



PROYECTO DE EJECUCIÓN:

SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA “EL CERRO”, DE 66/30 KV DE 60 MVA, PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “EL CERRO”

TITULAR: RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA, S.L.U.

Situación:

Polígono 12, parcela 1.

T. M. Burguillos del Cerro (Badajoz).

**LUIS SERRANO GOMEZ
INGENIERO INDUSTRIAL
COIIB Nº107**

Albacete, Agosto de 2020.

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA 66/30 KV DE 60MVA "EL CERRO"
PARA LA EVACUACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA "EL
CERRO"**

SITUACIÓN:

**POLÍGONO 12, PARCELA 1
Término municipal de BURGUILLOS DEL CERRO**

Documento: MEMORIA DESCRIPTIVA



SUMARIO

1. GENERALIDADES.-	5
1.1. ANTECEDENTES.-	5
1.2. OBJETO DEL PROYECTO.	5
1.3. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA.	5
1.4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.	9
2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN.-	9
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.-	9
2.2. ESQUEMA UNIFILAR.	10
2.3. SISTEMA DE 66 KV.	11
2.3.1. APARELLAJE.	11
2.3.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.	11
2.3.3. ESQUEMA DE 30 KV.	12
2.3.3.1. Aparellaje.	13
2.3.4. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.	13
2.3.5. REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA.	13
2.3.6. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.	14
2.3.7. PARARRAYOS DE M.T.	15
2.3.8. OTRAS INSTALACIONES.	15
2.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	15
2.4.1. AISLAMIENTO.	15
2.4.2. DISTANCIAS MÍNIMAS.	15
2.4.3. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.	16
2.5. ESTRUCTURA METÁLICA.	17
2.5.1. ESTRUCTURA METÁLICA DE 66 KV.	17
2.5.2. ESTRUCTURA METÁLICA EN 30 KV.	18
2.6. EMBARRADOS.	18
2.6.1. EMBARRADOS DE 66 KV.	19
2.6.2. EMBARRADOS DE 30 KV.	19
2.6.3. PIEZAS DE CONEXIÓN.	19
2.6.4. AISLADORES SOPORTE PARA 66 KV.	19
2.6.5. CADENAS DE AISLADORES PARA 66 KV.	20
2.6.6. AISLADORES SOPORTE PARA 30 KV.	20
2.7. TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	20
2.7.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.	21
2.7.2. ENSAYOS DIELECTRICOS.	21
2.7.3. REGULACIÓN DE TENSIÓN.	22
2.7.4. REFRIGERACIÓN.	22
2.7.5. PROTECCIONES DEL TRANSFORMADOR.	23
2.8. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE 66 KV.	23
2.9. SECCIONADORES.	24
2.9.1. SECCIONADOR DE 66 KV.	24
2.9.2. SECCIONADORES DE 30 KV (INTEMPERIE).	25
2.10. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD.	26
2.11. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN.	26
2.11.1. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS.	26
2.12. PARARRAYOS.	27
2.12.1. TENSIÓN 66 KV.	28
2.12.2. TENSIÓN 30 KV.	28
2.13. REACTANCIA Y RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.	28
2.14. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (30 KV).	29
2.14.1. APARELLAJE.	31
2.14.2. CARACTERÍSTICAS DEL APARELLAJE.	31



2.15. SERVICIOS AUXILIARES.	33
2.15.1. SERVICIOS AUXILIARES DE C.A.	33
2.15.2. SERVICIOS AUXILIARES DE C.C.	33
2.16. CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES.....	34
2.16.1. UNIDADES DE CONTROL.....	34
2.16.2. ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIONES.....	35
2.16.2.1. Protecciones de transformador.....	35
2.16.2.2. Protecciones de la generación.....	36
2.16.3. PROTECCIONES DE LAS CELDAS DE 30 KV.	36
2.16.3.1. Protecciones de línea de 30 kV.	36
2.16.3.2. Protecciones de transformador de 30 kV.....	36
2.17. MEDIDA.	36
2.17.1. MEDIDA DE ENERGÍA.	36
2.17.2. RESTO DE MEDIDAS.....	37
2.18. TELECONTROL Y COMUNICACIONES.....	37
2.19. ALUMBRADO.....	38
2.20. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS EN EL EDIFICIO.	38
2.20.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ANTI INTRUSISMO.....	38
2.20.2. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN DEL EDIFICIO.	39
2.21. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	39
2.22. OBRA CIVIL.	41
2.22.1. EXPLANACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.	41
2.22.2. CONSTRUCCIÓN DE VIALES.	42
2.22.3. ABASTECIMIENTO DE AGUA, DRENAJES Y SANEAMIENTO.	42
2.22.4. EDIFICIO DE CELDAS Y CONTROL.	43
2.22.5. BANCADA DE TRANSFORMADOR.....	44
2.22.6. CIMENTACIONES.	45
2.22.7. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.	45
2.22.8. CERRAMIENTO PERIMETRAL.....	45
3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS.-	46
3.1. NIVELES DE AISLAMIENTO.....	46
3.2. CÁLCULO DEL RADIO CRÍTICO DE APANTALLAMIENTO.	46
3.3. ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO. PROTECCIÓN MEDIANTE PARARRAYOS.....	47
3.3.1. SELECCIÓN DEL PARARRAYOS.	48
3.3.1.1. Tensión 66 KV.....	48
3.3.1.2. Tensión 30 KV.....	49
3.3.2. MÁXIMA SOBRETENSIÓN TIPO RAYO POR LA LÍNEA.	49
3.3.3. CAÍDA DE TENSIÓN EN EL PARARRAYOS.....	50
3.3.4. VARIACIÓN DE LA TENSIÓN CON LA DISTANCIA.	50
3.4. DISTANCIAS MÍNIMAS.	51
3.4.1. DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES.	51
3.4.2. DISTANCIAS EN PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN.	52
3.4.3. DISTANCIAS EN ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN.....	52
3.5. SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EMBARRADOS.	52
3.5.1. SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD NOMINAL.....	53
3.5.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR LAS BARRAS.	55
3.5.3. CÁLCULO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS POR CORTOCIRCUITO EN EMBARRADOS.	58
3.5.3.1. Sistema de 66 kV.	58
3.5.3.2. Sistema de 30 kV.	59
3.5.3.3. Embarrados rígidos a cota +13,50 m.....	61
3.5.3.3.1. Datos del tubo a utilizar.	61



3.5.3.3.2.	Datos obtenidos del cálculo de cortocircuito.....	62
3.5.3.4.	Embarrados rígidos a cota +7,50 m.....	68
3.5.3.4.1.	Datos del tubo a utilizar.....	69
3.5.3.4.2.	Datos obtenidos del cálculo de cortocircuito.....	69
3.6.	CÁLCULO DEL EFECTO CORONA.....	78
3.7.	CÁLCULO DE LA MALLA DE TIERRA.....	80
3.7.1.	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES DE FALTA A TIERRA.....	80
3.7.2.	CONDUCTOR DE TIERRA.....	80
3.7.3.	RESISTENCIA DE LA MALLA.....	80
3.7.4.	CÁLCULOS DE LAS CORRIENTES DE FALTA A TIERRA.....	81
3.7.5.	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.....	82
4.	CÁLCULOS MECÁNICOS JUSTIFICATIVOS.....	84
4.1.	HIPÓTESIS DE CÁLCULO PARA SOPORTES DE APARELLAJE.....	84
4.1.1.	PESOS.....	84
4.1.2.	HIELO.....	84
4.1.3.	VIENTO.....	85
4.1.4.	TRACCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE FASE.....	85
4.1.5.	CARGA EXCEPCIONAL.....	85
4.1.6.	CARGAS DINÁMICAS.....	85
4.1.7.	ESFUERZOS DE CORTOCIRCUITO.....	85
4.1.8.	CARGAS SÍSMICAS.....	86
4.1.9.	HIPÓTESIS DE DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA.....	86
4.2.	MATERIAL UTILIZADO.....	86
4.3.	SIMPLIFICACIONES INTRODUCIDAS.....	87
4.4.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....	87
5.	CONCLUSIÓN.-.....	87



1. GENERALIDADES.-

1.1. ANTECEDENTES.-

RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA, S.L.U. promueve la construcción de una Subestación Eléctrica Transformadora denominada "EL CERRO", de 66/30 KV y 60 MVA para la Evacuación de la energía generada por la futura planta solar fotovoltaica denominada "EL CERRO" de 49,936MWp, en el término municipal de Burguillos del Cerro.

El promotor de las obras tiene los siguientes datos identificativos:

Nombre:	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA, S.L.U.
Domicilio Social:	C/ CORONADOS, 10-1ºA. 28320 PINTO (MADRID)
C.I.F.:	B-87839338
Domicilio para notificaciones:	C/ MÁLAGA, 5. 28320 PINTO (MADRID)

1.2. OBJETO DEL PROYECTO.

El presente PROYECTO tiene por objeto el estudio, descripción y valoración de la ST "EL CERRO" 66/30KV de 60MVA.

Este proyecto está de acuerdo con lo dispuesto en la ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico, para informar a la Administración sobre las características de la línea a fin de obtener las correspondientes autorizaciones.

A tal efecto, el proyecto tiene en cuenta las normas que el ministerio de Industria y Energía da en el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, publicado en el BOE de 09/06/2014.

El objeto del presente PROYECTO es obtener su Autorización Administrativa y Aprobación de Proyecto.

1.3. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA.

En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes disposiciones oficiales:

— Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE nº310 de



27/12/2013).

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 285, de 28/11/1997).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176 de 23/07/1992)
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. (BOE nº 140 de 10/06/2014)
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE nº 139, de 09/06/2014)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias (BOE nº 288, de 01/12/1982).
- 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 2818/1998 de 23 de diciembre sobre Producción de Energía Eléctrica por Recursos o Fuentes Renovables, Residuos y Cogeneración.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se Regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la ley 54/2003 de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE nº 11/12/2013).
- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de



- 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de ruido.
 - Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
 - Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo.
 - Ley 8/2007, de 28 de mayo, de Suelo.
 - Instrumento de ratificación del Convenio Europeo del Paisaje (número 176 del Consejo de Europa), hecho en Florencia el 20 de octubre de 2000. BOE 5 de febrero de 2008.
 - Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
 - Real Decreto Legislativo 2/2008. Texto refundido de la Ley del suelo.
 - Ley 3/1995, de 23 de marzo, del Vías Pecuarias.
 - Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Decreto 54/2011, de 29 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de evaluación ambiental de Extremadura.
 - Decreto 81/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de autorizaciones y comunicación ambiental de Extremadura.
 - Decreto 45/1991, de 16 de abril, sobre medidas de protección del Ecosistema.
 - Decreto 110/2015, de 19 de mayo, por el que se regula la red ecológica europea Natura 2000 en Extremadura.
 - Ley 9/2006, de 23 de diciembre, por la que se modifica la Ley 8/1998, de 26 de junio, de Conservación de la Naturaleza y Espacios Naturales de Extremadura.
 - Ley 8/1998, de 26 de junio, de Conservación de la Naturaleza y de Espacios Naturales de Extremadura.
 - Decreto 74/2016, de 7 de junio, por el que se modifica el Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura.
 - Resolución de 14 de julio de 2014, de la Dirección General de Medio Ambiente, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Extremadura y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.



- Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan Normas de Carácter Técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura.
- Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura.
- Ley 2/2008 de 16 de junio, de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ley 2/2007, de 12 de abril, de archivos y patrimonio documental de Extremadura.
- Plan Integral de Residuos de Extremadura 2016-2022(PIREX).
- Decreto 109/2015, de 19 de mayo, por el que se regula la producción y gestión de los residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Orden de 9 de febrero de 2001, por la que se da publicidad al Plan Director de Gestión Integrada de Residuos de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto de la Junta de Extremadura 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones; CORRECCIÓN de errores del Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones (DOE N° 36 de 25 de marzo de 1997).
- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección de medio ambiente atmosférico.
- Ley 6/2015, de 24 de marzo, Agraria de Extremadura.
- Ley 12/2001, de 15 de noviembre, de Caminos Públicos de Extremadura.
- Decreto 195/2001, de 5 de diciembre, por el que se modifica el Decreto 49/2000, de 8 de marzo, que establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 66/2001, de 2 de mayo, por el que se regulan ayudas para gestión sostenible de montes en el marco del desarrollo rural.
- Decreto 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de vías pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Orden de 19 de junio de 2000 por el que se regula el régimen de ocupaciones y autorizaciones de usos temporales de las vías pecuarias de la de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 7/2007, de 23 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento de Extremadura.
- Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de



Extremadura.

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Código Técnico de la Edificación.
- Además, se considerarán las normas UNE que sean de aplicación y se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los organismos públicos afectados.

1.4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

Tal como se muestra en el plano de situación la instalación está ubicada en la provincia de Badajoz, en la parcela 1 del polígono 12, del catastro de rústica del término municipal de Burguillos del Cerro, ocupando una superficie de 1.306,41 m².

La Subestación queda situada en las siguientes coordenadas UTM:

ST EL CERRO	COORDENADAS UTM (HUSO 29, ETRS89)	
	X	Y
1	707019,07	4247607,78
2	707046,21	4247579,47
3	707020,8	4247555,12
4	706993,67	4247583,42

2. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN.-

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.-

La subestación tendrá la siguiente configuración:

- Sistema de 66 kV en intemperie, esquema de simple barra, compuesto por:
 - 1 posición de línea correspondiente a la conexión con la ST BALBOA.
 - 1 posición de transformador.
- 1 transformador de potencia trifásico 66/30 KV 45/60 MVA ONAN/ONAF, de intemperie, aislado en aceite mineral, con regulación en carga por tomas en el lado de alta tensión.



- 1 sistema de 30 KV con esquema de simple barra, tipo interior, en celdas de aislamiento en hexafluoruro de azufre compuesto por:
 - Sistema 1:
 - 4 posiciones de línea de simple entrada.
 - 1 celda de medida.
 - 1 celda de protección general.
 - 1 celda de salida hacia parque exterior.
 - 1 celda de transformador de potencia.
 - 1 celda de transformador para servicios auxiliares y medida.
 - Previsión de 1 celda para batería de condensadores (de 4 MVAR).

Se dotará a la instalación de un transformador de servicios auxiliares de aislamiento aceite mineral, montado en el exterior del edificio, que será alimentado desde su celda correspondiente y que se situará junto a las baterías de condensadores sobre un soporte metálico.

Además, se montará una reactancia trifásica de puesta a tierra en paralelo con la salida de 30 KV del transformador de potencia, que servirá para dar sensibilidad a las protecciones de tierra y dotar a las mismas de una misma referencia de tensión, así como para limitar la intensidad de defecto a tierra en el sistema de 30 KV.

También se montará una resistencia trifásica de puesta a tierra de neutro del transformador bajo envolvente metálica cuya parte activa estará aislada de la envolvente mediante aisladores de apoyo para 36 kV. Entre la toma de entrada y la resistencia llevará incorporado un transformador de intensidad

Cada una de estas posiciones de 66 y 30 KV estará debidamente equipada con los elementos de maniobra, medida y protección necesarios para su operación segura.

Se dispondrá un edificio de control y celdas con una sola planta, construido en base a paneles prefabricados de hormigón, que tendrá tres salas principales: la sala de control y una sala de celdas para cada sistema.

En la sala de control se ubicarán los cuadros y equipos de control, armarios de protecciones, cuadros de distribución de servicios auxiliares y equipos de medida y comunicaciones.

Además, se preverá la existencia de un cuarto de almacén.

2.2. ESQUEMA UNIFILAR.

En los planos se encuentran los esquemas generales unifilares de las instalaciones de 66 y 30 kV que se proyectan.



2.3. SISTEMA DE 66 KV.

La red de 66 kV desde el punto de vista eléctrico posee las siguientes magnitudes fundamentales:

- Tensión nominal: 66 kV ef
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Régimen de neutro: Rígido a tierra

En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, de acuerdo con CEI-79, UNE 21.062.80 y ITC-RAT 12, al menos el siguiente:

- Tensión nominal más elevada para el material (U_m): 72,5 ef
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo 1,2/50 μ s:
325 kV cr
- Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial 50 Hz, 1 min. 140 kV ef

2.3.1. APARELLAJE.

El aparellaje con que se equipa la posición de 66 kV es el siguiente:

- Un transformador de tensión inductivo.
- Un seccionador trifásico (equipado con cuchillas de puesta a tierra y mando motorizado).
- Tres transformadores de intensidad.
- Tres pararrayos autovalvulares unipolares.
- Un interruptor automático, tripolar, de corte en SF6.

La Subestación dispone del espacio necesario para incorporar los elementos de interrupción, seccionamiento y aislamiento de circuitos, transformadores de protección y medida, así como de los transformadores de potencia necesarios para la interconexión con las cabinas de 30 kV de Generación de la Planta Solar Fotovoltaica.

La red eléctrica, por la que se alimentará al parque fotovoltaico en situaciones de parada de la Central Generadora y por la que se evacuará la energía producida, es una línea de transporte, a una tensión de 66 kV que enlaza con la ST BALBOA de ENDESA DISTRIBUCIÓN.

2.3.2. TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

Un transformador de 45/60 MVA ONAN/ONAF y relación nominal $66 \pm 2 \times 2,5\%$ / 30 kV, conexión YNd11.



2.3.3. ESQUEMA DE 30 KV.

Los niveles de tensión y aislamiento, de acuerdo con CEI-79, UNE 21062 80 y ITC-RAT 12, serán, al menos, los siguientes:

- Tensión nominal: 30 kV ef
- Tensión máxima de servicio: 36 kV ef
- Tensión más elevada para el material: 36 kV ef
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo 1,2/50 μ s:
170 kV cr
- Tensión soportada nominal de corta duración a 50 Hz, 1 min.
70 kV ef

Dado que la distribución en 30 kV se realizará con el neutro aislado, es necesario para dar sensibilidad a las protecciones de tierra, hacer un neutro artificial y conectarlo a tierra. Se instalará, por tanto, una reactancia trifásica de puesta a tierra conectada al embarrado de 30 kV. Las corrientes de defecto se limitarán a un valor máximo de 600 A.

El sistema de 30 kV se alojará en el edificio de control y en un habitáculo especialmente diseñado para ello.

Se proyecta un embarrado en 30 kV para interconexión de los circuitos del parque fotovoltaico para la posición de transformador, con la línea de 66kV de evacuación. La conexión se hará mediante un transformador 66/30 kV.

Las cabinas de 30 kV y los cuadros de B.T. (SS.AA.) serán de interior y se alojarán en el edificio de control.

Se conectarán las 4 líneas (simple circuito) de generación, mediante cuatro cabinas de protección que contendrán los interruptores automáticos con sus protecciones y control correspondientes.

También se conectarán a este embarrado las celdas para medida y protección de la planta "EL CERRO" de 49,936 MWp, además de las baterías de condensadores para compensación de energía reactiva (en previsión de 4 MVar) y el transformador de servicios auxiliares mediante las correspondientes cabinas de protección y maniobra.

Por último, se dispondrá de una cabina para la alimentación al embarrado desde el lado de 30 kV de cada sistema.

Los detalles de protección y conexión se pueden ver en el esquema unifilar.

Todos los equipos a instalar en el sistema de 30 kV estarán diseñados, fabricados y probados conforme a las normas UNE y CEI de aplicación para cada caso.

En resumen, se tiene:

- 1 celdas de transformador (alimentación al embarrado).



- 1 celda de línea de salida hacia parque exterior de 30 kV.
- 1 celda de protección general.
- Sistema 1:
 - 5 posiciones de línea de simple entrada.
 - 1 celda de medida.
 - 1 celda de protección general.
 - 1 celda de salida hacia parque exterior.
- 1 celda de alimentación a transformador de servicios auxiliares.
- Previsión de 1 celda para batería de condensadores de 4 MVar.

En las celdas comentadas anteriormente se encuentran los correspondientes transformadores de tensión e intensidad para medida y protección.

2.3.3.1. Aparellaje.

Todos los circuitos se conectan al embarrado principal a través de un interruptor automático, extraíble, excepto el circuito de servicios auxiliares que se conecta por medio de fusibles calibrados de alto poder de ruptura.

Las celdas de salida de línea van dotadas de seccionador de puesta a tierra y de un transformador de intensidad por fase.

También dispone de un transformador de intensidad por fase la celda de conexión a cada transformador de potencia y de un transformador de tensión el embarrado general de las celdas de media tensión, para cada posición de transformador.

2.3.4. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.

La celda de servicios auxiliares alimenta un transformador trifásico de aislamiento en aceite mineral de 250 KVA, relación 30 kV / 400V y cinco posiciones de regulación en el lado de alta (+5%, +2.5%, 0, -2.5%, -5%), el cual irá instalado en el exterior del edificio, sobre un soporte metálico.

2.3.5. REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA.

En el lado de 30 kV la conexión del transformador es en triangulo y una falta a tierra no se detectará pues no existe neutro y no habrá retorno de corriente. Para referir a tierra el sistema de 30 kV y dotar a las protecciones de una misma referencia de tensión para detectar faltas a tierra en un sistema aislado, para la posición de transformador se instalará una reactancia trifásica de 100 A durante 30 segundos. Se adoptan una bobina en conexión zig-zag en vez de estrella pues presentan mayor impedancia con el mismo número de espiras y dejan pasar mejor las corrientes homopolares que es lo que nos interesa en caso de falta a tierra.

La reactancia se conectará en paralelo con los embarrados de 30 kV del



transformador de potencia 66/30 kV y junto al mismo, a través de seccionadores unipolares y su conexión se hará en zigzag.

Será una Reactancia trifásica en baño de aceite, refrigeración natural ONAN, con aisladores situados sobre la tapa, construida según CEI 289-UNE 20144, y provista de todos los accesorios necesarios para un correcto funcionamiento.

