a.t. y la red de tierra; es decir, no tocarán directamente el elemento a poner a tierra, sino que realizarán las puestas a tierra con guantes aislantes y siempre conectando en primer lugar la toma de p.a.t. y en último lugar la conexión al conductor, que en servicio normalmente estará en tensión.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

5. MATERIAL DE SEGURIDAD

Antes del inicio de los trabajos la empresa contratista deberá tener disponible en la obra y por su cuenta, todo el material de seguridad a utilizar, tanto el de protección individual como el de protección colectiva.

Para la actividad de Obra Civil se dispondrá del siguiente material:

De protección individual:

- Cascos
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada
- Botas de agua
- Guantes de trabajo
- Cinturones de sujeción
- Trajes impermeables
- Gafas antiimpactos
- Mascarilla respiratoria
- Protección auditiva

De protección colectiva:

- Malla perforada de delimitación
- Señales de obligación e informativas
- Botiquín primeros auxilios
- Tablero o camilla evacuación de accidentados
- Extintores

Para los trabajos de montajes mecánicos y eléctricos la empresa contratista dispondrá en obra y por su cuenta del siguiente material:

Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad aislantes
- Calzado de seguridad con puntera reforzada
- Guantes de trabajo
- Cinturones anticaídas
- Trajes impermeables
- Gafas antiimpactos
- Pantallas de protección facial
- Pantallas y gafas para soldadura
- Mandil, polainas y guantes soldadura

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Equipos de protección colectiva:

- Mallas perforadas de delimitación
- Señales de obligación e informativas
- Señales o adhesivos de prohibido maniobrar
- Banquetas y alfombrillas aislantes
- Tela vinílica aislante
- Guantes aislantes para B.T. y A.T.
- Herramienta aislada
- Pértigas
- Verificadores de tensión
- Equipos de p.a.t
- Botiquín primeros auxilios
- Tablero o camilla evacuación accidentados
- Extintores

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

6.1. Actuación preventiva

Se establecen los siguientes criterios de actuación a realizar para el control o reducción de los riesgos, en base a la valoración obtenida de los mismos antes de aplicar las medidas de prevención. Una vez aplicadas las medidas, los riesgos no se reevalúan, sino que se mantienen.

	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
MUY LEVE	No requiere actuación
LEVE	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan esfuerzos económicos importantes. Se requiere comprobación periódica para asegurar la eficacia de las medidas de control
MODERADO	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando este riesgo esté asociado a consecuencias muy graves, se precisará de una acción posterior para precisar la probabilidad como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
GRAVE	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados
MUY GRAVE	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si es imposible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo

En la tabla siguiente se establece la combinación entre la probabilidad de que suceda un riesgo y la severidad del mismo, dando como resultado la valoración del riesgo.

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

PROBABILIDAD				
SEVERIDAD		Baja	Mediana	Alta
	Baja	MUY LEVE	LEVE	MODERADO
	Mediana	LEVE	MODERADO	GRAVE
	Alta	MODERADO	GRAVE	MUY GRAVE

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	VALOR RIESGO
Caída personas al mismo nivel	Baja	Baja	Leve
Caída personal a distinto nivel	Mediana	Mediana	Moderado
Caída de objetos	Mediana	Baja	Leve
Desprendimientos, desplomes y	Baja	Alta	Moderado
Golpes y choques	Mediana	Baja	Leve
Maquinaria automotriz y vehículos	Baja	Mediana	Leve
Atrapamientos	Mediana	Mediana	Moderado
Cortes	Mediana	Baja	Leve
Proyecciones	Baja	Baja	Muy leve
Contactos eléctricos	Mediana	Mediana	Moderado
Arco eléctrico	Baja	Mediana	Lleve
Sobreesfuerzos	Mediana	Baja	Leve
Explosiones	Baja	Mediana	Leve
Incendios	Baja	Mediana	Leve
Confinamiento	Mediana	Baja	Leve
Tráfico (fuera del CT)	Mediana	Mediana	Moderado
Ruidos	Mediana	Baja	Leve
Radiaciones no ionizantes	Baja	Baja	Muy leve