Características:

- Tensión asignada:30.000 V
- Tensión más elevada para el material:36 kV
- Tensión de ensayo:70 kV
- Ensayo de choque:.....170 kV
- Frecuencia:.....50 Hz
- Conexión:Zn0
- Corriente de defecto por el neutro:.....100 A
- Duración del defecto:5 seg
- Longitud:.....1.170 mm
- Anchura:670 mm
- Altura:1.290 mm
- Peso:645 Kg

2.3.6. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

La resistencia irá alojada en un armario de dimensiones aproximadas 1680 mm de alto x 1300 mm de ancho y 1200 mm de fondo. Su protección será IP-23 y será construida en el modelo SERVICE de la marca MESA.

La parte activa estará aislada de la envolvente mediante aisladores de apoyo para 36 KV en resina epoxy. La acometida de línea del neutro del transformador, así como la salida se realizará por medio de una conexión directa por la parte inferior del armario y aislada de la envolvente mediante aislador de 36 KV. La entrada del cable a través de prensaestopas.

Entre la toma de entrada y la resistencia llevará incorporado un transformador de intensidad relación 100/5 A, 30 VA, 5P10, 80 In, modelo ACD-17 de ARTECHE.

La envoltura metálica se realizará con chapa de 2 mm. de espesor y será accesible al interior de forma que se pueda proceder a la inspección ocular de la resistencia. El conjunto podrá ser transportado o suspendido como pieza individual, disponiéndose para tal efecto de los correspondientes cáncamos.

El acabado de la envolvente será de galvanizado con aplicación posterior de pintura en color gris RAL-7038 en aplicación electrostática de polvo epoxy, con



un espesor de 50 micras polemizado al horno a 200 °C.

2.3.7. PARARRAYOS DE M.T.

La instalación se protegerá contra las sobretensiones peligrosas para el material, tanto si la sobretensión es de origen atmosférico como si es de tipo maniobra, para lo que se intercalarán un juego de un pararrayos autovalvular conectado en derivación del embarrado de 66 kV y 30kV junto a las bornas. Estos pararrayos tendrán una tensión asignada de 72,5kV y 36 kV.

2.3.8. OTRAS INSTALACIONES.

Además de los circuitos y elementos principales descritos en los anteriores apartados, también se ha reflejado en el esquema unifilar de 66 y 30 kV la instalación de sus correspondientes aparatos de medida, mando, control y protecciones necesarios para la adecuada explotación. Por sus características, estos aparatos son de instalación interior, y para su control y fácil maniobrabilidad, se han centralizado en cuadros situados en el edificio de control y en cubículos destinados a tal fin en las propias celdas de interior.

2.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

2.4.1. AISLAMIENTO.

Los materiales que se emplearán en esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, según vienen especificados en el "Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación" (ITC-RAT 12), son los siguientes:

- En 66 kV, que corresponden a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 72,5 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 325 kV de cresta a impulso tipo rayo y 140 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.
- En 30 kV, que corresponden a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 36 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 170 kV de cresta a impulso tipo rayo y 70 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.
- Para los aislamientos no regenerativos del transformador se han reducido los niveles máximos según los valores indicados en los ensayos del mismo.

2.4.2. DISTANCIAS MÍNIMAS.

El vigente "Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación" en el apartado 1 de la ITC-RAT 12, especifica las normas a seguir para la fijación de las distancias mínimas a puntos en tensión.



Las distancias, en todo caso, serán siempre superiores a las especificadas en dicha norma las cuales se recogen en la siguiente tabla y que son función de la altura de la instalación.

Altitud de la instalación próxima a 100 m (cota 97m):

Tensión nominal	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo. (kV cresta)	Distancia mínima fase tierra en el aire. (cm)
66	325	63
30	170	32

En el sistema de 66 kV, la distancia entre fases es de 1 m y la altura mínima del embarrado sobre el suelo es de 4,5 m. Las distancias adoptadas son superiores a las especificadas en el citado reglamento. En el plano de implantación de planta y de secciones generales de 66 kV, se refleja la disposición de este sistema.

En el sistema de 30 kV se utilizan cables subterráneos apantallados y celdas prefabricadas de interior normalizadas por el fabricante, habiendo superado los ensayos de tipo correspondientes y siendo sometidas a ensayos específicos en cada suministro. En los únicos tramos de embarrado desnudo a montar, que son las salidas de los transformadores de potencia, se mantendrán distancias de 50 cm entre fases.

2.4.3. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

Para obtener la intensidad de cortocircuito en el punto de la Subestación se utiliza como base de cálculo la potencia de cortocircuito que exista en la línea de suministro a la subestación. Este dato es dado por ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

$$I_{ccp} = \frac{P_{ccp}}{\sqrt{3} \cdot V_p} = (kA)$$

Siendo:

- PCCP = Potencia de cortocircuito en la red en MVA = 7.202 MVA.
- VP = Tensión primaria en la red en KV
- ICCP = Intensidad de cortocircuito primaria

Esto supone una Intensidad de cortocircuito de 63 KA en el punto de conexión. La línea aérea de alta tensión amortigua dicha intensidad hasta el valor de 12'801 KA, lo que equivale a una potencia de cortocircuito de 1464 MVA.



2.5. ESTRUCTURA METÁLICA.

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte del aparellaje y los embarrados, así como para el amarre de las líneas.

La estructura metálica para esta instalación está compuesta por un pórtico de entrada de la línea de 66 kV de evacuación hacia la ST BALBOA, de 10 m de longitud por 11 m de altura, hasta el amarre de dichas líneas.

Todo el aparellaje de la instalación eléctrica de intemperie irá sobre soportes metálicos.

Tanto la estructura del pórtico como de los soportes del aparellaje se realizarán en base a estructuras tubulares de acero.

Las fundaciones necesarias para el anclaje de las estructuras se proyectarán teniendo en cuenta los esfuerzos aplicados, para asegurar la estabilidad al vuelco en las peores condiciones.

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Con el fin de absorber las variaciones de longitud que se produzcan en los embarrados por efecto del cambio de temperatura, se instalarán piezas elásticas, en los puntos más convenientes, que permitan la dilatación de las barras sin producir esfuerzos perjudiciales en las bornas del aparellaje.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

La estructura metálica necesaria consta en esencia de:

2.5.1. ESTRUCTURA METÁLICA DE 66 KV.

- 2 Columnas destinadas a formar el pórtico de amarre de la línea de 66 kV.
- 1 Viga para amarre de dicha línea.
- 2 Soportes para interruptor.
- 2 Soportes para transformadores de intensidad.
- 2 Soportes para seccionador de una columna.
- 2 Soportes para transformadores de tensión inductivo.
- 2 Soportes para autoválvulas montado en el propio transformador de potencia.

Las columnas podrán soportar el tiro total previsto de los conductores y cables de tierra, sin que el desplazamiento en sus extremos exceda de 1/150 de su altura.



Las vigas se calcularán para soportar los tiros longitudinales de los conductores, sin que la flecha horizontal exceda de 1/200 de su luz, y las cargas verticales sin que la flecha en el plano vertical exceda de 1/300 de la luz.

2.5.2. ESTRUCTURA METÁLICA EN 30 KV.

- 1 Soporte para la reactancia de puesta a tierra, autoválvulas, embarrados de 30 kV, terminales de los cables de potencia y seccionador correspondiente de la reactancia.
- 1 Soporte para la resistencia de puesta a tierra.
- 1 Soporte de embarrado de 30 kV en la salida del transformador, sobre su misma carcasa.

En el Documento planos se acompaña el plano de implantación de planta y secciones generales de 30 kV, en el que se refleja la disposición que se ha dado al conjunto de la instalación en dicha tensión.

2.6. EMBARRADOS.

Los embarrados principales y auxiliares serán elegidos de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40 °C sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

A continuación, se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

Sistema de 66 kV		I (Nominal) / I (Cortocircuito)
Intensidad nominal de la instalación:	524,66 A. (Nominal transformador)	
Intensidad de diseño:	524,66 A (Coincide con la I nominal)	
Intensidad de cortocircuito existente (Icc):	12,801 kA (En ST BALBOA, punto de conexión)	
Intensidad de cortocircuito de diseño:	63 kA	
Sistema de 30 kV		I (Nominal) / I (Cortocircuito)
Intensidad nominal de la instalación:	1058,47 A (Conexión de trafo-celda trafo)	
Intensidades máximas (línea 2 CT'S):	242,48 A/línea (12,6 MW por línea)	
Intensidad máxima de cortocircuito:	30 kA	



2.6.1. EMBARRADOS DE 66 KV.

La potencia máxima evacuada, incrementada en un 10% como margen de seguridad, lleva a definir una intensidad nominal de las conexiones de 577,13 A para cualquier elemento del circuito.

Para el embarrado principal, se utilizará el mismo conductor simplex usado en la línea de evacuación, tipo LARL-280 (242-AL1/39-A20SA), de 21,8 mm de diámetro, equivalente a 281,1 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 578,671 A calculados sin radiación solar, con temperatura ambiente de 25 °C, con temperatura final 75 °C y velocidad del aire de 0,6 m/seg.

La distancia mínima adoptada entre ejes de fase es de 1 m, más de un 25% superior a la distancia de aislamiento entre fase y tierra, tal y como establece la ITC-RAT 12.

2.6.2. EMBARRADOS DE 30 KV.

En la salida de bornas del devanado secundario del transformador de potencia, hasta su conexión con los terminales, el embarrado estará constituido por barra llena de aluminio de 100/10 mm de diámetro equivalente a una sección de 1000 mm² que admite un paso de corriente permanente de 1.190A. La derivación a la reactancia se realizará con barra llena de cobre de 63x5 mm de diámetro equivalente a una sección de 315 mm² que admite un paso de corriente de 718 A.

La conexión entre los embarrados de salida del transformador de potencia y la celda de alimentación al módulo de 30 kV, se hace a través de dos ternas de cable de potencia de cobre, tipo DHZ1 1x630 mm² 30/36 kV y terminales flexibles, que soportan una intensidad máxima de 1110 A por fase.

Los embarrados propios de las celdas, según diseño del fabricante, cumplen los valores indicados anteriormente, 2.000 A.

2.6.3. PIEZAS DE CONEXIÓN.

Las uniones entre bornas de aparellaje y conductores, así como las derivaciones de los embarrados para el sistema de 66 kV, se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

En el sistema de 30 kV, en las zonas en las que se utilice conductor desnudo, se utilizarán uniones de aleación de cobre con tornillería de acero inoxidable sin embutir que cumplan las características indicadas anteriormente.

2.6.4. AISLADORES SOPORTE PARA 66 KV.

Los embarrados rígidos, principales y secundarios, se sustentan sobre aisladores soporte del tipo columna, de las siguientes características:

- Tipo C4-650



- Tensión nominal..... 145 kV
- Tensión soportada bajo lluvia 275 kV
- Tensión soportada a onda de choque 650 kV
cresta
- Carga de rotura a flexión..... 4.000 N
- Carga de rotura a torsión 3.000 N×m

2.6.5. CADENAS DE AISLADORES PARA 66 KV.

Las líneas de llegada estarán amarradas al pódico y aisladas de él por medio de cadenas de aisladores de caperuza y vástago de las siguientes características:

- Tipo de aislador E100/127
- Carga de rotura 100 kN
- Línea de fuga 315 mm
- Número de aisladores en cadena 10
- Tensión de descarga de la cadena a 50 Hz:
 - En seco 475 kV
 - Bajo lluvia 360 kV
- El número de cadenas de aisladores a instalar es de 3.

2.6.6. AISLADORES SOPORTE PARA 30 KV.

Los embarrados de 30 kV en la salida de bornas del transformador de potencia se sustentan sobre aisladores de apoyo de las siguientes características:

- Tipo C4-170
- Tensión de servicio 36 kV
- Tensión soportada bajo lluvia 70 kV
- Tensión soportada a onda de choque 170 kV
cresta
- Carga de rotura a flexión..... 4.000 N
- Carga de rotura a torsión 800 N×m

2.7. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se ha seleccionado un transformador con conexión YNd para permitir la puesta a tierra del sistema de AT, además de representar una disminución de costes la regulación en el neutro de AT.

La referencia a tierra del sistema de MT se realiza mediante reactancia



trifásica conectada a bornas de 30 kV, para poder detectar faltas a tierra. Esta solución es ampliamente utilizada para este tipo de transformadores

La entrada en 30 kV se realiza mediante cables aislados que se sustentan en un soporte situado en un lateral del transformador, facilitando así la maniobra de sustitución del transformador. Sobre este soporte se situarán además los pararrayos de 30 kV, la reactancia de puesta a tierra y el seccionador de aislamiento de dicha reactancia.

Se situarán los pararrayos de 66 kV sobre el propio transformador de esta forma quedan situados lo más cerca posible de las bornas del transformador para garantizar la protección adecuada del mismo.

Se ha previsto un foso de recogida de aceite con capacidad suficiente. El foso está separado de las bancadas, siendo éstas únicamente de superficie para servir de recogida de posibles vertidos y no para almacenamiento.

Para la transformación de 66/30 kV se ha previsto el montaje de un transformador de potencia, trifásicos, de columnas, en baño de aceite, tipo intemperie.

2.7.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.

Las características constructivas esenciales son:

- Tipo de servicio..... continuo
- Refrigeración..... ONAN/ONAF
- Potencia nominal..... 45/60 MVA
- Tensiones en vacío:
 - Primario..... 66 kV $\pm 2 \times 2,5$ %
 - Secundario 30 kV
- Frecuencia 50 Hz
- Conexión..... Estrella / triángulo
- Grupo de conexión..... YNd11
- Tensión de cortocircuito para relación 66/30 kV..... 10,5 %

2.7.2. ENSAYOS DIELECTRICOS.

Los bobinados serán calculados para los siguientes niveles de aislamiento:

- Niveles a impulso tipo rayo 1,2/50 msec
 - Primario 325 kV
 - Secundario 125 kV
- Tensión aplicada durante 1 minuto, 50 Hz.



- Primario 140 kV
- Secundario 50 kV
- Neutro del primario..... 140 kV

2.7.3. REGULACIÓN DE TENSIÓN.

El transformador va provisto de regulación de tensión en carga mediante varias tomas situadas en el devanado primario (66 kV).

La regulación puede obtenerse en 4 escalones diferentes, siendo éstas, además de la nominal, $\pm 2 \times 2,5\%$.

El dispositivo conmutador irá alojado en un compartimento separado, integrado en la cuba del transformador. Dispondrá de un sistema separado para el aceite que incluirá las correspondientes válvulas de vaciado, así como un compartimento en el depósito conservador dotado de indicador de nivel y dispositivo desecador de aire.

El compartimento del conmutador debe ser fácilmente accesible para su revisión, la cual podrá ser realizada sin vaciar el aceite del transformador.

Además, estará previsto poder efectuar la detención del cambio de toma desde el cuadro una vez ordenada la maniobra.

Para producir el cambio de posición del cambiador de tomas, deberá ser suficiente el cierre momentáneo de un circuito mediante un pulsador. El hecho de mantener cerrado este pulsador no ha de ser causa de que el mecanismo adelante más de un paso.

El sistema de protección contra sobrepresiones estará equipado con dos contactos independientes.

El motor será trifásico alimentado a 400 V, 50 Hz, debiendo funcionar correctamente entre los límites de tensión $\pm 15\%$ y entre los límites de frecuencia de 46 y 51 Hz.

2.7.4. REFRIGERACIÓN.

La refrigeración del transformador es ONAN/ONAF mediante radiadores adosados a la cuba (con independización mediante válvulas) y motoventiladores accionados por termostato.

Deberá estar diseñado y preparado para poder funcionar con las formas de refrigeración previstas. El Suministrador entregará planos en detalle con los herrajes y elementos previstos para el montaje de los ventiladores.

Los radiadores se montarán sobre la cuba y deberán poderse separar fácilmente de ésta. Se preverán válvulas adecuadas para poder retirar los radiadores sin vaciar el aceite del transformador y hacer el vacío del mismo sin necesidad de retirarlos. En estas válvulas se indicarán claramente la posición "Abierta"/"Cerrada". Cada aero-refrigerante llevará un tapón de vaciado en su parte inferior y otro de escape de aire en su parte superior.



Los motores de los ventiladores serán trifásicos, alimentados a 400V 50 Hz, debiendo funcionar correctamente entre los límites de tensiones $\pm 15\%$ y entre los límites de frecuencia de 46 y 51 Hz.

El equilibrado del conjunto motor-ventilador corresponderá a un grado de calidad según ISO-1940 de G-4.

El arranque y paro de la ventilación, además de automáticamente, se podrá también realizar a mano, (local y distancia).

Los circuitos eléctricos de los motoventiladores, deberán protegerse con interruptores automáticos de alto poder de ruptura (20 kA) provistos de protecciones térmicas y electromagnéticas y contactos de señalización, sin que se intercalen fusibles.

El equipo de mando de los ventiladores funcionará a 230 V 50 Hz.

2.7.5. PROTECCIONES DEL TRANSFORMADOR.

Las protecciones propias del transformador constan del siguiente equipo:

- Un indicador magnético de nivel de aceite para el aceite de la cuba del transformador con contacto de alarma por nivel bajo.
- Dispositivo liberador de presión con contactos de alarma y disparo.
- Relé Buchholz de dos flotadores con contacto de alarma y disparo.
- Termómetro de contacto indicador de temperatura del aceite del transformador, con cuatro microinterruptores ajustados con los siguientes usos: conexión de la ventilación forzada, alarma de temperatura, disparo y alarma de disparo por temperatura.

2.8. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE 66 KV.

Para la apertura y cierre de los circuitos de líneas y transformadores de potencia en carga, se ha previsto la instalación de interruptores automáticos tripolares de SF6 para Las características más esenciales de estos interruptores son:

- Tensión de servicio72,5 kV
- Frecuencia.....50 Hz
- Intensidad nominal de servicio3.150 A
- Poder de corte nominal bajo cortocircuito.31,5 kA
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz140 kV
- Tensión de ensayo con onda 1,2/50 μ s325 kV
- Duración nominal de la corriente de cortocircuito.....0,8 s



- Ciclo nominal de maniobra.....O-0,3s-CO-3min-CO
- Tipo de reenganche.....Trifásico

La cámara de extinción de los interruptores es de gas SF6 con autosoplado.

Los tres polos están montados sobre un chasis común y son accionados con un mismo mando motorizado a resortes, que se acopla a ellos por medio de transmisiones mecánicas. Estos accionamientos mecánicos deben ser accesibles desde el suelo.

Además, estos interruptores incorporarán la posibilidad de ser operables desde la subestación y también por telecontrol.

El aislamiento fase-tierra está formado por un aislador soporte de porcelana y la barra aislante que se encuentra en su interior.

El recinto interno de cada polo está lleno de gas bajo una presión de servicio controlada que garantiza el pleno poder de corte y características de aislamiento hasta una temperatura de, al menos, -30°C sin necesidad de calefacción adicional.

Se instalará un interruptor tripolar en cada posición de línea.

2.9. SECCIONADORES.

Para poder efectuar los necesarios seccionamientos, se ha previsto el montaje de seccionadores, tanto en el sistema de 66 kV como de 30 kV, y que se describen a continuación.

2.9.1. SECCIONADOR DE 66 KV.

Será del tipo tres columnas, siendo giratoria la columna central.

El seccionador tripolar de intemperie está formado por tres polos independientes, montados sobre una estructura común.

Cada fase consta de tres columnas de aisladores. Las dos columnas laterales son fijas y en su extremo superior llevan el contacto fijo y toma de corriente, mientras que la columna central es giratoria, y en ella va montada la cuchilla realizando dos rupturas por fase.

El accionamiento en las tres columnas rotativas se hace simultáneo con un mando único, mediante un sistema articulado de tirantes de tubo, ajustados, que permiten que la maniobra de cierre y apertura en las tres fases esté sincronizada.

El seccionador va provisto de unas cuchillas de puesta a tierra, con mando independiente y llevan un enclavamiento mecánico que impide cualquier maniobra estando las cuchillas principales cerradas.

El accionamiento del seccionador principal y del seccionador de puesta a tierra del sistema de 66 kV tendrá mando manual y estarán motorizados desde la



parte de cc de los servicios auxiliares.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- Tensión nominal72,5 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto.....140 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo, onda 1,2/50 μ s ..325 kV (val. cresta)
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto.....160 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo, onda 1,2/50 μ s ..375 kV (val. cresta)
 - Intensidad nominal.....1.250 A
 - Intensidad admisible de corta duración (1 s)...40 kA (val. eficaz)
 - Intensidad admisible (valor de cresta).....100 kA

La instalación contará con un seccionador de 66 kV de 1.250 A de intensidad nominal, este dispondrá de cuchillas de puesta a tierra.

2.9.2. SECCIONADORES DE 30 KV (INTEMPERIE).

Se instalará en intemperie, en la tensión de 30 kV, un seccionador para la conexión de la reactancia de puesta a tierra, cuyas características principales son:

- Tensión nominal..... 36 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto..... 70 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 mseg ... 170 kV (val. Cresta)
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz 1 minuto..... 70 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 mseg 170 kV (val. Cresta)
 - Intensidad nominal 2.000 A
 - Intensidad admisible de corta duración (1 seg) 31,5 kA (valor eficaz)
 - Intensidad admisible (valor de cresta) 80 kA

Este seccionador tripolar será del tipo de dos columnas por fase, con



apertura vertical y accionamiento manual, sin cuchillas de puesta a tierra.

2.10. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD.

Montados junto al interruptor de 66 kV se instalarán tres transformadores de intensidad, que alimentarán los circuitos de medida y protección.

Las características principales de estos transformadores son las siguientes:

- Tensión nominal..... 72,5 kV
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Relación de transformación:
 - Posición de transformador 300-600/5-5-5 A
- Potencias y clases de precisión:
 - Arrollamiento de facturación (1er Secundario) ... 15 VA CI 0,2 s Fs5
 - Arrollamiento de medida (2º Secundario) 15 VA CI 0,5 Fs5
 - Arrollamientos de protección..... 30 VA CI 5P20
- Tensión de prueba a frecuencia industrial:
 - durante 1 minuto, sobre el arrollamiento primario..... 140 kV
 - Tensión de prueba a onda de choque tipo 1,2/50 mseg.. 325 kV cresta
 - Sobreintensidad admisible en permanencia 1,2 x In primaria

En total se instalarán por tanto tres transformadores de intensidad de relación 300-600/5-5-5 A.

Los transformadores de intensidad para el sistema de 30 kV se describen en el apartado "Celdas de Media Tensión".

2.11. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN.

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 66 kV se ha previsto la instalación de los siguientes transformadores de tensión.

2.11.1. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS.

En la entrada de la línea de 66 KV se instalarán tres transformadores de tensión inductivos, cuyas características eléctricas más esenciales son:

- Frecuencia 50 Hz
- Tensión de aislamiento nominal 72,5 kV



- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Relación de transformación:
 - Primer arrollamiento 66: $\sqrt{3}/0,110$: $\sqrt{3}$ kV
 - Segundo arrollamiento 66: $\sqrt{3}/0,110$: $\sqrt{3}$ kV
 - Tercer arrollamiento 66: $\sqrt{3}/0,110$: 3 kV
- Potencias y clase de precisión:
 - Primer arrollamiento 25 VA, CI 0,2
 - Segundo arrollamiento 50 VA, CI 0,5
 - Tercer arrollamiento 50 VA, CI 3P
 - Tensión de prueba a frecuencia industrial durante 1 minuto.. 140 kV
 - Tensión de prueba a onda de choque tipo 1,2/50 mseg.. 325 kV cresta

El número de transformadores de tensión inductivos a instalar es de tres, situados en la entrada de la línea de 66 kV.

2.12. PARARRAYOS.

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de un juego de tres pararrayos tipo autoválvula, conectados en derivación de los embarrados de 66 y 30 kV, en la posición de transformador de potencia.

Estos pararrayos estarán conectados entre fase y tierra en una red trifásica con neutro rígidamente a tierra, en el sistema de 66 kV, y a través de reactancia de puesta a tierra en 30kV.

Los pararrayos deberán ser del tipo de óxido de zinc. Estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envuelta cilíndrica de porcelana o silicona, en la tensión de 30kV, herméticamente cerrada y deberá estar provista de un limitador de presión que impida una rotura violenta de la envuelta provocada por un posible defecto del pararrayos.

Los pararrayos deberán suministrarse dispuestos para anclaje a soportes metálicos mediante tornillos. También estarán provistos de un terminal de puesta a tierra en la parte inferior de los mismos. Se deberá disponer para cada pararrayos de 66 kV un contador de descargas. A tal efecto, el terminal de tierra del pararrayos deberá aislarse de los soportes metálicos mediante una base aislante adecuada.



Los pararrayos de 66 kV deberán estar provistos de porcelanas vidriadas de color marrón. Deberán tener también una placa de características y esquema de conexión fijada en un lugar visible.

Las características principales de las autoválvulas previstas son:

2.12.1. TENSIÓN 66 KV.

- InstalaciónIntemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases72,5 kV
- Tensión nominal.....66 kV
- Intensidad nominal de descarga (8/20 μ s)..... 10kA cr

Los pararrayos deberán estar diseñados para soportar sin daño veinte (20) ondas de intensidad de larga duración (2.400 μ s) y 700A de valor de cresta.

El nivel de radiointerferencias (RIV) estará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20-509 y el Real Decreto 138 de 1989, no superando en ningún caso los 2500 μ V.

2.12.2. TENSIÓN 30 KV.

- InstalaciónIntemperie
- Tensión nominal..... \geq 30 kV
- Intensidad nominal de descarga (8/20 μ s).....10 kA cr

Los pararrayos deberán estar diseñados para soportar sin daño veinte (20) ondas de intensidad de larga duración (2.400 μ s) y 550A de valor de cresta. El nivel de radiointerferencias (RIV) estará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20-509 y el Real Decreto 138 de 1989, no superando en ningún caso los 2500 μ V a 1 MHz.

2.13. REACTANCIA Y RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

Se instalará una reactancia trifásica de puesta a tierra para cada posición de transformador, en baño de aceite, conectada al embarrado de 30 kV a través de un seccionador.

Las reactancias estarán conectadas al primario y servirán para la creación de un neutro artificial, que permita obtener corrientes de falta a tierra de valor limitado a $3I_0 = 500A$, durante un tiempo máximo de 30s.

El primario de los transformadores de potencia a los cuales se conectarán las reactancias será en conexión triángulo.

Las características principales de la reactancia son:

- Tensión nominal..... 30 kV
- Frecuencia 50 Hz



- Grupo de conexión..... Zig-zag (Zn0)
- Intensidad de defecto a tierra por el neutro 100 A
- Duración del defecto a tierra por el neutro..... 5 seg
- Aislamiento de partes activas baño de aceite mineral
- Refrigeración..... ONAN
- Tensión soportada con onda tipo rayo 1,2/50 msec..... 170 kV
- Tensión de ensayo a 50 Hz 70 kV
- Sobretensión inducida a 50 Hz y 40 seg..... 44 kV

La resistencia de puesta a tierra irá alojada en un armario de dimensiones aproximadas 1680 mm de alto x 1300 mm de ancho y 1200 mm de fondo. Su protección será IP-23 y será construida en el modelo SERVICE de la marca MESA.

La parte activa estará aislada de la envolvente mediante aisladores de apoyo para 27,5 KV en resina epoxy. La acometida de línea del neutro del transformador, así como la salida se realizará por medio de una conexión directa por la parte inferior del armario y aislada de la envolvente mediante aislador de 27,50 KV. La entrada del cable a través de prensaestopas.

Entre la toma de entrada y la resistencia llevará incorporado un transformador de intensidad tipo bushing relación 100/5 A, 30 VA, 5P10, 80 In, modelo ACD-17 de ARTECHE para las protecciones.

La envoltura metálica se realizará con chapa de 2 mm de espesor y será accesible al interior de forma que se pueda proceder a la inspección ocular de la resistencia. El conjunto podrá ser transportado o suspendido como pieza individual, disponiéndose para tal efecto de los correspondientes cáncamos.

El acabado de la envolvente será de galvanizado con aplicación posterior de pintura en color gris RAL-7038 en aplicación electrostática de polvo epoxy, con un espesor de 50 micras polemizado al horno a 200 °C.

Las protecciones propias de la reactancia son termómetro, válvula de alivio de sobrepresión, relé Buchholz y nivel anormal de aceite.

Como protección de la sobreintensidad homopolar se utilizará un relé de acción diferida y tiempo inverso.

2.14. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (30 KV).

Las características constructivas de estas celdas son de tipo encapsulado metálico, aislamiento en hexafluoruro de azufre, para instalación en interior, siendo sus interruptores extraíbles y, en el caso de las líneas, intercambiables mecánica y eléctricamente unos con otros.

Las celdas se instalarán agrupadas, por posición de trafo, distribuidas de



la siguiente manera:

- 1 celda de transformador (alimentación al embarrado).
- 4 celdas para salida de líneas.
- 1 celda de alimentación a transformador de servicios auxiliares.
- 1 celda en previsión para batería de condensadores de 4 MVA.

En los planos puede verse la disposición prevista de las celdas en el interior del edificio de la Subestación.

Cada celda consta en esencia de dos partes, una parte fija y una parte móvil.

Parte fija:

La parte fija constituye la celda propiamente dicha y consta de varios compartimentos independientes, separados unos de otros, siendo accesibles para instalar en su frente y en su interior los distintos aparatos de maniobra, control y protecciones, así como un esquema sinóptico.

Parte móvil:

La parte móvil se compone de un carretón provisto de un tren de cuatro ruedas, donde va montado el interruptor extraíble, que está dotado de los elementos auxiliares de maniobra, señalización y seccionamiento.

El paso de barras generales, de una celda a otra, se efectúa a través de unas placas aislantes, cuyo material y diseño es tal que a la vez que sirven de soporte, son resistentes a los efectos electrodinámicos y a la propagación del arco.

La intensidad nominal en servicio continuo de las barras generales es de 1.250 A, así como la de los circuitos de alimentación a barras generales en la celda de transformador. En el resto de las celdas, la intensidad nominal en servicio continuo de los circuitos de alimentación de barras generales es de 630 A, excepto la de alimentación a el transformador de servicios auxiliares que es de 400 A.

La tensión máxima de servicio es 36 kV que corresponde a unas tensiones de ensayo a frecuencia industrial durante un minuto de 70 kV y a onda de choque de 1,2/50 mseg de 170 kV, según normas C.E.I. y el reglamento ITC-RAT 12.

Todos los elementos del conjunto tienen las características mecánicas adecuadas a la potencia de cortocircuito de 500 MVA.

El módulo dispone de un colector general de tierras ejecutado en cobre electrolítico, con una sección de 95 mm², al que se conectan las cuchillas de puesta a tierra, tomas de puesta a tierras de los carretones seccionables y en general todas las partes metálicas no sometidas a tensión.

Para evitar condensaciones sobre chapas, barras y aparellaje en general, cada celda va provista de unas resistencias de calefacción accionadas por termostato. Asimismo, para refrigeración disponen de rejillas con malla metálica



que impide la entrada de insectos.

2.14.1. APARELLAJE.

Las características constructivas de cada celda son análogas, variando únicamente el aparellaje instalado en cada una de ellas de acuerdo con las necesidades para cada tipo de servicio.

El aparellaje con el que va dotado cada tipo de celda es el siguiente:

Celda de transformador de potencia.

- 1 interruptor automático, desenchufable.
- 3 Transformadores de intensidad.
- 9 Terminales unipolares.

Celdas de línea.

- 1 interruptor automático, desenchufable.
- 3 Transformadores de intensidad.
- 1 Seccionador tripolar de puesta a tierra.
- 3 Terminales unipolares (en algún caso particular podrían ser 6).

Celda de servicios auxiliares.

- 3 Fusibles calibrados en A.T. (10 A/36 KV).
- 3 Terminales unipolares.

Celda de medida.

- 3 Transformadores de tensión.
- 3 Fusibles calibrados en A.T. (3,15 A/36 KV).

2.14.2. CARACTERÍSTICAS DEL APARELLAJE.

Las características eléctricas del aparellaje descrito para cada celda son las siguientes:

Interruptores.

- Tensión nominal..... 36 KV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz..... 70 KV
- Tensión de ensayo onda de choque 1,2/50 mseg..... 125 KV
- Intensidades nominales:
 - Celdas de línea..... 630 A
 - Celda de transformador 2.500 A
 - Celdas de batería de condensadores (en previsión)..... 1.250 A
- Aislamiento en..... SF6



Transformadores de intensidad.

- Intensidades primarias nominales:
 - Celdas de línea..... 300-600 A
 - Celda de transformador 2.000 A
 - Celdas de batería de condensadores (previsión) 300-600 A
- Intensidades secundarias nominales celdas línea (2 núcleos). 5-5 A
- Intensidad secundaria nominal trafo potencia (3 núcleos)..... 5-5-5 A
- Intensidades secundarias nominales celdas B.C. (2 núcleos).. 5-5 A
- Potencias y clases de precisión celdas de línea:
 - Primer núcleo (medida) 15 VA CI 0,5
 - Segundo núcleo (protecciones) 30 VA CI 5P20
- Potencias y clases de precisión celda de transformador:
 - Primer núcleo (medida) 10 VA CI 0,5
 - Segundo núcleo (protecciones) 10 VA CI 5P20
 - Tercer núcleo (protecciones)..... 30 VA CI 5P20
- Potencias y clases de precisión celda de batería de condensadores:
 - Primer núcleo (medida) 15 VA CI 0,5
 - Segundo núcleo (protecciones) 30 VA CI 5P20
 - Tensión nominal de aislamiento 36 kV

Transformadores de tensión.

- Tensión máxima de servicio 36 kV
- Relación $33:\sqrt{3}/0,110:\sqrt{3}-0,110:3$ kV
- Potencias y clases de precisión:
 - Primer núcleo (medida) 50 VA CI 0,5
 - Segundo núcleo (protecciones) 50 VA CI 3P

Seccionadores de puesta a tierra.

- Los seccionadores de puesta a tierra son tripolares con accionamiento manual de maniobra brusca y enclavamiento mecánico y eléctrico con el interruptor.

Terminales para cables.

- Los terminales para cables serán del tipo modular flexible para cable de potencia 18/30 kV.



2.15. SERVICIOS AUXILIARES.

Los servicios auxiliares de la Subestación estarán atendidos necesariamente por los dos sistemas de tensión (c.a. y c.c.). Para la adecuada explotación del centro, se instalarán sistemas de alimentación de corriente alterna y de corriente continua, según necesidades, para los distintos componentes de control, protección y medida.

Para el control y operatividad de estos servicios auxiliares de c.a. y c.c. se ha dispuesto el montaje de un cuadro de centralización de aparatos formado por bastidores modulares a base de perfiles y paneles de chapa de acero.

El cuadro consta de dos zonas diferenciadas e independientes, donde se alojan respectivamente los servicios de corriente alterna y corriente continua.

Cada servicio está compartimentado independientemente y tiene su acceso frontal a través de las puertas con cerradura en las que se ha fijado el esquema sinóptico.

2.15.1. SERVICIOS AUXILIARES DE C.A.

Para disponer de estos servicios se ha previsto la instalación de un transformador de 250 KVA, que se montará en el exterior, situado cerca del edificio de control según se puede observar en el documento planos. El transformador se conecta a su correspondiente celda de 30 kV de alimentación a servicios auxiliares y, a su vez, alimenta en baja tensión el cuadro de servicios auxiliares situado en el edificio de mando y control.

Las características de este transformador son:

- Trifásico de aislamiento en aceite
- Potencia nominal..... 250 kVA
- Tensión primaria 30±2,5±5% KV
- Tensiones secundarias 0,420-0,242 kV
- Conexión..... Triángulo/Estrella
- Grupo de conexión..... Dyn11

2.15.2. SERVICIOS AUXILIARES DE C.C.

Los sistemas de protección y control de la instalación se alimentarán mediante corriente continua procedente de baterías de acumuladores asociadas a los rectificadores alimentados por corriente alterna.

El equipo rectificador será capaz de mantener la batería en condiciones óptimas. El tiempo de autonomía se define en una hora, y la tensión de alimentación será de 110V C.C.

Se emplearán baterías ácidas (o de plomo), en versión vaso cerrado, por su mejor relación calidad-precio y por su menor mantenimiento. Se emplearán baterías de tipo lento.



Se dispondrán las siguientes protecciones del sistema de baterías:

- Cartuchos fusibles calibrados entre las baterías y las barras de distribución.
- Cartuchos fusibles calibrados en la salida a cada circuito secundario.
- Detector de tierras que facilite una alarma preventiva en caso de puesta a tierra de cualquier polo.
- Dispositivo detector de falta de alimentación de la batería.
- Alarma de falta de corriente continua en los circuitos esenciales, como los de protección y maniobra: las bobinas de disparo y cierre, el control, contadores, convertidores, relés repetidores, etc.

El equipo rectificador a 110 V C.C. debe funcionar ininterrumpidamente. Durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesidad de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual redundará en una mayor seguridad en los equipos y una mayor fiabilidad en la instalación.

En régimen de flotación la tensión se debe mantener en una banda de $\pm 1\%$, para una tensión de $\pm 10\%$ en la tensión de alimentación.

Habrà de cumplir el factor de rizado máximo exigido por los equipos alimentados por el conjunto rectificador-batería. Estará dotado de alarmas que permitan detectar mal funcionamiento del equipo.

Además del equipo mencionado anteriormente se preverá una fuente de alimentación conmutada para los equipos de comunicaciones, que se alimentará a 125 V c.c. y tendrá una tensión de salida de 48 V c.c.

2.16. CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES.

El sistema de control se define en una unidad central de la subestación, que recuperará de las protecciones y de las unidades de control la información de las entradas y salidas digitales.

El sistema aceptará control a distancia desde una oficina de análisis o localmente desde un PC.

2.16.1. UNIDADES DE CONTROL.

El mando y control de la Subestación será de tipo digital y estará constituido por:

- Una Unidad de Control de la Subestación (UCS) dispuesta en un armario de chapa de acero, en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja



para la instalación del módem de comunicación con el Telemando).

- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición de la Subestación, constituida por un rack de 19". En el caso de las posiciones de las líneas de 66 kV y del transformador de potencia, cada UCP se alojará en el correspondiente armario de control y protecciones.

En el caso de las celdas de MT, las UCP's irán alojadas en el cubículo de control, soportadas sobre la puerta abatible superior de dicho cubículo. Las comunicaciones entre las diferentes UCP's y la UCS se realizará a través de una estrella óptica con fibra de cristal multimodo de 62,5/125 mm.

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

2.16.2. ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIONES.

Se instalará (1) un armario de control y protecciones que incluirán, además del control y protección del transformador, la medida y las protecciones propias de un sistema de generación.

Los armarios de control y protección estarán compuestos por chasis contruados con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados.

En la hoja de planos del "Documento: Planos" puede verse la disposición prevista del armario para la sala de control.

2.16.2.1. Protecciones de transformador.

Para el transformador se instalarán los siguientes equipos de protección:

- Una protección de sobreintensidad (50,51 y 51N) de tres fases y neutro con característica inversa y reenganche incorporado. La protección llevará oscilo incorporado.
- Una protección diferencial de transformador (87) de dos devanados, de frenado porcentual por armónicos, filtrado para corriente de neutro.
- Un relé de sobreintensidad (51G) protección neutro para la protección instantánea de la resistencia de puesta a tierra del sistema de 30 kV.
- La función de vigilancia de bobinas de disparo está incorporada dentro del relé de sobreintensidad de respaldo.



2.16.2.2. Protecciones de la generación.

- Un relé de mínima tensión trifásico (27) (tres unidades de medida entre fases) con disparo temporizable entre 0 y 1 segundo.
- Un relé de máxima tensión monofásica (59) con disparo temporizable entre 0 y 1 segundo.
- Un relé de máxima-mínima frecuencia, con unidad de mínima frecuencia (81m) ajustable entre 48 y 50 Hz, unidad de máxima frecuencia (81M) ajustable entre 50 y 51 Hz, y temporización ajustable entre 0 y 1 segundo.

Estas protecciones correspondientes a la generación actuarán sobre el interruptor de la posición de 66 kV.

2.16.3. PROTECCIONES DE LAS CELDAS DE 30 KV.

Todas las funciones de protección del sistema de MT basadas en sobreintensidad estarán integradas dentro de las propias unidades de control de posición (UCP's) como un conjunto único.

2.16.3.1. Protecciones de línea de 30 kV.

- Una protección de sobreintensidad de tres fases y neutro (50, 51 y 51N) de característica inversa, con reenganchador incorporado. Llevará incorporada la función de comprobación de bobinas de disparo y cierre.

2.16.3.2. Protecciones de transformador de 30 kV.

- Una protección de sobreintensidad de tres fases y neutro directa y homopolar (50-51 y 50N-51N) de característica inversa, con reenganchador incorporado. Llevará incorporada la función de comprobación de bobinas de disparo y cierre. Asimismo, dispondrá de la función de oscilo.
- Una protección de detección de tensión homopolar (64) del triángulo abierto, para detección de tierras resistentes, en base a relé de máxima tensión de rango 3 a 20 V situado en la celda de medida, con alarma y disparo temporizado.

2.17. MEDIDA.

2.17.1. MEDIDA DE ENERGÍA.

Los requerimientos en cuanto a medida de energía para facturación habrán de ser acordados con REE. En el caso de que el punto de entrega quede fijado en el interruptor de 66 kV, se prevé el siguiente equipamiento:

- Un contador combinado de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2s



en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, 3x110v3 V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.

- Un módulo tarificador de cuatro entradas con reloj interno incorporado y salida serie de comunicaciones.

2.17.2. RESTO DE MEDIDAS.

- La medida de las posiciones de todo el parque (incluido el sistema de 30 kV) se integrará bien directamente (desde los T/i y T/t) bien a través de convertidor en las UCP's.
- Exclusivamente se utilizarán contadores externos al sistema de control integrado para las lecturas de energía activa y reactiva en la llegada de transformador a las celdas de MT. Esta información se recogerá mediante pulsos en la UCP de transformador de MT. Esta medida servirá como medida de comprobación y contratación del contador principal.

En la tabla adjunta se indican las variables que se medirán en función de la posición:

Posición	V lin	A	P	Q	Wh	Varh
Línea de 66 kV	X	X	X			
Transformador 66 kV		X	X	X	X	X
Transformador 30 kV		X			X	X
Línea 30 kV		X				

2.18. TELECONTROL Y COMUNICACIONES.

La instalación se explotará en régimen abandonado, por lo que se dotará a la Subestación de un sistema de Telecontrol, el cual se encargará de recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión a los centros remotos de operación.

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado y la transmisión se realizará por vía telefónica, por vía radio o por fibra óptica.

Los equipos de comunicaciones a instalar se alimentarán desde una fuente conmutada con tensión de salida de 48 Vc.c. y que se preverá en uno de los armarios de la sala de control.



2.19. ALUMBRADO.

El alumbrado de los equipos en intemperie se realizará con proyectores de LED y lámpara 100 W, IP 65. Los proyectores irán montados en la fachada del edificio y la altura y ubicación de los mismos será determinada en el cálculo y estudio de iluminación.

El alumbrado exterior será controlado de forma manual y/o automática mediante células fotoeléctricas con varios golpes de encendido que se determinarán en su momento.

En el edificio de control se ha previsto la instalación de alumbrado general con 10 equipos de led 2x36 W, con varios golpes de encendido que se determinarán en su momento. Se preverá la instalación de alumbrado de emergencia con 20 equipos autónomos 8W, con base de enchufe y clavija 2P+T 10/16A- 250 V situados en el edificio de control y en zonas de acceso y maniobra desde el parque exterior.

También se dispondrán las oportunas tomas de corriente 10 unidades 2P+T y 6 unidades 3P+T, una cada 5 m aproximadamente.

2.20. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS EN EL EDIFICIO.

2.20.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y ANTI INTRUSISMO.