7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN

Caída personas al mismo nivel

- Utilización obligatoria de calzado de seguridad
- Mantenimiento del orden y limpieza
- Iluminación y señalización de zonas de paso
- Formación sobre normas de orden y limpieza

Caída personal a distinto nivel

- Utilización obligatoria del cinturón de seguridad para trabajos en altura
- Protección de huecos mediante barandillas o rejillas
- Utilización de escaleras, andamios o plataformas. Uso correcto de los mismos.
- Reconocimiento y aptitud médica para trabajos en altura.
- Previsión de plataformas y escaleras
- Formación sobre normas de trabajo en altura

Caída de objetos

- Utilización obligatoria de casco y calzado de seguridad
- Instalación de rodapiés o malla de protección en barandillas
- Revisión de estrobos, eslingas y medios de elevación
- Señalización de zonas de riesgo
- Izado y estrobo de cargas solo por personal autorizado
- Formación sobre manejo y estrobo de cargas

Desprendimientos, desplomes y derrumbes

- Revisión de protecciones, entibaciones, etc.
- Señalización de las áreas de trabajo y zonas de riesgo
- Revisión de estrobos, eslingas y medios de elevación
- Izado y estrobo de cargas solo por personal autorizado
- Formación sobre manejo y estrobo de cargas

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Golpes y choques

- Uso de equipos de protección individual (casco y guantes)
- Revisión de equipos y herramientas
- Mantenimiento del orden y limpieza

Maquinaria automotriz y vehículos

- Revisión de maquinaria
- Señalización y delimitación de zonas de paso de vehículos y peatones
- Formación de los operarios que utilicen la maquinaria

Atrapamientos

- Revisión de máquinas y herramientas
- Respeto a las protecciones mecánicas en máquinas y equipos
- Formación

Cortes

- Utilización de guantes de seguridad
- Protección de bordes cortantes en herramientas y materiales

Proyecciones

- Delimitación y señalización de las zonas de riesgo
- Utilización de los equipos de protección individual (gafas de seguridad)
- Utilización de pantallas de protección colectiva

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Contactos eléctricos

- Revisión y herramientas de cuadros eléctricos
- Instalaciones eléctricas según Reglamentos de Alta y Baja Tensión
- Señalización de zonas con riesgo eléctrico
- Protección diferencial, puesta a tierra de las masas metálicas y tensiones de seguridad en recintos conductores
- Autorización para intervención en instalaciones a personal eléctrico
- Utilización de herramientas y Equipos de Protección Individual aislantes
- Descargo de las instalaciones
- Formación

Arco eléctrico

- Protección ocular (pantallas)
- Descargos de las instalaciones

Sobreesfuerzos

- Utilizar medios de elevación y herramientas adecuadas
- Formación de los operarios en trabajos de manipulación manual de cargas

Explosiones

- No abrir nunca el secundario de un transformador de intensidad mientras está en servicio.

Incendios

- Distribución de extintores en zonas de riesgo
- Control de trabajos de corte con radial, soplete y soldadura
- Mantenimiento del orden y limpieza
- Formación de los operarios en prevención de incendios

SUBESTACIÓN DE CUETO 55 / 12 KV

Confinamiento

- Ventilación apropiada
- Extracción de aire
- Formación de los operarios

Tráfico (fuera de la subestación)

- Revisión de los vehículos
- Respeto a las normas de circulación

Ruidos

- Uso de equipos de protección individual (casco con auriculares)

Radiaciones no ionizantes

- Apantallamiento de zonas de soldadura
- Equipos de protección individual (pantallas de soldador, mandiles, manguitos y guantes)
-

Santander, Mayo 2016

EL AUTOR DEL PROYECTO

○ JORGE MARTINEZ OTALO