Se pretende la ejecución de una instalación de detección de incendios en la zona del transformador 66/30 kV y en el edificio, en las Salas de distribución de 30 kV, mando y control. Dicha instalación estará formada como mínimo, por los siguientes equipos:

- 1 Central compacta microprocesada de doce zonas, con resistencias fin de línea, con controles de activación de sirena, paro de zumbador, rearme, anulación de zona, pruebas y batería.
- 1 Sirena exterior de alarma de policarbonato, auto-protegida, homologada según normas europeas, con lámpara lanza destellos y batería propia.
- 11 Detectores jónicos de humos. Dispone de leds de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo, con sistema magnético de prueba.
- 3 Detectores termovelocimétricos para el transformador de potencia instalación intemperie, para el grupo electrógeno y cualquier otro equipó que lo requiera, con soportes, doble circuito de detección, disparo a 80 °C y sistema magnético de prueba.
- 6 pulsadores de alarma, rotura de cristal.

La instalación anti-intrusismo estará compuesta de:

- 6 detectores de infrarrojos.



Ambas instalaciones llevarán una centralita combinada de detección de incendios y anti-intrusismo de 3 zonas.

- 1 sirena con piloto de señalización antivandálica de instalación exterior.
- 1 cerradura codificada.

La instalación se realizará bajo tubo de acero cincado, completándose el cableado, conexionado y puesta a punto.

Los cables utilizados serán de obligatoriamente de cobre electrolítico, tipo BLINDEX, con composición nxl mm² (nxl,5 mm² para mandos) dependiendo n del número de señales o mandos a cablear en cada equipo, dejando 1 cable de reserva. La ejecución será flexible, clase 5, con pantalla de trenza de cobre al 70% de cobertura.

2.20.2. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN DEL EDIFICIO.

Ventilación de sala de servicios auxiliares a base de:

- 2 ventiladores —impulsores de aire centrífugo, dotados de filtro.
- 2 termostatos a través de contactor situado en cuadro de alumbrado y fuerza.
- Rejillas de entrada de aire con filtro.

Aire acondicionado en la sala de control fotovoltaica en base a:

- 2 equipos tipo split cassette con bomba de calor de 3000 kcal/h de potencia frigorífica y 3250 kcal/h de capacidad calorífica.

Aire acondicionado en la sala de control de la subestación en base a:

- 2 equipos tipo split cassette con bomba de calor de 4200 kcal/h de potencia frigorífica y 4600 kcal/h de capacidad calorífica.

Calefacción de cuartos de baño a base de:

- 2 radiadores eléctricos de 2 kW.
- 2 tomas de corriente schuko de 16 A para la alimentación de los radiadores.

2.21. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,6 m de profundidad, que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Todos los elementos metálicos de la instalación estarán unidos a la malla de tierras inferior, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del "Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de



transformación".

Según lo establecido en el citado Reglamento, apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra,
- los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos,
- las puertas metálicas de los locales,
- las vallas y cerramientos metálicos,
- la estructura metálica (columnas, soportes, pórticos, etc...),
- las armaduras metálicas de los cables,
- las tuberías y conductos metálicos,
- las carcasas de transformadores, motores y otras máquinas.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puesta a tierra de servicio:

- los neutros de transformadores de potencia y medida,
- los hilos de tierra de las líneas aéreas,
- los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra,
- las tomas de tierra de las autoválvulas para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Para el cálculo de la malla de tierra se tendrá en consideración la intensidad de cortocircuito monofásico a la llegada del pórtico de la Subestación del Parque "EL CERRO".

A continuación, se indican los datos considerados en la Subestación del Parque "EL CERRO" para el cálculo de la malla de puesta a tierra:

- Resistividad del terreno medida (arcilla plástica)..... 50 Ω m
- Intensidad de defecto en pórtico de S.T. 12.754 A

Como resultado de los cálculos efectuados, la malla de tierra estará formada por una retícula de 2 m x 2 m, aproximadamente, y se realizará con



conductor de cobre desnudo de sección de 150 mm²

Cada uno de los pararrayos de 66 kV irá directamente conectado a la malla de tierra a través de una soldadura aluminotérmica. También irán conectados a tierra por medio de una soldadura aluminotérmica los pararrayos de 30 kV.

Además, se instalarán picas de puesta a tierra, conectadas todas ellas a la malla, en todos aquellos puntos en los que se considere necesario mejorar la efectividad de la puesta a tierra, como por ejemplo en los bordes y las esquinas de la malla. Las picas serán metálicas, de unos 2 o 3 m de longitud, y quedarán clavadas verticalmente y por completo en el terreno.

Con esta medida se logra reducir la resistencia total del electrodo por lo que la intensidad de falta difundida en el terreno eleva menos la tensión que éste alcanza respecto a una tierra remota, y en consecuencia todas las diferencias de tensión que aparecen se ven también reducidas.

En los planos del "Documento: Planos" se presenta un plano con la malla de puesta a tierra prevista para esta instalación.

2.22. OBRA CIVIL.

La obra civil que comprende la ejecución de la Subestación "EL CERRO" abarca las siguientes fases:

- Explanación y acondicionamiento del terreno donde se va a ubicar el edificio.
- Malla de la red de tierra
- Abastecimiento de agua, drenajes y saneamiento.
- Bancada para transformador de potencia.
- Depósito de recogida de aceite.
- Cimentaciones para equipos de intemperie.
- Construcción de Edificio (que albergará las dependencias correspondientes para ubicar los sistemas eléctricos de 30 kV, equipos de control, protección, comunicación, servicios auxiliares en B.T., etc.).
- Canalizaciones eléctricas.
- Viales interiores.
- Cerramiento perimetral.

A continuación, se describen de forma más detallada los trabajos de Obra Civil a realizar:

2.22.1. EXPLANACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

Después de realizado el replanteo de la implantación se procederá a



eliminar la capa vegetal (desbroce 0,3 metros), y la posterior compactación del mismo, hasta la cota de explanación, en la superficie de 1379,84 m² que ocupa la plataforma de la subestación.

La excavación, de los pozos de las zapatas y de las riostras, se realizarán por medios mecánicos, procurando mantenerla abierta el menor tiempo posible. Además, se tendrá en cuenta el relleno del trasdós de los muros con árido rodado y limpio de tamaño entre 20 y 40 mm.

Para la ubicación de la nueva subestación se hace necesario la explanación del terreno de la zona donde se implanta las instalaciones, procediendo al desbroce del mismo y a la posterior compactación del mismo, hasta la cota de explanación.

A la vez que se realiza la explanación y movimiento de tierras, se instalará la malla para la puesta a tierra de las instalaciones, consistiendo en el tendido de cable de cobre situándolo a 0,60 m. de profundidad de la cota de explanación. Las uniones entre los cables de dicha malla se realizarán mediante soldadura aluminotérmicas.

2.22.2. CONSTRUCCIÓN DE VIALES.

Se realizará la urbanización completa tanto de la zona de la subestación como del acceso desde el camino existente. En concreto, se realizará un vial interior que recorre todo el parque exterior, con una longitud de 30,2 metros y una anchura de 5 metros, y un vial de acceso general, con una longitud de 35,2 metros y una anchura de 5 metros.

Los dominios de rodadura se realizarán con una placa de aglomerado asfáltico de un espesor mínimo de 10 cm, sobre base convenientemente preparada. El ancho de viales será de 5 m. y las curvas estarán diseñadas con un radio que permita el giro de las góndolas y camiones.

2.22.3. ABASTECIMIENTO DE AGUA, DRENAJES Y SANEAMIENTO.

No se dispondrá de conexión a la red pública de suministro de aguas, por lo que habrá que colocar un depósito de agua con la capacidad adecuada para satisfacer las necesidades de la instalación (20 m³ dotado del grupo de presión adecuado).

El drenaje consistirá en la realización de zanjas dren con tubo drenante. Dichas zanjas se rellenarán después con árido dren. Se instalarán las correspondientes arquetas, imbornales, canalizaciones, cunetas y pozos de recogida, constituyendo una completa red de drenaje.

Mediante la red de drenajes e evacuará el agua de lluvia hacia el punto de entrega (punto de mínima cota). Se ejecutará una cuneta de hormigón periférica al cierre exterior de la subestación y evacuando al punto de cota más baja (sudeste).

La posible agua que penetre en los canales de cables del parque se eliminará a través de pequeños conductos situados en la base de los mismos cada



2 m aproximadamente, que evacuarán hacia un tubo dren que también discurrirá bajo los canales de cables, y se enlazará con la red general.

Los viales se construirán con pendientes hacia las zonas perimetrales.

Las bajantes de los canalones del edificio morirán en unas arquetas construidas en la acera. Desde estas cunetas se evacuará el agua mediante tubos hacia la red general.

Para el tratamiento de las aguas fecales, se instalará una fosa séptica con filtro biológico incorporado, con capacidad para 10 personas.

2.22.4. EDIFICIO DE CELDAS Y CONTROL.

El edificio cumplirá con el Código Técnico de la Edificación. Así mismo, el edificio cumplirá la normativa existente en cuanto a prevención de incendios (resistencia al fuego adecuada de sus materiales, diseño de vías de evacuación, puertas con barra antipánico, etc.).

El edificio de la instalación se ejecutará en una sola planta, con una superficie de 216,16 m². Se realizará con estructura metálica, de hormigón o prefabricada. Su cerramiento será de bloque de ladrillo, encachado exteriormente con acabado pintado, con o sin aislante térmico, pero siempre con cámara de aislamiento para evitar condensaciones. La cubierta será a dos aguas con teja árabe, con una altura de alero de 3,5 metros, y una altura de cumbrera de 5,5 metros. En lo que respecta a la solera, tendrá las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de potencia y control, o bien solera plana con falso suelo técnico autoportante para los equipos a montar en las salas de control y servicios auxiliares.

Todos los accesos al interior del edificio se realizarán con puertas metálicas con cerraduras aislamiento acústico-térmico y con dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

La iluminación y aireación será a través de ventanas practicables o rejillas.

Tendrá salas independientes para:

- Celdas 30 kV.
- Servicios auxiliares.
- Mando, control y protecciones de la subestación.
- Sala de control eólico.
- Vestuario, aseo.
- Cocina.
- Almacén.
- Sala de grupo electrógeno.

Estará perfectamente preparado para la instalación en su interior de los



equipos eléctricos en las condiciones adecuadas.

Los cimientos se fabrican en hormigón armado vibrado. El hormigón tendrá una resistencia característica mínima de 30 N/m.m. todos sus componentes (cemento, áridos, agua y en su caso aditivos) se ajustan a lo especificado en la norma EHE.

Las armaduras serán barras corrugadas de alta adherencia o mallas electrosoldadas corrugadas de acero B 500S ó B 500T.

La puesta a tierra del edificio se realizará con un anillo interior conectado a la red de tierras de la subestación, que enlaza con el exterior en la zona del acceso si la puerta es metálica, estando conectados todos los equipos y las masas metálicas del edificio mediante soldaduras aluminotérmicas, grapas y terminales de puesta a tierra.

El edificio, una vez realizado, será una superficie equipotencial, esto se consigue uniendo todas las armaduras embebidas en el hormigón, mediante soldadura eléctrica. Las puertas, rejillas y ventanas estarán en contacto con la superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas exteriores se pintarán de color a determinar. El suelo no técnico será de baldosas de terrazo de 40 x 40 cm, excepto aseos que serán de plaqueta cerámica.

Los paramentos exteriores serán enfoscados y pintados según las características de la zona y las paredes interiores estarán enlucidas y pintadas con color a determinar. El techo se pintará color blanco liso. El alero exterior del edificio se pintará de color similar a las del tejado del edificio, siendo los canalones y bajantes de cobre.

Se diseñará con los falsos suelos adecuados para el tendido de cables necesario: cables de control y cables de 30 kV de las celdas.

Bordeará al edificio una acera de 1 m de ancho, con acabado de canto rodado visto, con bordillo de hormigón de alta resistencia, recibida sobre solera armada de hormigón

Todas las zanjas para acceso de cables al edificio deberán ir perfectamente selladas contra la entrada de humedad, muy en especial las correspondientes a las canalizaciones de cables de la solera del edificio, debiendo incluso impermeabilizarse los mismos.

2.22.5. BANCADA DE TRANSFORMADOR.

Se construirá un foso para el transformador. Este foso tendrá como misión la recogida del posible aceite que se derrame del transformador y su conducción hacia el depósito de recogida. Como sistema apagafuegos se utilizará grava, dispuesta en el cubeto sobre una rejilla al efecto. El transformador de potencia apoyará sobre carriles embebidos en vigas armadas, contenidas en el propio foso del transformador, de modo que el foso queda dividido en tres cuerpos. Su construcción se realizará en hormigón armado, con carriles de acero, y tubos de



hormigón para el paso de líquidos entre cada uno de los cuerpos y salida hacia el depósito.

Las vías del transformador se prolongarán hasta el vial, de forma que se pueda efectuar la maniobra de descarga desde la plataforma de transporte, colocación de ruedas, giro mediante grúa y posicionado de transformador en un emplazamiento mediante arrastre con tracteles o similar.

2.22.6. CIMENTACIONES.

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la sustentación de los pórticos de amarre de las líneas de 66 kV así como del aparellaje exterior de 66 y 30 kV.

La situación y detalles de los cimientos se señalan en los planos.

2.22.7. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Se realizarán todas las canalizaciones y arquetas necesarias en el interior de la parcela de la subestación, incluso las de las líneas de 30 kV.

Se utilizarán preferentemente los siguientes tipos de canalización para los cables:

- Canalización multi-tubular y arquetas para cables de MT. Se tendrá en cuenta en el diseño que se deben disponer varias canalizaciones de M.T. independientes, con 6 líneas de salida como máximo por cada una.
- Canalización prefabricada registrable con tapas desmontables para los cables de mando, medida, protección, etc. a utilizar en la superficie ocupada por la instalación de intemperie. Estas canalizaciones se realizarán mediante encofrado in situ, o bien mediante elementos prefabricados aprobados por la Propiedad, provistos de drenaje inferior cada 2 m. aproximadamente hacia un tubo dren colocado debajo.

Se realizarán también las arquetas exteriores adyacentes al cierre en las que conectarán las zanjas interiores con las exteriores.

2.22.8. CERRAMIENTO PERIMETRAL.

Todo el recinto de la subestación estará protegido por un vallado metálico de simple torsión de 148 metros de longitud, conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, de 2,20 metros de altura, provisto de señales de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de sus orientaciones, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a las personas ajenas al servicio.



3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS.-

3.1. NIVELES DE AISLAMIENTO.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, de acuerdo con el ITC-RAT 12, son los que corresponden a materiales del grupo A y B para aislamiento pleno.

En el sistema de 66 kV, el material soporta permanentemente como tensión más elevada 72,5 kV eficaces, así como 325 kV a los impulsos tipo rayo y 140 kV eficaces a frecuencia industrial durante 1 minuto.

En el sistema de 30 kV, el material soporta permanentemente como tensión más elevada 36 kV eficaces, así como 170 kV a los impulsos tipo rayo y 70 kV eficaces a frecuencia industrial durante 1 minuto.

3.2. CÁLCULO DEL RADIO CRÍTICO DE APANTALLAMIENTO.

La zona de captura de las descargas críticas (las que pueden originar un fallo de aislamiento) se establece a partir del radio crítico de cebado (r), que viene dado por la siguiente ecuación:

$$r = 10 \cdot I^{\frac{2}{3}}$$

En donde, $I = \frac{U_c \cdot N}{Z_c}$, siendo:

- N: número de circuitos de línea aéreas conectados a la subestación = 1
- U_c : tensión mínima de cebado de la línea = $U_{50\%} - 2,5 \cdot \sigma$ (prob. del 0,62%) = 973,25 kV
 $\sigma = 6\% \cdot U_{50\%}$

$U_{50\%} = 1.145$ kV como tensión más desfavorable de cadena de 14 elementos (típicamente en 66 kV, según catálogo, con onda positiva.)

- Z_c : impedancia característica de la línea, 86,129 Ω según el cálculo realizado a continuación.

La impedancia característica de la línea de simple circuito que acomete a la subestación resulta de los cálculos siguientes:

$$\text{Impedancia de la línea, } Z_c = 60 \cdot L_n \frac{h}{r_{MG}} = 86,129 \Omega;$$

Siendo el radio medio geométrico:



$$r_{MG} = r \cdot \left(\frac{n \cdot r_{cond}}{r} \right)^{\frac{1}{n}} = 7,124cm; r = \frac{d}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)} = 20cm$$

Con los valores de:

- h = 30 m (altura media del conductor en el apoyo de la línea de entrada a la subestación)
- r = 1,09 cm (conductor LARL-280 (242-AL1/39-A20SA)).
- n = 1 (Simplex)
- d = 40 cm. (distancia entre fases en la línea de entrada a la subestación).

Por lo que de todo lo anterior se calcula que:

$$I = \frac{973,25 \cdot 1}{86,129} = 11,30kA$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 10 \cdot 11,30^{\frac{2}{3}} = 50,35m$$

3.3. ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO. PROTECCIÓN MEDIANTE PARARRAYOS.

Para evitar fallos en los aislamientos eléctricos de los aparatos conectados en una red, es necesario limitar las sobretensiones por debajo de los valores de las tensiones soportadas por dichos aislamientos. Los elementos encargados en esta subestación de esta misión son los pararrayos.

Para el estudio de coordinación de aislamiento, a continuación, se muestran los pasos que se seguirán:

1. Selección de pararrayos.
2. Máxima sobretensión tipo rayo por la línea. En caso de que caiga un rayo en la línea y la onda se propague a la subestación, se producirá una atenuación de la sobretensión que se calculara por la fórmula de Foust y Menger.
3. Caída de tensión en el pararrayos.
4. Colocación del pararrayos. Debido a la reflexión de las ondas viajeras, habrá que evaluar la alternativa de colocar el pararrayos no solo en bornas del transformador.
5. Determinación del nivel de protección conseguido con la elección.



3.3.1. SELECCIÓN DEL PARARRAYOS.

Para seleccionar el pararrayos se requiere el valor de tensión residual U_r que garantice soportar la máxima sobretensión temporal. Se calculará según los criterios del CEI.

La tensión en permanencia más elevada para el material es de:

$$U_{max} = 72,5 \text{ kV (definida en RCE [1]).}$$

$$U_{max} = 36 \text{ kV (definida en RCE [1]).}$$

Por lo que la tensión F-T más elevada para el material, también conocida como UCOV (Continuous operating voltage) es de:

$$U_{cov} \geq \frac{72,5}{\sqrt{3}} = 41,86 \text{ kV}$$

$$U_{cov} \geq \frac{36}{\sqrt{3}} = 20,78 \text{ kV}$$

El pararrayos debe soportar en permanencia el 80% su valor nominal, por lo que

$$U_{r1} \geq \frac{U_{cov}}{0,8} = 52,325 \text{ kV}$$

$$U_{r1} \geq \frac{U_{cov}}{0,8} = 25,98 \text{ kV}$$

Se define la TOV2 como la sobretensión temporal (Temporaly Over Voltage) soportada durante 2 segundos; tal que $TOV_2 = k \cdot U_{cov}$, siendo k un coeficiente dependiente del sistema de puesta a tierra, dependiente de la instalación y el tipo de neutro. En este caso de valor 1,4 por tener el sistema con neutro puesto a tierra. Se obtiene:

$$TOV_2 = 1,4 * 52,325 = 73,255 \text{ kV}$$

$$TOV_2 = 1,4 * 25,98 = 36,37 \text{ kV}$$

Teniendo en cuenta lo anterior, se eligen los siguientes pararrayos:

3.3.1.1. Tensión 66 KV.

- InstalaciónIntemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases66 kV
- Tensión nominal.....72,5 kV
- Intensidad nominal de descarga (8/20µs).....20kA cr

Los pararrayos deberán estar diseñados para soportar sin daño veinte (20) ondas de intensidad de larga duración (2.400µs) y 700A de valor de cresta.

El nivel de radio interferencias (RIV) estará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20-509 y el Real Decreto 138 de 1989, no superando en ningún



caso los 2500 μ V.

3.3.1.2. Tensión 30 KV.

- o InstalaciónIntemperie
- o Tensión nominal..... ≥ 40 kV
- o Intensidad nominal de descarga (8/20 μ s).....20 kA cr

Los pararrayos deberán estar diseñados para soportar sin daño veinte (20) ondas de intensidad de larga duración (2.400 μ s) y 550A de valor de cresta. El nivel de radio interferencias (RIV) estará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20-509 y el Real Decreto 138 de 1989, no superando en ningún caso los 2500 μ V a 1 MHz.

3.3.2. MÁXIMA SOBRETENSIÓN TIPO RAYO POR LA LÍNEA.

En caso de que caiga un rayo en la línea y la onda se propague a la subestación, se producirá una atenuación de la sobretensión. Por lo que se calculara para la sobretensión más desfavorable (del 0,62% de que ocurra), cual es la que llega a la subestación, si cae el rayo a 1 km de ella.

Se parte de máxima tensión U50% de los aislamientos que la soportaran; esto es la cadena de 14 elementos 255/146, definida según catalogo en la siguiente tabla, que tendrá una tensión soportada a impulso tipo rayo de: 1145 kV.

MODELOS ESTÁNDAR TENSIONES DE CONTORNEO				CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LAS CADENAS DE CONFORMIDAD CON LAS NORMAS CEI 383 Y BS 137 PARTE I																							
				kV																							
				Ø x P: 175 mm. x 100 mm.				Ø x P: 255 mm. x 127 mm.				Ø x P: 255 mm. x 146 mm.				Ø x P: 280 mm. x 146 mm.				Ø x P: 280 mm. x 170 mm.				Ø x P: 320 mm. x 195 mm.			
Nº	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D			
1	55	76	74	80	78	45	105	110	78	45	105	110	80	50	110	115	80	50	120	125	90	60	120	140			
2	102	62	140	150	130	80	215	215	140	80	210	220	140	80	220	230	140	85	235	230	165	90	260	250			
3	145	85	200	215	180	115	300	290	195	120	310	310	195	120	320	310	200	120	330	315	235	135	370	350			
4	185	115	260	180	225	150	380	355	245	155	390	375	250	155	400	380	260	160	415	400	300	180	465	440			
5					270	185	440	420	290	195	470	445	295	195	480	455	310	225	500	485	360	220	560	550			
6					310	215	510	480	340	235	550	525	350	235	560	535	365	245	590	575	420	260	630	645			
7					350	250	580	545	390	270	625	605	400	270	635	615	415	285	680	665	480	300	740	740			
8					395	290	650	610	435	310	700	685	450	310	710	695	470	325	755	745	535	345	830	835			
9					435	325	710	685	485	345	775	760	500	345	790	775	515	360	840	830	590	380	920	930			
10					475	360	780	750	530	380	850	835	545	380	865	850	570	400	925	920	645	430	1010	1025			
11					515	390	845	815	575	415	920	915	590	415	935	930	615	435	1030	1030	700	470	1100	1120			
12					555	410	900	885	620	450	995	995	635	455	1010	1010	660	470	1085	1090	755	505	1190	1215			
13					595	440	965	955	660	485	1065	1070	675	490	1085	1090	710	500	1165	1170	805	545	1280	1310			
14					630	470	1030	1035	705	520	1140	1145	720	525	1160	1165	755	540	1250	1260	855	580	1370	1405			
15					670	500	1100	1090	745	555	1210	1225	765	560	1230	1245	800	575	1330	1340	905	620	1460	1500			
16					705	525	1160	1160	785	585	1280	1295	805	590	1300	1315	840	610	1410	1425	955	655	1550	1595			
17					740	550	1230	1230	830	620	1355	1375	850	625	1375	1395	880	645	1490	1510	1005	695	1640	1690			
18					780	575	1290	1290	870	650	1425	1455	890	655	1450	1480	920	680	1570	1600	1055	730	1730	1785			
19					815	600	1360	1360	910	685	1500	1530	930	690	1525	1555	960	715	1650	1680	1105	765	1820	1880			
20					850	625	1420	1425	950	715	1570	1605	970	725	1595	1630	1000	745	1730	1760	1155	800	1910	1975			
21					885	650	1485	1490	990	750	1640	1680	1010	760	1665	1705	1040	775	1810	1850	1205	840	1995	2065			
22					920	675	1550	1560	1030	780	1710	1755	1050	790	1740	1785	1080	810	1895	1920	1255	875	2080	2155			
23					955	700	1610	1630	1070	815	1780	1830	1090	825	1810	1860	1120	840	1985	2000	1305	910	2165	2245			
24					990	725	1675	1700	1110	845	1850	1905	1130	855	1880	1935	1160	875	2045	2080	1355	945	2250	2335			
25					1025	750	1740	1770	1150	875	1920	1980	1170	885	1950	2010	1200	905	2125	2160	1405	975	2335	2425			

A: Frecuencia industrial en seco B: Frecuencia industrial bajo lluvia C: 50% a impulso tipo rayo (+) 1,2/50 D: 50% a impulso tipo rayo (-) 1,2/50

La máxima tensión de cebado, con probabilidad de un 0,62% de que ocurra, corresponderá a una tensión de cebado:

- o Uc: tensión mínima de cebado de la línea = U50% +2,5. σ (prob. del



$$0,62\%) = 1316,75 \text{ kV}$$

$$\sigma = 6\%. U50\%$$

$$U50\% = 1145 \text{ kV}$$

Dada la máxima tensión de que ocurra por sobretensión tipo rayo, a una distancia dada de la subestación el valor de cresta sufre una atenuación. Si el impacto es a $L=1\text{km}$ de la subestación (valor de cresta en la subestación por la fórmula de Foust y Menger, la tensión se reducirá como se muestra a continuación:

$$U_{1km} = \frac{U_{c \max}}{1 + U_{c \max} \cdot L \cdot 10^{-4}} = 1163,54 \text{ kV}$$

El tiempo del frente de onda de la subestación será de $1,1 \mu\text{s}$.

Por lo que la pendiente de onda de la tensión será de:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1163,54}{1,1} = 1057,76 \text{ kV} / \mu\text{s}$$

3.3.3. CAÍDA DE TENSIÓN EN EL PARARRAYOS.

La impedancia del conductor de conexión del pararrayos origina una elevación de la sobretensión limitada por el pararrayos. La caída de tensión en dichas conexiones se calcula mediante la ecuación siguiente, deducida de la Guía Asinel:

$$\Delta U = 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot h' \cdot \frac{1}{Z_c} \cdot \frac{dV}{dt} = 49,64 \text{ kV}$$

Donde $h' = 5 \text{ m}$.

3.3.4. VARIACIÓN DE LA TENSIÓN CON LA DISTANCIA.

Es un hecho conocido, que las ondas de frente escarpado se propagan por las líneas aéreas, a una velocidad próxima a la de la luz y que cuando encuentran una discontinuidad en la línea, se reflejan total o parcialmente, dando lugar a una tensión resultante, suma de la onda incidente y de la onda reflejada.

Por esto se nos plantean dos puntos de estudio, uno es el transformador, como elemento a proteger más importante de la subestación, y el otro es a la entrada de la línea, para proteger otros elementos importantes tales como interruptores, susceptibles de sufrir sobretensiones por efecto de la onda viajera.

Mediante la ecuación simplificada propuesta en la Guía Asinel [19]:

$$U = U_c + \frac{2 \cdot s \cdot l}{v_c}, \text{ donde } s = dV/dt, v = 300 \text{ m}/\mu\text{s} \text{ y } U_c \text{ la tensión en las}$$

conexiones.

Se calcula la tensión desde el pararrayos a cualquier punto alejado de el, considerando inicialmente que no hay pararrayos a la entrada de la línea.



- La corriente de falta será de $I=U_{1km}/Z_c=1057,76/127,85=8,27$ kA. La tensión residual se estima de aproximadamente 780 kV.
- Tensión total en el pararrayos a una distancia de 5 m (aprox.) del pararrayos:

$$U = U_{res} + \Delta U + \frac{2 \cdot s \cdot l}{v_c} = 780 + 49,64 + 35,26 = 864,9 kV$$

- Tensión total a la entrada de la línea, a una distancia de $l=75$ m desde el pararrayos del transformador a la entrada de línea como distancia mínima posible:

$$U = U_{res} + \Delta U + \frac{2 \cdot s \cdot l}{v_c} = 780 + 49,64 + 528,87 = 1358,51 kV$$
, como este

valor se encuentra cercano al límite de 1425 kV, se opta por colocar otro pararrayos en bornas del transformador, de tal manera que U resulta $U = 780 + 49,64 = 829,64$ kV.

3.4. DISTANCIAS MÍNIMAS.

3.4.1. DISTANCIAS FASE-TIERRA Y ENTRE FASES.

De acuerdo con el nivel de aislamiento adoptado y según lo indicado en la ITC-RAT-12, las distancias mínimas fase-tierra y entre fases en 66 y 30 kV, son de 63 y 32 cm. respectivamente.

En cambio, son de mucho interés práctico las siguientes consideraciones, en gran parte aportaciones novedosas respecto al reglamento actual, contenidas en el punto 4.4. del Documento de Armonización:

- Las distancias mínimas de aislamiento en el aire entre partes de una instalación que pudieran ser sometidas a oposición de fase deberán ser superiores en un 20% a los valores anteriores.
- Si los conductores se balancean bajo la influencia de las fuerzas de cortocircuito, deben mantenerse al menos el 50% de las distancias mínimas de aislamiento anteriores.
- Si los conductores se balancean bajo la influencia del viento, deben mantenerse como mínimo el 75% de las distancias mínimas de aislamiento anteriores.
- En caso de rotura de una cadena de aisladores en una cadena múltiple, deben mantenerse como mínimo el 75% de las distancias mínimas de aislamiento en el aire anteriores.
- Las distancias mínimas de aislamiento en el aire que se dan en todas las tablas son de aplicación a altitudes de hasta 1 000 m por encima del nivel del mar., en caso de encontrarse a mayor altura deberán aumentarse en un 1,4% por cada 100 m dichas distancias. Como la



C.T.C.C. se encuentra a unos 800 m sobre el nivel del mar, no hay problema de altitud.

Con todo lo anterior, en la ST "EL CERRO" 66/30 kV la distancia adoptada en el sistema de 66 kV entre ejes de fases es de 100 cm, muy superior a la mínima exigida.

Las distancias adoptadas en el sistema de 30 kV son, entre ejes de fases, de 50 cm, y entre fases y tierra de 50 cm, superiores a las mínimas exigidas.

3.4.2. DISTANCIAS EN PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN.

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

$$H = 250 + d$$

Siendo "d" la distancia expresada en c.m. de las tablas 1, 2 y 3 de la ITC-RAT-12. En el caso más desfavorable del parque de 66 kV, en que $d = 63$ cm,

$$H = 250 + 63 = 313 \text{ cm}$$

Según puede verse en el Documento Planos la altura mínima del embarrado es de 450 cm, cumpliéndose la exigencia mencionada anteriormente.

Por otra parte, todos los elementos en tensión, en las zonas accesibles, estarán situados a una altura sobre el suelo superior a 230 cm, considerando en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si este se encuentra puesto a tierra, cumpliendo de esta forma lo indicado en la ITC-RAT-15, punto 4.1.5.

3.4.3. DISTANCIAS EN ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN.

Según la instrucción ITC-RAT-15 punto 4.3.1, para cierres de altura $K > 220$ cm, caso de la ST EL CERRO 66/30 kV, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a:

$$G = d + 150 = 130 + 150 = 280 \text{ cm}$$

Distancia que se cumple ampliamente según puede verse en el documento, planos.

3.5. SELECCIÓN Y CÁLCULO DE EMBARRADOS.

Se parte de las siguientes consideraciones:

- Se usará tendido de cables en el nivel superior, para cubrir la larga distancia del vano de entrada.
- Se usarán tubos en niveles medios por tener distancias de vano



menores, y así conseguir menores distancias de aislamiento al no tener apenas flecha.

- No se usarán cables en las conexiones, ya que, con aislamiento para 31,5 kA de intensidad de cortocircuito, los esfuerzos a soportar en los amarres son muy grandes y necesitan piezas flexibles especiales y caras.
- Se usarán tubos para uniones de aparamenta.
- Se usarán cables para uniones de niveles de embarrados.

3.5.1. SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD NOMINAL.

Los embarrados del sistema de 66 kV estarán constituidos por conductores flexibles de aluminio homogéneo simplex.

Los embarrados serán flexibles, formados por cable de aluminio tipo LARL-280 (242-AL1/39-A20SA) SIMPLEX, de 21,8 mm de diámetro, equivalente a 281,1 mm² de sección, y que admiten un paso de corriente de 578,651 A.

Esta intensidad admisible (equivalente a una potencia de 66,15 MVA para el embarrado flexible) es superior a la intensidad prevista para esta instalación.

Los embarrados del sistema de 30 kV estarán constituidos por:

- Tubo de aluminio desde la salida del transformador en 30kV hasta la reactancia y conexión con cable de potencia:

Diámetro exterior:	100 mm
Diámetro interior:	88 mm
Sección nominal equivalente:	1770mm²
T^a Ambiente:	25 °C
2685 A Intensidad máxima permanente permitida	

- Cuatro ternas de cable de cobre tipo DHZ1 1x630 mm² desde el embarrado hasta la celda de transformador:

Sección nominal:	630 mm²
Tipo de cable:	DHZ1
T^a Ambiente:	25 °C



2220 A Intensidad máxima permanente permitida

- Embarrados propios de las celdas, según diseño del fabricante, soporta una intensidad máxima permanente de 2000 A
- Por lo tanto, todos los puntos del sistema de 30 kV soportan los 1058,47 A de intensidad nominal de la instalación en 30 kV.

Diámetro Ext. (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm ²)	Peso (kg/m)	I(A) a 35°C+35°C
250	11	8 259	22,3	7 796
200	10	5 970	16,1	6 180
150	8	3 569	9,63	3 300
100	6	1 770	4,78	2 685

Datos de tubos de aluminio.

	Cobre	Aluminio
Densidad (kg/dm ³)	8,9	2,7
Resistividad a 20°C (Ω mm ² /m)	0,0178	0,0333
Módulo elasticidad (kN/mm ²)	110	70

Características de materiales.

No obstante, la utilización de estos embarrados se justifica por consideraciones mecánicas.

Como primera condición habrá que mirar que la flecha del conductor sea inferior a 1/300 de la luz de su vano, definida por la expresión:

$$f = \frac{1}{185EI} \cdot p \cdot l^4$$

Donde:

- p = carga vertical uniformemente distribuida
- l = longitud del vano
- E = módulo de Young
- I = Inercia de la sección

Y una vez hecho esto, habrá que calcular los esfuerzos producidos por cortocircuito según la corriente de falta ya definida con anterioridad de 31,5 kA. Se realizarán siguiendo las indicaciones de la norma IEC 865-1.



Con objeto de amortiguar las vibraciones producidas por rachas de viento de baja velocidad, en su interior se instalará un conductor. De esta forma se aumenta la frecuencia natural del embarrado, evitando esfuerzos dinámicos producidos por la posibilidad de que coincidan las rachas de viento con la frecuencia natural del mismo.

Es adecuado introducir un conductor, pero para mejorar la seguridad se pueden introducir dos conductores, decisión tomada en el embarrado principal.

Se instalarán como cables anti vibratorios conductores LARL-280 (242-AL1/39-A20SA) debido a que ya se ha elegido este conductor para los embarrados flexibles. Un conductor en el interior de los tubos del embarrado de altura +7,50 m y 2 conductores en el interior de los tubos de +13,50 m. Por lo que habrá que sumar su peso al peso total del embarrado al hacer el cálculo de la flecha máxima.

Embarrado Diámetro ext (mm)	Luz máxima a +13,50 m y flecha máxima admisible (m)	Flecha (m)	Luz máxima a +7,50 m y flecha máxima admisible (m)	Flecha (m)
250	20/300=0,06	0,05	11/300=0,036	0,004
200	20/300=0,06	0,09	11/300=0,036	0,007
150	20/300=0,06	0,14	11/300=0,036	0,013
100	20/300=0,06	0,41	11/300=0,036	0,037

En la tabla anterior se observa que, para el vano máximo a +13,50 m, el único conductor que cumple con la flecha admisible es el tubo de 250 mm. Por lo que para embarrados principales se tienen que elegir, como mínimo, tubos de 250 mm de diámetro, con dos conductores anti vibratorios LARL-280 (242-AL1/39-A20SA). Para el embarrado secundario, en la misma tabla se observa que, con vanos más pequeños, es posible usar conductores de menor sección. Se podrán elegir, como mínimo, tubos de 150 mm con un conductor anti vibratorio LARL-280 (242-AL1/39-A20SA).

A continuación, se presentan los cálculos justificativos de los embarrados utilizados, así como los cálculos que justifican la elección de los aisladores.

En cada tramo el embarrado se encuentra apoyado en los dos extremos. Es decir, se permite el desplazamiento según el eje del embarrado.

3.5.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE POR LAS BARRAS.

Una vez seleccionados los embarrados, habrá que hacer un ajuste fino de intensidades para comparar este dato con el dato de catálogo.

La Norma DIN 43670 define los siguientes valores de intensidad continua para tubos de aluminio puro, con 35 °C de temperatura ambiente y 65 °C de temperatura final, con fases suficientemente separadas.

- Tubo 250/228: > 6.170 A



- Tubo 150/134: > 3 300 A
- Tubo 100/88: > 2.685 A

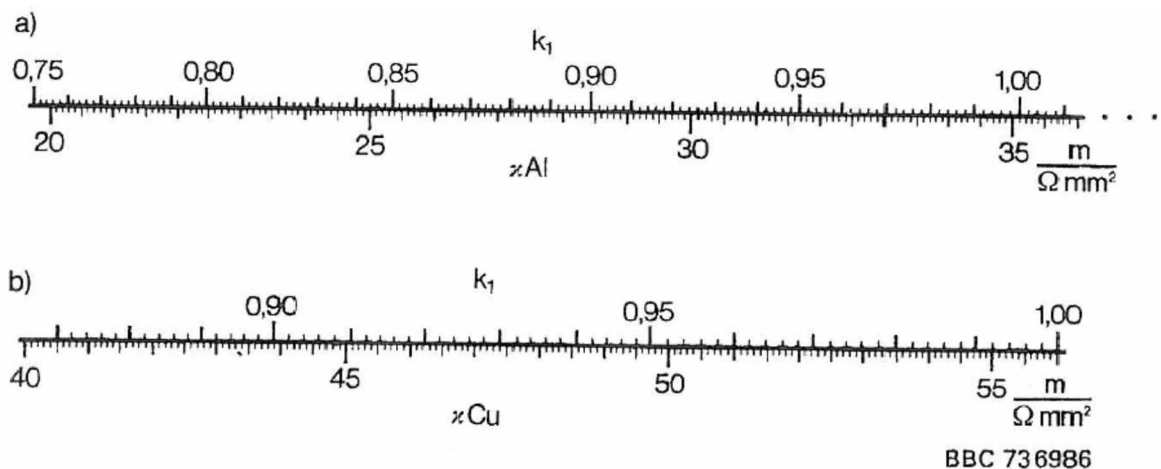
A estos valores de intensidad continua habrá que aplicarles una serie de factores de corrección en caso de diferencias con respecto a los supuestos:

- k1: factor de corrección para variaciones de carga en relación con la conductividad;
- k2: factor de corrección para otras temperaturas del aire y/o del embarrado;
- k3: factor de corrección para variaciones de carga térmica debido a diferencias de la disposición del embarrado;
- k4: factor de corrección de carga eléctrica (en c.a.) debido a diferente disposición del embarrado;
- k5: factor de corrección debido al emplazamiento geográfico;

La capacidad de carga de corriente es entonces:

$$I_{cont.} = I_{tabla} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

Para los embarrados rígidos del material elegido (Al Mg Si 0,7) habrá una variación de la intensidad continua admisible según el valor de corrección k1 definido según la figura siguiente:

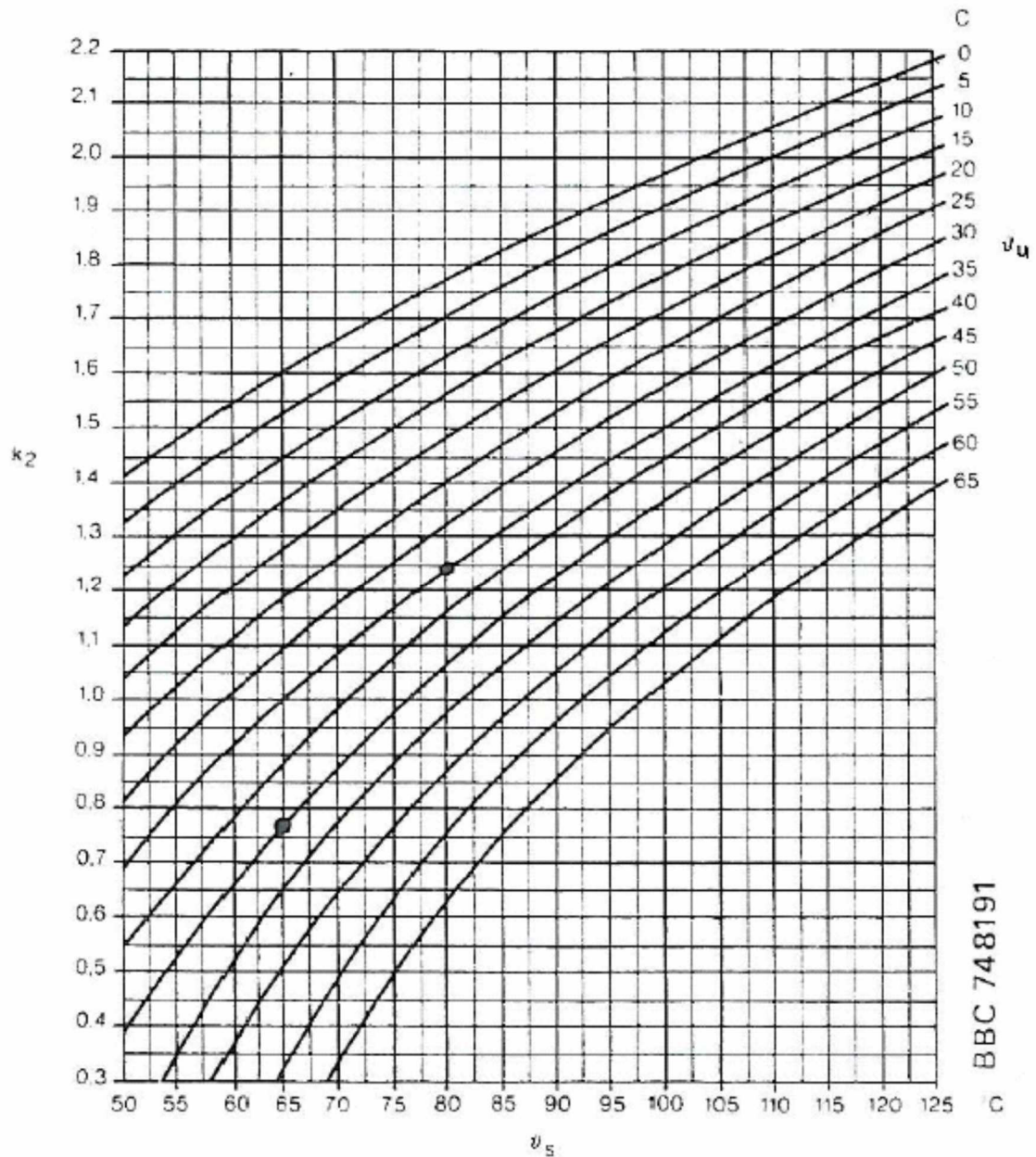


Factor de corrección para la variación de carga en: a) materiales de aluminio diferentes a 35,1 m/Ω.mm2, y b) materiales de cobre diferentes a una conductividad de 56 m/Ω.mm2.

Para dicha aleación este coeficiente tendrá un valor igual a k1=0,929.

Para las condiciones ambientales normales en la ST. de 35°C de temperatura ambiente (media de 24 h) y 80°C de temperatura máxima en el embarrado, habrá una variación de la intensidad continua admisible según el valor de corrección k2 definido según la figura siguiente:





Factor de corrección k2 para hipótesis de carga en temperaturas ambientes diferentes a 35°C y/o temperaturas de embarrado diferentes a 65°C; θ_s temperatura del embarrado, θ_u valor medio de la temperatura ambiente de 24 horas; máximo de corta duración 5 k por encima del valor medio.

Para dichas condiciones ambientales este coeficiente tendrá un valor igual a $k_2=1,24$.

Por lo tanto, se toman como intensidades asignadas:

- Tubo 250/228: $0,929 \times 1,24 \times 6.170 = 7.107 \text{ A}$
- Tubo 150/134: $0,929 \times 1,24 \times 3.300 = 3.800 \text{ A}$
- Tubo 100/88: $0,929 \times 1,24 \times 2.685 = 3.093 \text{ A}$



Las intensidades máximas admisibles (i_{maxT}) en servicio permanente para las barras desnudas previstas están muy por encima de las intensidades máximas definidas para los diferentes circuitos del anillo. Por lo tanto, el diseño estará condicionado únicamente por el comportamiento mecánico.

La intensidad máxima admisible por fase en los conductores flexibles de acuerdo con el RLAAT resulta de 578,651 A, siendo superior a los 524,66 A definidos como corriente nominal para toda la subestación con un 10% de seguridad.

3.5.3. CÁLCULO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS POR CORTOCIRCUITO EN EMBARRADOS.

La importancia del cálculo de estos efectos reside en las importantes tensiones que se producen en los aisladores soporte y en los propios conductores.

En el caso de embarrados rígidos, el esfuerzo se producirá durante el cortocircuito, sometiendo al embarrado y a los aisladores a una sobre corriente que producirá unas fuerzas de atracción y repulsión entre los conductores creando unas sobretensiones mecánicas tanto en embarrados como en soportes que habrá que tener en cuenta a la hora de dimensionar el tubo.

En el caso de embarrados flexibles el efecto se vuelve un poco más complicado. Se producen tres fuerzas distintas producto de la sobre corriente producida por el cortocircuito:

1. La fuerza durante el cortocircuito entre conductores de distintas fases por la oscilación creada por la sobre corriente, produciendo un ángulo de inclinación que hace que se acerquen los conductores creando distancias peligrosas.
2. La fuerza entre subconductores (conocido como el "pinch effect"), que puede provocar que los subconductores choquen o no choquen entre sí.
3. La fuerza que se queda después del cortocircuito, producida por la oscilación de los conductores producto de este.

3.5.3.1. Sistema de 66 kV.

Se va a considerar el caso en el que la potencia de cortocircuito a la llegada de la ST "EL CERRO" es de 2916 MVA. Es decir, la línea aérea de alta tensión a 66 kV va a amortiguar un poco la potencia de cortocircuito en el punto de enganche que es de 11430 MVA.

- Intensidad de cortocircuito permanente (I_{cc}):

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{Nom}} = \frac{2916}{\sqrt{3} \cdot 66} = 25,55 \text{ kA}$$

Intensidad de choque (I_{ch}) o corriente máxima asimétrica de cortocircuito:



$$I_{CH} = 1.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 2.21 = 32.47 \text{ kA}$$

3.5.3.2. Sistema de 30 kV.

- Datos unidad fotovoltaica: P = 3150 kVA
- Nº unidades fotovoltaicas: 15
- Datos transformador unidad fotovoltaica:
 - P = 3150 KVA
 - Ucc: 6%
- Corriente de cortocircuito del conjunto referida a 600V:
- Icc: 51,55 kA

De estos valores se deduce que la corriente de cortocircuito referido a 30 kV:

$$I_{cc} = 51549 \text{ A} \times 600 / 30.000 = 1030,98 \text{ A}$$

La Icc total por cada posición de transformador:

$$I_{cct} = 15 \times 1030,98 + 445,48 = 15.910,18 \text{ A}$$

La Icc aportada por el transformador parque será:

$$P_{cc} = \frac{60}{0.1} = 600 \text{ MVA}$$

La Icc total de todo el sistema de 30 kV

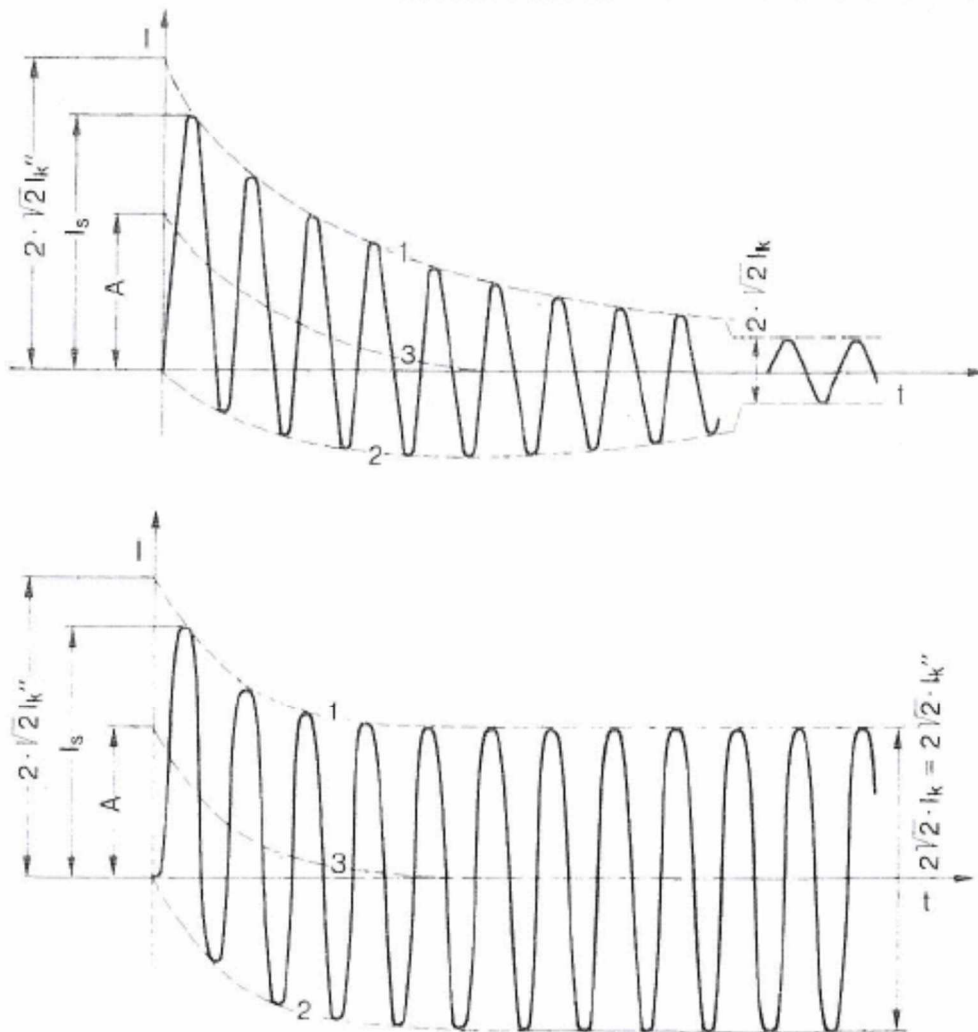
$$I_{cct} = 15,91 + 11,54 = 27,45 \text{ kA}$$

$$I_{cc} = \frac{600}{\sqrt{3} \times 30} = 11,54 \text{ kA}$$

Las celdas de 30 kV estarán fabricadas para soportar corrientes de cortocircuito de hasta 30 kA.

Como ya se ha dicho, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (Icc) a efectos de diseño es de 31,5 kA. La cual se comportará de la siguiente forma:





Desarrollo de la corriente de cortocircuito: a) cortocircuito cercano al generador; b) cortocircuito lejano al generador.

I''_k Intensidad de corriente alterna inicial de cortocircuito; I_s Intensidad máxima de cortocircuito; I_k Intensidad constante de cortocircuito; A valor inicial de la c.c.

La intensidad de cresta, (S/ CEI 909) vale:

$$I_p = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc}$$

El factor k compensa el debilitamiento de la componente de c.c. y puede extraerse de la ecuación siguiente:

$$k = 1,022 + 0,96899e^{-3,0301 \frac{R}{X}}$$

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que, para la red de transporte en este nivel de tensión, vale 0,0703 obtenido como dato de tierra.

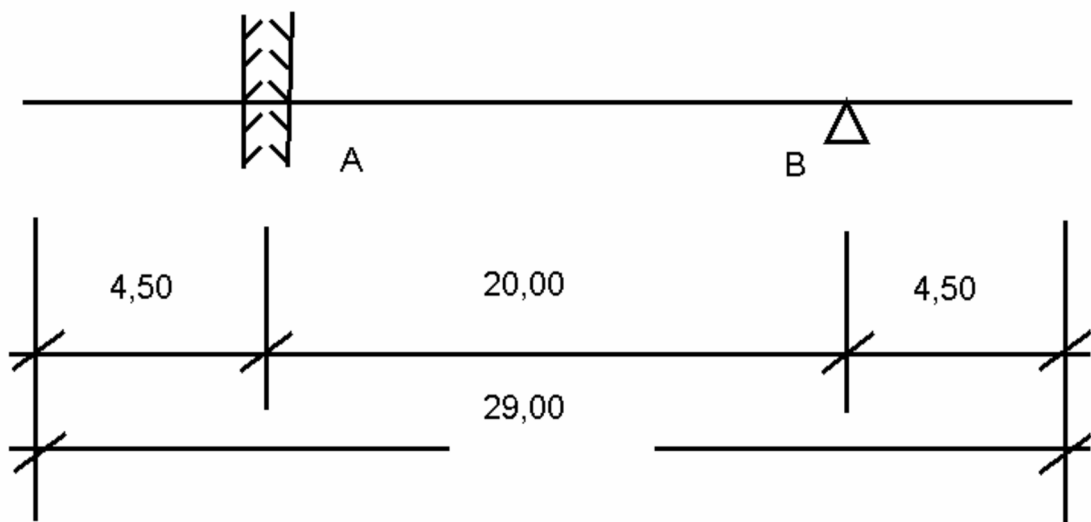
Así, $k = 1,8058$ con lo que $I_p = 80,44$ kA.

Estos parámetros son propios de la subestación, y necesarios para el cálculo de esfuerzos de cortocircuito en embarrados.

Habrà que evaluar los casos más desfavorables para cada tipo de embarrado, rígido o flexible, y para el vano más desfavorable en cada caso. Para todos estos casos se seguirá el método propuesto por la norma CEI 865[27] para el cálculo de esfuerzos electromecánicos producidos por cortocircuito.

3.5.3.3. Embarrados rígidos a cota +13,50 m.

El embarrado objeto de este estudio corresponde a la siguiente figura, el cual es el vano considerado como el más representativo (el único vano a esta altura):



3.5.3.3.1. Datos del tubo a utilizar.

Será tubo de aleación de aluminio 6063-T6 (Al Mg Si 0,7), con las siguientes características:

- Diámetro exterior.....250 mm
- Diámetro interior228 mm
- Espesor11 mm
- Sección.....8.259 mm²
- Momento de inercia..... J = 5.899 cm⁴
- Momento resistente Z = 472 cm³
- Modulo Young E=69.500 N/mm²
- Límite de fluencia mínimo RP02min=170 N/mm²
- Carga de rotura mínima..... Rmmin= 215 N/mm²
- Conductividad..... 30,3 m/ W mm²

- Coeficiente de dilatación..... a = 0,0235 mm/m °C

3.5.3.3.2. Datos obtenidos del cálculo de cortocircuito.

El cálculo considera solo las hipótesis más desfavorables para el cálculo de embarrados y reacciones en apoyo.

Las únicas consideradas como relevantes para este documento son:

- Peso propio (incluyendo doble cable amortiguador), para delimitar la flecha máxima en los embarrados.
- Cortocircuito con reenganche, para delimitar las máximas tensiones en embarrado y esfuerzos en cabeza de aislador.

De acuerdo con la norma CEI 865-1, el coeficiente de seguridad en hipótesis excepcionales es 1, y no es necesario considerar la combinación (cortocircuito + viento).

- Tramo A-B.

La fuerza de pico entre conductores durante un cortocircuito trifásico, donde el esfuerzo máximo es en el conductor central, se obtiene de la expresión:

$$F_{M3} = \frac{\mu_0 \cdot \sqrt{3}}{2\pi} \cdot \frac{I_p^2 \cdot l}{2a}$$

Donde:

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico calculada antes.

a = Distancia media entre fases (5 m).

l = Máxima distancia entre apoyos (20 m).

Sustituyendo y operando:

$$F_{M3} = 17,736 \text{ KN}$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

$V\sigma$ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{EI/m}$$

Donde:

I = inercia de la sección (5 899 cm²)



m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (25,5 kg/m)

E = Modulo de Young del material (69500 N/mm²)

l = longitud del vano

γ = coeficiente del tubo y los apoyos, 2,45 en este caso.

Sustituyendo y operando,

$$f_c = 2,456 \text{ Hz}$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de V_σ y V_r .

$$\frac{f_c}{50} = 0,0491$$

En estas condiciones, y según el Anexo A de la norma IEC 865:

$$V_\sigma = 0,7564,49e^{-1,68k} + 0,54 \log \frac{f_c}{f} = 0,354$$

$$V_F = 0,8393,52e^{1,45k} + 0,6 \log \frac{f_c}{f} = 0,399$$

$$V_r = 1 - 0,615 \log \frac{f_c}{f} = 1,805$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot l}{8 \cdot z}$$

Donde:

$\beta = 0,73$ S/CEI 865 (2 apoyos)

Z = Modulo resistente de la sección (472 cm³).

Así:

$$\sigma_m = 4382 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{p \cdot l^2}{z}$$

Donde:



l = longitud del vano

z = modulo resistente de la sección

p = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

$$\text{Por peso: } \sigma_p = \frac{1}{8} \cdot \frac{25520^2}{472} = 27,01N/mm^2$$

Se obtiene la σ_{to} de la más desfavorable (la tensión máxima para el caso de peso propio + corto con reenganche):

$$\sigma_{to} = \sqrt{27,01^2 + 43,82^2} = 51,47N/mm^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$CS = 170/51,47 = 3,30$$

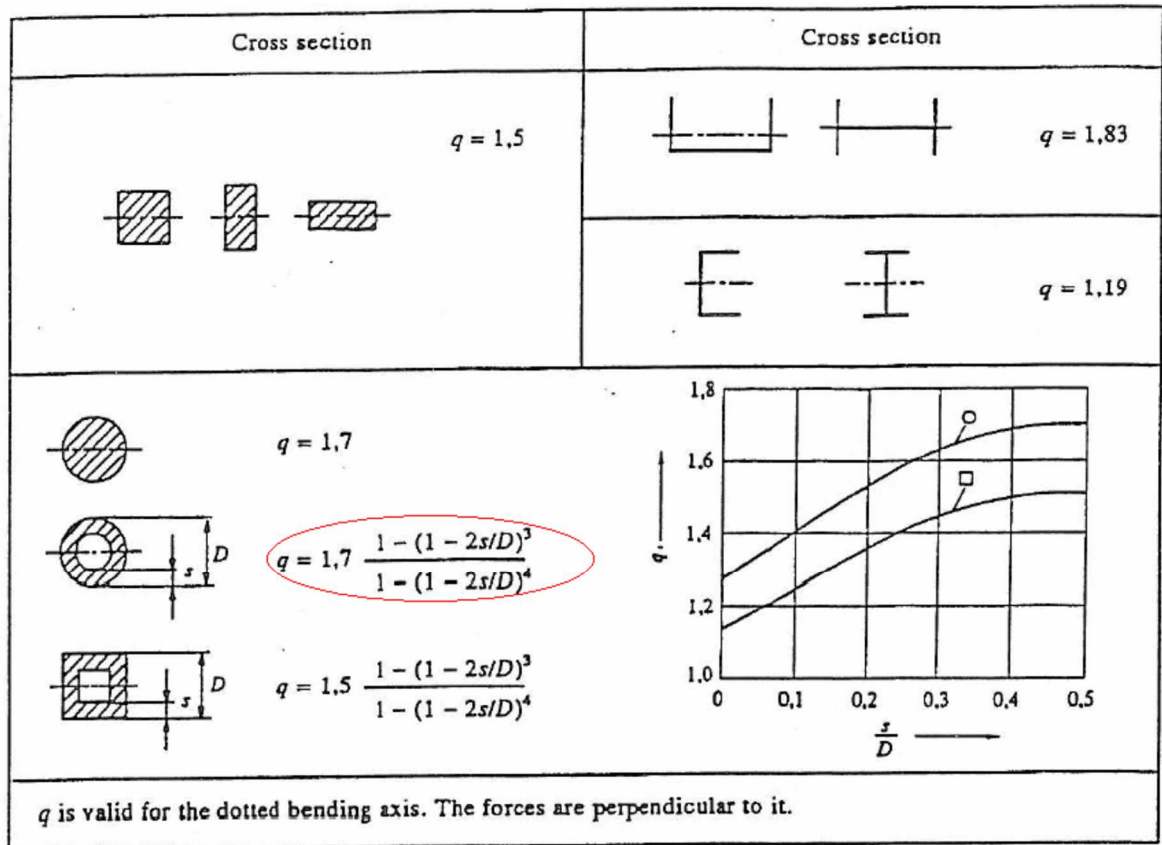
En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 [27] establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde:

q = factor de resistencia del conductor, que vale, según la tabla siguiente:





Para tubo 250/234, $q = 1,33$.

De esta forma se debe verificar que:

$$51,47 \leq 1,33 \times 170 = 226,1 \text{ N/mm}^2$$

Como se puede observar, el tubo está muy lejos del límite para esfuerzos en cortocircuito.

Para el cálculo del esfuerzo en los soportes, se calcula previamente la fuerza dinámica, definida por la fórmula

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{m3}$$

Donde:

α = factor dependiente de la distribución de esfuerzos en los apoyos ($\alpha_A=0,625$, $\alpha_B=0,375$).

Sustituyendo y operando,

$$F_{dA} = 7,98 \text{ kN}$$

$$F_{dB} = 4,79 \text{ kN}$$

- Tramo B-voladizo.

La fuerza de pico entre conductores durante un cortocircuito trifásico,

donde el esfuerzo máximo es en el conductor central, se obtiene de la expresión:

$$F_{M3} = \frac{\mu_0 \cdot \sqrt{3}}{2\pi \cdot 2} \cdot I_p^2 \cdot \frac{l}{a}$$

Donde:

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico calculada antes.

a = Distancia media entre fases (5 m).

l = Máxima distancia entre apoyos (4,5 m).

Sustituyendo y operando:

$$F_{M3} = 4KN$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

$V\sigma$ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{EI/m}$$

Donde:

I = inercia de la sección (5 899 cm²)

m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (25,5 kg/m)

E = Modulo de Young del material (69500 N/mm²)

l = longitud del vano

γ = coeficiente del tubo y los apoyos, 0,56 en este caso.

Sustituyendo y operando,

$$f_c = 11,088Hz$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de $V\sigma$ y Vr .

$$\frac{f_c}{50} = 0,221$$

En estas condiciones, y según el Anexo A de la norma IEC 865:

$$V_\sigma = 0,756 \cdot 4,49 \cdot e^{-1,68 \cdot k} + 0,54 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 0,708$$



$$V_F = 0,839 \cdot 3,52 \cdot e^{1,45 \cdot k} + 0,6 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 0,792$$

$$V_r = 1 - 0,615 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 1,402$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot l}{8 \cdot z}$$

Donde:

$$\beta = 0,73 \text{ S/CEI 865 (2 apoyos)}$$

$$Z = \text{Modulo resistente de la sección (472 cm}^3\text{)}.$$

Así:

$$\sigma_m = 26,49 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas, según el prontuario ENSIDESA (manuales sobre la construcción con acero tomo 2):

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{p \cdot l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = modulo resistente de la sección

p = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

$$\text{Por peso: } \sigma_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{255 \cdot 4,5^2}{472} = 5,47 \text{ N/mm}^2$$

Se obtiene la σ_{to} de la más desfavorable (la tensión máxima para el caso de peso propio + corto con reenganche):

$$\sigma_{to} = \sqrt{26,49^2 + 5,47^2} = 27,05 \text{ N/mm}^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$CS = 170/27,05 = 6,28$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 [27] establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que



$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde:

q = factor de resistencia del conductor, que vale: Para tubo 250/234, q = 1,33.

De esta forma se debe verificar que:

$$27,05 \leq 1,33 \times 170 = 226,1N / mm^2$$

Como se puede observar, el tubo está muy lejos del límite para esfuerzos en cortocircuito.

Para el cálculo del esfuerzo en los soportes, se calcula previamente la fuerza dinámica, definida por la fórmula

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{m3}$$

Donde:

α = factor dependiente de la distribución de esfuerzos en los apoyos ($\alpha=1$).

Sustituyendo y operando,

$$F_d = 4,44kN$$

El esfuerzo total en el aislador más solicitado, el "A", será la suma de las reacciones aportadas por ambos vanos, correspondientes a la hipótesis de "Cortocircuito con reenganche":

$$7,98 + 4,44 = 12,42 \text{ kN}$$

Para obtener el "esfuerzo equivalente de diseño sobre el aislador", debemos mayorar este valor, para tener en cuenta el mayor momento flector debido a la distancia entre el eje del tubo y la cabeza del aislador, siendo:

- o h = altura del aislador = 3.150 mm
- o d = distancia tubo – aislador = 220 mm
- o f = (3.150 + 220) / 3.150 = 1,0698

Luego la reacción máxima de diseño es:

$$12,42 \times 1,0698 = 13,28 \text{ kN}$$

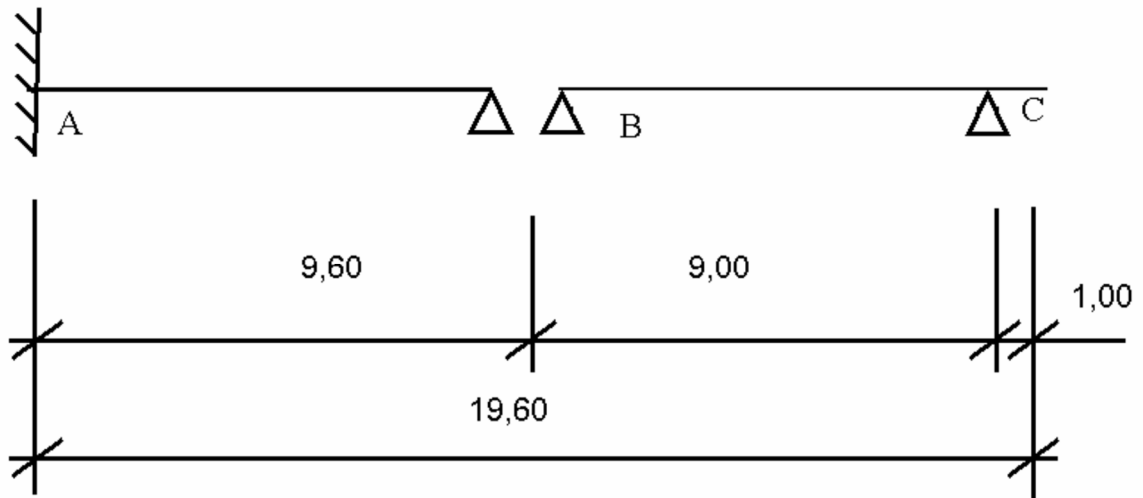
De CEI 815 se obtiene que los aisladores requeridos serán del tipo C16-1425, que soportan 16 kN, obteniendo un CS de 16/13,28=1,2.

La reacción en B, con una pieza deslizante, es claramente inferior.

3.5.3.4. Embarrados rígidos a cota +7,50 m

Como ya se especificaba, se elige el vano más desfavorable (véase fig. A). Esta altura se considera que el más desfavorable es en la conexión del seccionador hasta el pórtico (véase sección A-A en el plano Secciones generales):





3.5.3.4.1. Datos del tubo a utilizar.

Será tubo de aleación de aluminio 6063-T6 (Al Mg Si 0,7), con las siguientes características:

- Diámetro exterior150 mm
- Diámetro interior.....134 mm
- Espesor8 mm
- Sección.....3.569 mm²
- Momento de inercia..... J = 902 cm⁴
- Momento resistente.....Z = 121 cm³
- Modulo Young.....E = 69.500 N/mm²
- Limite de fluencia mínimo.....RP02min =170 N/mm²
- Carga de rotura mínimaRmmin= 215 N/mm²
- Conductividad..... 30,3 m/ W mm²
- Coeficiente de dilatación..... a = 0,0235 mm/m°C

3.5.3.4.2. Datos obtenidos del cálculo de cortocircuito.

El cálculo considera solo las hipótesis más desfavorables para el cálculo de embarrados y reacciones en apoyo.

Las únicas consideradas como relevantes para este documento son:

- Peso propio (incluyendo doble cable amortiguador), para delimitar la flecha máxima en los embarrados.
- Cortocircuito con reenganche, para delimitar las máximas tensiones

en embarrado y esfuerzos en cabeza de aislador.

De acuerdo con la norma CEI 865-1, el coeficiente de seguridad en hipótesis excepcionales es 1, y no es necesario considerar la combinación (cortocircuito + viento).

- Tramo A-B.

La fuerza de pico entre conductores durante un cortocircuito trifásico, donde el esfuerzo máximo es en el conductor central, se obtiene de la expresión:

$$F_{M3} = \frac{\mu_0 \cdot \sqrt{3}}{2\pi \cdot 2} \cdot I_p^2 \cdot \frac{l}{a}$$

Donde:

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico calculada antes.

a = Distancia media entre fases (5 m).

l = Máxima distancia entre apoyos (9,6 m).

Sustituyendo y operando:

$$F_{M3} = 8,6KN$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

$V\sigma$ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{EI/m}$$

Donde:

I = inercia de la sección (902 cm²)

m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (11,23 kg/m)

E = Modulo de Young del material (69500 N/mm²)

l = longitud del vano

γ = coeficiente del tubo y los apoyos, 2,45 en este caso.

Sustituyendo y operando,

$$f_c = 6,301Hz$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del



sistema establece los valores de V_{σ} y V_r .

$$\frac{f_c}{50} = 0,126$$

En estas condiciones, y según el Anexo A de la norma IEC 865:

$$V_{\sigma} = 0,756 \cdot 4,49 \cdot e^{-1,68 \cdot k} + 0,54 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 0,575$$

$$V_r = 0,839 \cdot 3,52 \cdot e^{1,45 \cdot k} + 0,6 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 0,645$$

$$V_r = 1 - 0,615 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 1,553$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_{\sigma} \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot l}{8 \cdot z}$$

Donde:

$$\beta = 0,73 \text{ S/CEI 865 (2 apoyos)}$$

Z = Modulo resistente de la sección (121 cm³).

Así:

$$\sigma_m = 55,59 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{p \cdot l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = modulo resistente de la sección

p = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

$$\text{Por peso: } \sigma_p = \frac{1}{8} \cdot \frac{112,39,6^2}{121} = 10,69 \text{ N/mm}^2$$

Se obtiene la σ_{10} de la más desfavorable (la tensión máxima para el caso de peso propio + corto con reenganche):



$$\sigma_{to} = \sqrt{55,59^2 + 10,69^2} = 56,61 N / mm^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$CS = 170/56,61 = 3$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 [27] establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde:

q = factor de resistencia del conductor, que vale: para tubo 150/134, q = 1,34.

De esta forma se debe verificar que:

$$56,61 \leq 1,34 \times 170 = 228,48 N / mm^2$$

Como se puede observar, el tubo está muy lejos del límite para esfuerzos en cortocircuito.

Para el cálculo del esfuerzo en los soportes, se calcula previamente la fuerza dinámica, definida por la fórmula

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{M3}$$

Donde:

α = factor dependiente de la distribución de esfuerzos en los apoyos ($\alpha_A=0,625$, $\alpha_B=0,375$).

Sustituyendo y operando,

$$F_{dA} = 5,384 kN$$

$$F_{dB} = 3,23 kN$$

- Tramo B-C.

La fuerza de pico entre conductores durante un cortocircuito trifásico, donde el esfuerzo máximo es en el conductor central, se obtiene de la expresión:

$$F_{M3} = \frac{\mu_0 \cdot \sqrt{3}}{2\pi \cdot 2} \cdot I_p^2 \cdot \frac{l}{a}$$

Donde:

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico calculada antes.

a = Distancia media entre fases (5 m).

l = Máxima distancia entre apoyos (9 m).

Sustituyendo y operando:



$$F_{M3} = 8,0625 KN$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

V_{σ} = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

V_r = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \sqrt{EI/m}$$

Donde:

I = inercia de la sección (902 cm²)

m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (11,23 kg/m)

E = Modulo de Young del material (69500 N/mm²)

l = longitud del vano

γ = coeficiente del tubo y los apoyos, 2,45 en este caso.

Sustituyendo y operando,

$$f_c = 7,169 Hz$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de V_{σ} y V_r .

$$\frac{f_c}{50} = 0,143$$

En estas condiciones, y según el Anexo A de la norma IEC 865:

$$V_{\sigma} = 0,756 \cdot 4,49 \cdot e^{-1,68 \cdot k} + 0,54 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 0,606$$

$$V_r = 0,839 \cdot 3,52 \cdot e^{1,45 \cdot k} + 0,6 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 0,679$$

$$V_r = 1 - 0,615 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 1,518$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_{\sigma} \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot l}{8 \cdot z}$$

Donde:



$$\beta = 0,73 \text{ S/CEI 865 (2 apoyos)}$$

$$Z = \text{Modulo resistente de la sección (121 cm}^3\text{)}.$$

Así:

$$\sigma_m = 50,36 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{p \cdot l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = modulo resistente de la sección

p = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

$$\text{Por peso: } \sigma_p = \frac{1}{8} \cdot \frac{112,39^2}{121} = 9,397 \text{ N/mm}^2$$

Se obtiene la σ_{to} de la más desfavorable (la tensión máxima para el caso de peso propio + corto con reenganche):

$$\sigma_{to} = \sqrt{55,59^2 + 9,397^2} = 51,23 \text{ N/mm}^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$CS = 170/51,23 = 3,32$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 [27] establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde:

q = factor de resistencia del conductor, que vale: para tubo 150/134, q = 1,34.

De esta forma se debe verificar que:

$$51,23 \leq 1,34 \times 170 = 228,48 \text{ N/mm}^2$$

Como se puede observar, el tubo está muy lejos del límite para esfuerzos en cortocircuito.

Para el cálculo del esfuerzo en los soportes, se calcula previamente la fuerza dinámica, definida por la fórmula



$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{m3}$$

Donde:

α = factor dependiente de la distribución de esfuerzos en los apoyos ($\alpha_C=0,625$, $\alpha_B=0,375$).

Sustituyendo y operando,

$$F_{dC} = 5,194kN$$

$$F_{dB} = 3,116kN$$

- Tramo C-Voladizo.

La fuerza de pico entre conductores durante un cortocircuito trifásico, donde el esfuerzo máximo es en el conductor central, se obtiene de la expresión:

$$F_{M3} = \frac{\mu_0 \cdot \sqrt{3}}{2\pi} \cdot \frac{I_p^2 \cdot l}{2a}$$

Donde:

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico calculada antes.

a = Distancia media entre fases (5 m).

l = Máxima distancia entre apoyos (1 m).

Sustituyendo y operando:

$$F_{M3} = 0,888KN$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

$V\sigma$ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

V_r = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

Donde:

I = inercia de la sección (902 cm²)

m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (11,23 kg/m)

E = Modulo de Young del material (69500 N/mm²)

l = longitud del vano



γ = coeficiente del tubo y los apoyos, 0,56 en este caso.

Sustituyendo y operando,

$$f_c = 132,31 \text{ Hz}$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de V_σ y V_r .

$$f_c / 50 = 2,646$$

En estas condiciones, y según el Anexo A de la norma IEC 865:

$$V_\sigma = 1$$

$$V_F = 8,59 - 15,5 \cdot \log \frac{f_c}{f} = 2,039$$

$$V_r = 1$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot l}{8 \cdot z}$$

Donde:

$\beta = 5,69$ Según estimaciones (1 apoyo)

Z = Modulo resistente de la sección (121 cm³).

Así:

$$\sigma_m = 5,15 \text{ N/mm}^2$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{8} \cdot \frac{p \cdot l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = modulo resistente de la sección

p = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

$$\text{Por peso: } \sigma_p = \frac{1}{2} \cdot \frac{112,31^2}{121} = 0,464 \text{ N/mm}^2$$



Se obtiene la σ_{to} de la más desfavorable (la tensión máxima para el caso de peso propio + corto con reenganche):

$$\sigma_{to} = \sqrt{5,15^2 + 0,464^2} = 5,17 N / mm^2$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$CS = 170/5,17 = 32,88$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 [27] establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde:

q = factor de resistencia del conductor, que vale: para tubo 150/134, q = 1,34.

De esta forma se debe verificar que:

$$5,17 \leq 1,34 \times 170 = 228,48 N / mm^2$$

Como se puede observar, el tubo está muy lejos del límite para esfuerzos en cortocircuito.

Para el cálculo del esfuerzo en los soportes, se calcula previamente la fuerza dinámica, definida por la fórmula

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{m3}$$

Donde:

α = factor dependiente de la distribución de esfuerzos en los apoyos ($\alpha=1$).

Sustituyendo y operando,

$$F_{dC} = 1,81 kN$$

La reacción en B, donde se ha colocado una pieza elástica, queda representada por la suma de los esfuerzos de A-B más B-C, por lo que

$$R_b = 3,116 + 3,23 = 6,346 kN$$

Se observa que el esfuerzo en B es el más desfavorable. Para reducirlo al esfuerzo equivalente sobre el aislador, debe multiplicarse por el factor f:

$$h = \text{altura del aislador} = 3.150 \text{ mm}$$

$$d = \text{distancia tubo - aislador} = 170 \text{ mm}$$

$$f = (3.150 + 170) / 3.150 = 1,0540$$

Luego la reacción máxima de diseño en el aislador B es:

$$6,346 \times 1,054 = 6,688 kN$$

Por lo que según la norma CEI 815, el aislador requerido para esta altura



de aislador será un C8-1425. Obteniendo un CS de $8/6,688=1,19$.

3.6. CÁLCULO DEL EFECTO CORONA.

Por efecto corona se denomina el conjunto de fenómenos relacionados con la aparición de conductividad en el gas que rodea a un conductor sometido a alta tensión.

El fenómeno se manifiesta especialmente en la proximidad de la superficie de los conductores, en particular en las regiones de fuerte curvatura donde el gradiente es mayor. Una de las consecuencias más importantes es la aparición de una corriente de fuga del conductor que puede ser continua o pulsatoria.

Aplicando una tensión continua de polaridad positiva, el efecto corona se presenta como una envoltura uniforme de color azul. Si la tensión es negativa aparece un efecto corona en forma de pequeños efluvios rojizos concentrados en el conductor de forma bastante regular en los puntos de imperfección del cable que no puede considerarse un cilindro perfecto.

Los inconvenientes del efecto corona en AT son:

- a) Pérdidas que pueden ser importantes en las corrientes de fuga.
- b) Perturbaciones radioeléctricas debidas a la alta frecuencia de estos fenómenos.

La descarga va acompañada de un sonido silbante y de olor de ozono. Si hay humedad apreciable, se produce ácido nitroso. La corona se debe a la ionización del aire. Los iones son repelidos y atraídos por el conductor a grandes velocidades, produciéndose nuevos iones por colisión. El aire ionizado resulta conductor (si bien de alta resistencia) y aumenta el diámetro eficaz del conductor metálico.

El efecto corona es función de dos elementos: el gradiente potencial en la superficie del conductor y la rigidez dieléctrica del aire en la superficie, valor que a su vez depende de la presión atmosférica y la temperatura. En un campo uniforme, a 25 °C y 760 mm de presión, la ionización por choque aparece al tener un valor máximo de 30 kV/cm, que corresponde a 21.1 kV/cm de valor eficaz.

En este caso, al tener dos tipos de conductores, habrá que calcular sus respectivas tensiones disruptivas (U_c), según la fórmula empírica de Peek:

Aplicada a conductores cilíndricos:

$$U_c = 2,3026 \cdot m_0 \cdot g_0 \cdot \delta^{2/3} \cdot r \cdot \log\left(\frac{DMG}{r}\right)$$

en donde:

m_0 = coeficiente de irregularidad del conductor que toma el valor de 1 para tubo perfectamente cilíndrico y liso.



r = radio exterior del tubo en cm.; para el tubo de 100 mm toma un valor de 5 cm.

$$DMG = \text{distancia media geométrica entre conductores}$$
$$DMG = \sqrt[3]{D_{ab} \cdot D_{ac} \cdot D_{bc}} = \sqrt[3]{5 \cdot 5 \cdot 10} = 630 \text{ cm.}$$

d = factor de densidad del aire en función de la presión barométrica y la temperatura.

g_0 = gradiente superficial crítico.

La densidad del aire viene dada por la expresión: $\delta = \frac{3,92 \cdot h}{273 + t}$

en donde:

h = presión atmosférica en cm de mercurio (la subestación de EL CERRO se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 220 m)

t = es la temperatura del aire (en nuestro caso 40°C para las condiciones más desfavorables).

Siendo:

$$h = 10^{\log 76 \cdot \frac{y}{18336}} = 10^{\log 76 \cdot \frac{220}{18336}} = 414 \text{ cmHg}$$

Sustituyendo se obtiene: $\delta = \frac{3,92 \cdot 414}{273 + 40} = 5,185$

Para conductores paralelos el valor máximo de campo modificado por la altura y la temperatura viene dado por:

$$g_0 = 30 \cdot \left(1 + \frac{0,3}{\sqrt{r}}\right) \text{ kV/cm}$$

Sustituyendo obtenemos un valor máximo de campo de 31,8 kV/cm para el embarrado de 5 cm de radio.

En valor eficaz tendremos: $g_{0f} = \frac{g_0}{\sqrt{2}} = 22,486 \text{ kV/cm}$

Sustituyendo valores en la expresión inicial se obtiene:

$$U_c = 2,3026 \cdot 1 \cdot 22,486 \cdot 5,185^{2/3} \cdot 5 \cdot \log \left(\frac{630}{5}\right) = 1628,9 \text{ kV}$$

Para el cálculo de la tensión disruptiva en el embarrado flexible del conductor LARL-280 (242-AL1/39-A20SA, la fórmula de aplicación es:

$$U_c = 69,078 \cdot \delta^{2/3} (1 - 0,07 \cdot r) \left(1 - \frac{(n-1)r}{R}\right) \cdot n \cdot r \cdot \log \frac{DMG}{RMG} \cdot \frac{2 \cdot HMG}{\sqrt{4 \cdot (HMG)^2 + (DMG)^2}}$$

Donde:

$$R = 43 \text{ cm}$$



r = radio del conductor (10,9 mm)

DMG = Distancia media geométrica. $DMG = 6 \cdot \sqrt[3]{2} = 7,56m$

HMG= Altura de los amarres corregida con la flecha.

$$HMG = h - 0,7 \cdot f = 20,5 - 0,7 \cdot 1,5 = 19,45cm$$

RMG = Radio medio geométrico.

$$RMG = R \cdot \left(\frac{n \cdot r}{R} \right)^{\frac{1}{n}} = 43 \cdot \left(\frac{1,09}{43} \right)^{\frac{1}{2}} = 6,486$$

Sustituyendo en la expresión inicial, se obtiene:

$$U_c = 69,078 \cdot 5,185^{\frac{2}{3}} (1 - 0,07 \cdot 1,09) \cdot \left(1 - \frac{(1 - 1) \cdot 1,09}{435} \right) \cdot 1 \cdot 1,09 \cdot \log \frac{756}{6,486} \cdot \frac{2 \cdot 1945}{\sqrt{4 \cdot (1945)^2 + (756)^2}} = 428,89kV/cm$$

Se observa que el conductor que tiene la tensión disruptiva más baja es el conductor cilíndrico, con un coeficiente de seguridad de $CS = \frac{1628,9}{145/\sqrt{3}} = 19,45$ por lo que se puede afirmar que no habrá efecto corona.

3.7. CÁLCULO DE LA MALLA DE TIERRA

3.7.1. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES DE FALTA A TIERRA

A falta de datos por parte de ENDESA DISTRIBUCIÓN, consideramos una falta máxima monofásica de 10 KA en esta subestación.

3.7.2. CONDUCTOR DE TIERRA.

Para el dimensionado del conductor empleado en la red de puesta a tierra, se ha considerado la intensidad de falta máxima correspondiente al cortocircuito monofásico de 66 kV. cuyo valor máximo es de 10.000 A. Considerando una duración de defecto de 1 segundo, resulta una sección mínima, según ITC-RAT 13, punto 3.1, de:

$$S = \frac{10.000}{160 \times 1,2} = 52,08mm^2$$

No obstante, se ha utilizado conductor de cobre desnudo de 70 mm² siendo esta sección superior a la necesaria para esta Subestación.

3.7.3. RESISTENCIA DE LA MALLA.

El cálculo de la resistencia de la malla se efectúa con la fórmula indicada en la ITC-RAT-13 punto 4.2.



$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

R = Resistencia de la malla en ohmios.

L = Longitud total de los conductores enterrados.

r = Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

ρ = Resistividad del terreno en ohmios x metro ($\rho = 100 \Omega\text{m.}$). Esta resistividad es la media de las diversas medidas efectuadas en el terreno.

Para la realización de los cálculos, se ha aproximado la malla diseñada a una malla de 4 x 4 m² 44 x 40 m² de superficie:

L = 964 m.

r = 23,67 m.

ρ = 100 Ωm , valor estimado.

Luego R = 1,16 Ω

3.7.4. CÁLCULOS DE LAS CORRIENTES DE FALTA A TIERRA.

Dado que la parte de corriente de defecto que aporta el transformador no circula por tierra, sólo contribuyen a la elevación de potencial de la malla las aportaciones de las líneas.

En caso de falta en barras de 66 kV. la aportación de la línea es de 13.000 A. y considerando la situación y características de los hilos de tierra de la línea, se calcula, que la corriente de cortocircuito induce sobre dichos hilos de tierra una corriente del 30% es decir 3.000 A.

Por consiguiente, la corriente total derivada a tierra será:

$$I_E = 10.000 - 3.000 = 7.000 \text{ A.}$$

Este valor es el que se tomará para los cálculos posteriores, así como para valor teórico de los ensayos de dichas tensiones de paso y contacto, ya que incluye la propia malla y los hilos de tierra conectados a ella.

Teniendo en cuenta la impedancia en cadena de los hilos de tierra de la línea y la resistencia de la malla, se produce un reparto de corriente a tierra que resulta ser:

$$I_g = \frac{Z_m}{Z_m + R_m} \times I_E$$

Donde:

I_g = Intensidad que se deriva a tierra



R_m = Resistencia de malla

Z_m = Resultante de las impedancias en cadena de la línea.

Considerando $Z_m = 3,76 \Omega$ para la configuración de líneas existente, la intensidad a tierra es:

$$I_g = 5.349,59 \text{ A}$$

Este es el valor de la intensidad de tierra, deducida la que circularía por conducción a través de los hilos de tierra.

La tensión de la malla de tierra tiene un valor de:

$$U_m = I_g \times R_m = 5.349,59 \times 1,16 = 6.205,53 \text{ V.}$$

3.7.5. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.

Valores teóricos

Para calcular los valores teóricos de las tensiones de paso y contacto, se ha seguido el método que figura en la I.E.E.E. GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING, edición 1986, según la cual:

Tensión de paso:

$$E_s = \rho K_s K_i \frac{I_g}{L}$$

Tensión de contacto:

$$E_m = \rho k_m K_i \frac{I_g}{L}$$

Donde:

I_g = Corriente disipada a través de la malla..... 5.349,59 A.

L = Longitud del conductor enterrado..... 964 m.

ρ = Resistividad del terreno natural..... 100 Ω m.

K_s , K_i y K_m son tres coeficientes cuyas fórmulas se indican a continuación y que dependen de la geometría de la malla:

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

$$K_i = 0,656 + 0,172n$$

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

Siendo:

h = Profundidad de la malla.



D=Separación entre conductores paralelos.

n=Número de conductores paralelos a una dirección, la mayor.

d=Diámetro del conductor.

$$V_c = \frac{72}{0,5} \left(1 + \frac{1,5 \times 100}{1.000} \right) = 166V$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{2/n}}$$

$$K_h = \sqrt{1 + h/ho} = \sqrt{1 + 0,6/1}$$

$$ho = 1$$

Consideramos nuestro caso:

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$D = 4 \text{ m}$$

$$n = 12 \text{ m}$$

$$d = 0,01236 \text{ m para cable de } 120 \text{ mm}^2.$$

Sustituyendo los valores citados:

$$K_s = 0,3448$$

$$K_i = 2,72$$

$$K_m = 0,657$$

Con estos coeficientes resulta una tensión de paso:

$$E_s = 352,84 \text{ V}$$

Y una tensión de contacto:

$$E_m = 672,32 \text{ V.}$$

Valores máximos de acuerdo con el ITC-RAT 13

Según el apartado 1.1 de ITC-RAT-13, las tensiones de paso y contacto admisibles en la instalación para un cortocircuito de 0,5 s de duración serán:

La tensión de paso admisible para terreno natural ($\rho = 100 \Omega \cdot \text{m}$) es:

$$V_p = \frac{10 \times 72}{0,5} \left(1 + \frac{6 \times 100}{1.000} \right) = 2.304V$$

Comprobando que la tensión de paso existente que hemos estimado está por debajo del límite impuesto por el RAT.

$$E_s = 352,84V < V_p = 2.304V.$$

La tensión de contacto admisible para terreno natural ($\rho = 100 \Omega \text{ m}$) es:



Este valor es inferior al obtenido por cálculo teórico por lo que colocamos una capa de grava de 0,1 m de espesor, con lo que la resistividad superficial media del terreno resulta de 3.000 ohmios/metro.

Con este valor, la tensión de contacto admisible será:

$$V_c = \frac{72}{0,5} \left(1 + \frac{1,5 \times 3.000}{1.000} \right) = 792 \text{ V.}$$

Resultando este valor superior al obtenido con el cálculo teórico.

$$E_m = 672,32 \text{ V} < V_c = 792 \text{ V}$$

Las mediciones efectuadas en campo junto con la confirmación de los valores que se han supuesto corregirán los valores teóricos calculados.

4. CÁLCULOS MECÁNICOS JUSTIFICATIVOS.

La nueva estructura metálica de la ST EL CERRO está proyectada de manera que el coeficiente de seguridad mínimo respecto al límite de fluencia de todos los elementos sometidos a tiros o cargas sea superior a 1,5 en las condiciones más desfavorables.

Toda la estructura utilizada es de amplia utilización en las instalaciones de Subestaciones de 66/30 kV, al tratarse de diseños normalizados y con larga experiencia en cuanto a sus prestaciones y comportamiento.

4.1. HIPÓTESIS DE CÁLCULO PARA SOPORTES DE APARELLAJE

Las cargas consideradas para los soportes de aparellaje y tomadas como hipótesis de cálculo son las siguientes:

4.1.1. PESOS

Peso propio de la estructura

Se considera como una carga lineal distribuida uniformemente en toda la estructura.

Peso del aparellaje

Se consideran cargas puntuales aplicadas en los puntos de apoyo del aparato sobre la estructura.

Se han considerado unos aparatos típicos y se ha calculado el peso de cada uno de ellos.

4.1.2. HIELO

No se ha considerado como una carga significativa por ser superficies muy pequeñas y de valor despreciable frente al resto de cargas verticales.



4.1.3. VIENTO

Se considera el viento como una carga horizontal actuando perpendicularmente sobre las superficies sobre las que incide. Para calcular estos valores se aplica el RLAAT que indica que se considerará un viento de 120 km/h, y cuya acción se traduce en las presiones sobre los diversos elementos.

Viento sobre la propia estructura

Se considera como una carga lineal uniformemente distribuida sobre la longitud de cada perfil.

Viento sobre el aparellaje

Se considera que el viento ejerce una fuerza sobre los aparatos y que dicha fuerza se transmite al soporte, creando a su vez un momento.

La fuerza resultante se considera puntual y aplicada a la altura media del aparato. Para su determinación se consideran los aparatos como si fueran cilindros de altura la del equipo y diámetro exterior el de los aisladores cerámicos. La presión que ejerce el viento sobre las superficies ya sean cilíndricas o planas son las indicadas anteriormente

Se han calculado las cargas de viento sobre los distintos aparatos considerados.

4.1.4. TRACCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE FASE

Los esfuerzos de viento, hielo y peso propio sobre los embarrados se transmiten a las bornas de los aparatos, habiéndose considerado como caso más desfavorable el de un tubo de aluminio de 250 mm de diámetro exterior con una longitud de 5 m (la mitad del vano mayor). Esto implica considerar 35 Kg por fase en sentido horizontal (efecto del viento como acción más importante).

4.1.5. CARGA EXCEPCIONAL

Se podría considerar una carga excepcional aplicada sobre una de las bornas superiores del aparato debida a un golpe o una manipulación incorrecta durante montaje. Este esfuerzo se supone 200 kg aplicados en vertical. Equivale a que dos hombres estuvieran sobre el soporte montando el aparato.

4.1.6. CARGAS DINÁMICAS

Se considerarán las cargas dadas por los fabricantes, producidas en las maniobras de apertura y cierre de interruptores.

4.1.7. ESFUERZOS DE CORTOCIRCUITO

No se considerarán los esfuerzos debidos al cortocircuito sobre las estructuras metálicas, cuando éstas soporten un aparato tripolar, estableciéndose la hipótesis de que la suma será nula en todo momento (cortocircuito trifásico).

Sin embargo, sí se tendrán en consideración para el cálculo de los aisladores y para las estructuras cuando éstas soporten aparatos unipolares.



4.1.8. CARGAS SÍSMICAS

Se han tenido en consideración las cargas sísmicas, que son fuerzas en las tres direcciones aplicadas en cada nudo de la estructura. Dichas fuerzas se calculan del mismo modo que para los pórticos de amarre, siendo también, en este caso, el valor considerado de $0,1 \cdot g$, es decir, de $0,98 \text{ m/s}^2$ (grado de sismicidad bajo).

4.1.9. HIPÓTESIS DE DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Por último, al igual que en el caso de pórticos de amarre de líneas, cabe considerar una última hipótesis que no tiene que ver directamente con la carga, sino que es una restricción que se impone como consecuencia de las cargas aplicadas sobre la estructura y que trata de restringir el desplazamiento máximo permitido de los nudos.

Esto implica una restricción sobre el límite máximo de carga de la estructura no por efecto de la rotura del material al alcanzar su límite elástico sino por efecto visual, o por vibraciones de los aparatos sobre los soportes.

Es decir, se fija un desplazamiento máximo permitido de los nudos de la estructura sobre su posición inicial de partida considerando ésta sin ninguna carga aplicada.

La restricción afecta fundamentalmente a la inclinación sobre la vertical que se produce en los soportes por el efecto de la existencia de cargas no simétricas.

En el caso de soportes de aparellaje esta restricción de trabajo no tendrá tanta importancia como en el caso de pórticos de amarre de línea ya que no existen importantes cargas permanentes asimétricas.

Se establece en general como hipótesis de trabajo un desplazamiento máximo admisible de $L/150$, excepto para interruptores que son de $L/500$ siendo L la altura del soporte respecto del suelo.

4.2. MATERIAL UTILIZADO

El material utilizado en todas las estructuras metálicas consideradas para los soportes de aparellaje, de perfiles normalizados de alma llena, será acero laminado tipo S275 (equivalente a la antigua nomenclatura A42b) cuyo límite elástico es de 2.800 kg/cm^2 .

Para dicho material se ha definido un nivel de control intenso que corresponde con un coeficiente de minoración de valor 1,1 que lo que indica es el grado de homogeneidad del material, o dicho de otra forma, el grado de imperfección del material, considerándose que un material es perfectamente homogéneo cuando el valor de dicho coeficiente toma el valor 1.



4.3. SIMPLIFICACIONES INTRODUCIDAS

Para realizar los cálculos de las estructuras planteadas, ha sido necesario modelar la geometría de estas, realizándose un modelo simplificado de la realidad y estando todas las simplificaciones del lado de la seguridad.

4.4. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Como coeficiente de seguridad se ha incluido el valor de 1,5 para mayoración de todas las cargas anteriores.

5. CONCLUSIÓN.-

Considerando expuestas en esta memoria de la ST EL CERRO todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sea concedida la Autorización Administrativa y la Aprobación del Proyecto, así como la Declaración de Utilidad Pública a efecto de imposición de servidumbres para el paso de la línea a través de los terrenos afectados por las obras de acuerdo con la ley 24/2013 de 26 de Diciembre del Sector Eléctrico.



**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA 66/30 KV DE 60MVA “EL CERRO”
PARA LA EVACUACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA “EL
CERRO”**

SITUACIÓN:

**POLÍGONO 12, PARCELA 1
Término municipal de BURGUILLOS DEL CERRO**

Documento: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



SUMARIO

1. OBJETO DEL ESTUDIO.-	4
2. CARACTERISTICAS DE LA OBRA.-	4
2.1. GENERALIDADES.-	4
2.2. CENTROS ASISTENCIALES MAS PROXIMOS.-	4
2.3. ACCESOS A OBRA.-	5
2.4. PERSONAL EN OBRA Y DURACION DE LA OBRA.-	6
2.5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.-	6
2.6. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL.-	6
2.7. SERVICIO DE PREVENCION.-	7
2.8. SEGURO DE RESPONSABILIDAD Y TODO RIESGO.-	7
3. PROCESO DE ANALISIS DE RIESGO.-	8
4. PROCESO DE MONTAJE DE LA INSTALACION.-	9
4.1. ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.-	9
4.1.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA.-	9
4.2. APLICACIONES DE SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.-	9
4.2.1. REPLANTEO.-	9
4.2.2. ACOPIO DE MATERIALES.-	9
4.3. OBRA CIVIL.-	10
4.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.-	10
4.3.2. ESTRUCTURA.-	11
4.3.3. CERRAMIENTOS.-	13
4.3.4. ALBAÑILERÍA.-	14
4.3.5. SOLADOS Y ALICATADOS.-	14
4.3.6. CARPINTERIA DE MADERA, CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA.-	15
4.3.7. VIDRIERÍA.-	16
4.3.8. PINTURAS Y BARNICES.-	17
4.3.9. INSTALACIONES.-	18
4.4. MONTAJE.-	19
4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS.-	19
4.4.1.1. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS.-	19
4.4.1.2. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL CONTROL.-	19
4.4.1.3. CABLEADOS DE INTERCONEXIÓN.-	19
4.4.1.4. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE C.A. Y C.C.-	19
4.4.1.5. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.-	20
4.4.1.6. ENSAYOS Y PRUEBAS FINALES.-	20
4.4.2. RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.-	20
4.4.2.1. ENUMERACIÓN GENERAL DE LOS RIESGOS.-	20
4.4.2.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN GENERALES.-	20
4.4.2.3. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE TRANSPORTE Y MOVIMIENTO DE CARGAS.-	22
4.4.2.4. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE MONTAJE DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS, TUBERÍAS Y ACCESORIOS.-	22
4.4.2.5. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE MONTAJE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.-	23



4.4.2.6.	RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS TRABAJOS EN ALTURA.-	23
4.4.2.7.	RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE SOLDADURA.-	24
4.4.2.8.	RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS CON PELIGRO DE INCENDIO.-	24
4.4.2.9.	NORMAS DE PREVENCIÓN ESPECÍFICAS DE LOS OFICIOS DE SOLDADOR, SOPLETISTA Y ELECTRICISTA.-	25
4.4.3.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN.-	27
4.4.3.1.	PROTECCIONES COLECTIVAS.-	27
4.4.3.2.	PROTECCIONES PERSONALES.-	27
4.4.3.3.	REVISIONES DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.-	27
4.5.	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES, RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCION.-	27
4.5.1.	PALA CARGADORA, MOTONIVELADORA, COMPACTADOR AUTOPROPULSADOR.-	27
4.5.2.	RETROEXCAVADORA.-	29
4.5.3.	CAMIÓN BASCULANTE.-	30
4.5.4.	GRÚA.-	31
4.5.5.	MAQUINILLO.-	33
4.5.6.	VIBRADOR.-	35
4.5.7.	SIERRA CIRCULAR.-	35
4.5.8.	AMASADORA.-	36
4.5.9.	CORTADORA DE LADRILLO Y MATERIAL CERÁMICO.-	37
4.5.10.	HERRAMIENTAS MANUALES.-	38
4.5.11.	ANDAMIOS DE BORRIQUETAS Y PLATAFORMAS DE TRABAJO.-	39
4.5.12.	ANDAMIOS COLGADOS MÓVILES.-	40
4.5.13.	ESCALERAS.-	41
4.5.14.	VISERAS DE PROTECCIÓN.-	42
4.6.	INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA.-	43
4.6.1.	INSTALACIONES DE HIGIENE.-	43
4.6.1.1.	VESTUARIOS.-	43
4.6.1.2.	SERVICIOS.-	43
4.6.2.	INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD.-	43
4.7.	CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MAQUINARIA, ÚTILES Y HERRAMIENTAS.-	45
4.8.	CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.-	45
4.8.1.	PROTECCIONES PERSONALES.-	46
4.8.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS.-	46
5.	BOTIQUIN.-	47



1. OBJETO DEL ESTUDIO.-

Este estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real decreto 1627 de 24 de octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de Seguridad y Salud.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.-

2.1. GENERALIDADES.-

El presente Estudio de Seguridad y Salud se corresponde con el Proyecto de Ejecución de la Subestación Transformadora 66/30KV de 60 MVA "EL CERRO" para evacuación de la energía eléctrica producida por la central fotovoltaica "EL CERRO".

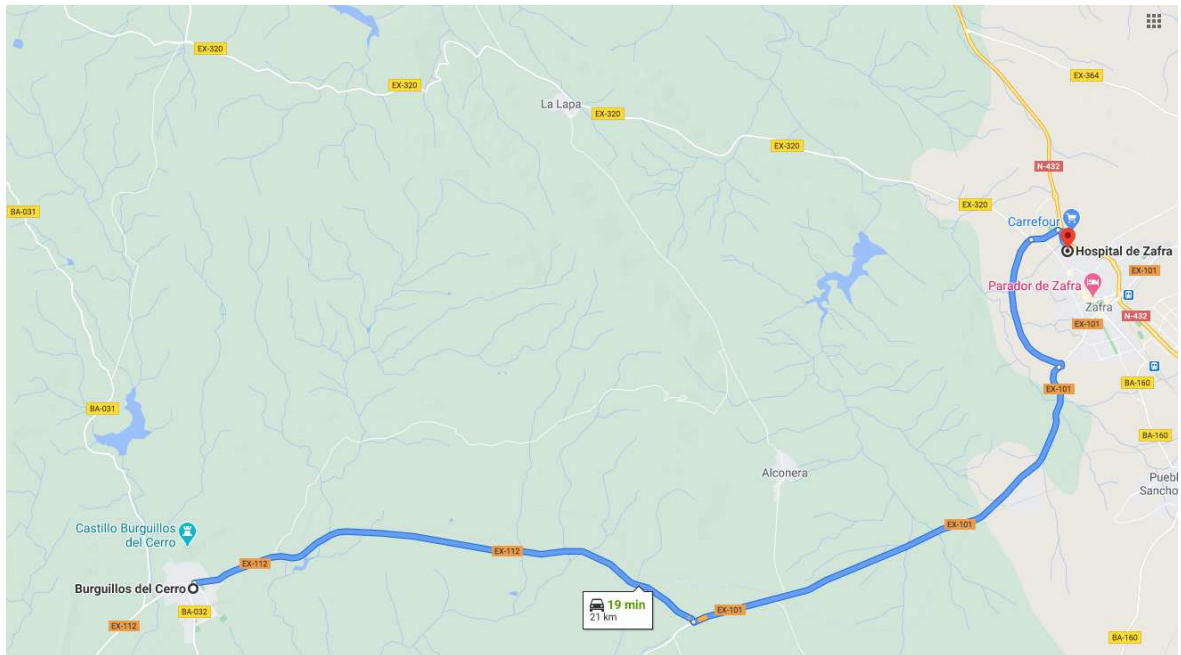
El proyecto queda perfectamente definido en la documentación del mismo.

En el presente apartado se describen, en las distintas fases de ejecución de la obra, y las prevenciones de Seguridad y Salud a aplicar en cada caso.

2.2. CENTROS ASISTENCIALES MAS PRÓXIMOS.-

El centro de asistencia más próximo con servicio de Urgencias es el Hospital de Zafra, ubicado en la Crta. Badajoz-Granada, s/n, de Zafra, a una distancia aproximada de 25 km desde la ubicación de la ST EL CERRO, 21 km desde Burguillos del Cerro.





2.3. ACCESOS A OBRA.-

El acceso a la obra se realizará por las zonas de paso establecidas donde se realice la instalación.

No obstante, existe circulación peatonal de paseo, circunstancia que hay que tener en cuenta.

Se consideran las siguientes medidas de protección para cubrir el riesgo de las personas que transiten en las inmediaciones de la obra:

- Montaje de valla metálicas o elementos prefabricados separando la zona de obra, de la zona de tránsito exterior.

- Se colocarán barreras, barandillas, o medios alternativos para guiar a los trabajadores cuando estos deban cruzar o atravesar lugares peligrosos (riesgo de caída, líneas aéreas de energía eléctrica, proximidad a tuberías que transporten fluidos a alta presión o temperatura, productos químicos peligrosos o inflamables).

- Las vías de circulación de los emplazamientos, tanto las situadas en el interior como en el exterior del emplazamiento (edificio) incluidas puertas, pasillos, escaleras rampas se utilizarán conforme a su uso previsto.

En caso de peligro los trabajadores deberán poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de máxima seguridad.

Previo a la iniciación de nuestros trabajos en la obra, y debido al paso de personal se acondicionarán los accesos señalizando y protegiendo convenientemente los mismos y el entorno de actuación con señalizaciones del tipo:



- PROHIBIDO EL PASO DE TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
- PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS
- PROTECCIÓN INDIVIDUAL OBLIGATORIA CONTRA CAÍDAS
- RIESGO DE TROPIEZO
- RIESGO DE CAÍDAS A DISTINTO NIVEL

2.4. PERSONAL EN OBRA Y DURACIÓN DE LA OBRA.-

La duración estimada de la obra es de 4 meses, con una presencia de trabajadores de manera permanente en la misma de 15 personas.

2.5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.-

- Ley 31/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 abril, sobre señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 abril, sobre seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 abril, sobre manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre utilización de equipos de protección individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 julio, utilización de equipos de trabajo.
- Real Decreto 1927/1.997 de 24 octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, ley 32/1.984, ley 11/1994).
- Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-77, O.M. 4-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

2.6. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL.-

Todo el personal de plantilla realizará como mínimo un reconocimiento



con carácter anual.

El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado de acuerdo a los dos siguientes grupos:

- I. Apto para todo tipo de trabajo.
- II. Apto con ciertas limitaciones.

2.7. SERVICIO DE PREVENCIÓN.-

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con unos Servicios de Prevención, propios o contratados, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado para las obras, así como en aquellas otras que se detecten en el curso de los trabajos.

Asimismo, la empresa constructora nombrará a un Técnico responsable en materia de Seguridad y Salud que podrá o no coincidir con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y en la aplicación del Plan de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas establecido contractualmente por la Propiedad.

Dependiendo de la presencia del Técnico de Seguridad en las obras y conforme a lo establecido en el Plan de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas, será necesaria la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, con dedicación a tiempo parcial.

2.8. SEGURO DE RESPONSABILIDAD Y TODO RIESGO.-

Cada una de las partes obtendrá y mantendrá los seguros requeridos por las leyes aplicables, más los que adicionalmente puedan requerirse en la documentación contractual, así:

La Empresa adjudicataria concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 300.000 euros), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños de la Propiedad, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de la Obra o Servicio contratado, así como el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 300.000 euros por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la Propiedad se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica estarán obligatoriamente asegurados por responsabilidad civil limitada, según la ley que regula su uso, durante su permanencia en las instalaciones de la Propiedad.



3. PROCESO DE ANÁLISIS DE RIESGO.-

En primer lugar, se hará una relación de los posibles riesgos del proceso de instalación. A continuación, se analizará cada fase, se evaluará y se propondrán unas medidas preventivas generales, unas colectivas aplicadas a cada riesgo para su anulación y unas individuales para aislar del riesgo a cada trabajador.

Se distinguirán los siguientes apartados para cada fase de la obra:

- a) Descripción de trabajos.
- b) Riesgos más frecuentes.
- c) Normas preventivas de seguridad.
- d) Protección de personas.
- e) Protecciones colectivas.

La prevención sobre la utilización de máquinas y herramientas se desarrollará de acuerdo con los siguientes principios:

- Reglamentación oficial, se cumplirá lo indicado en el reglamento de máquinas (RD.1644/2008). En las I.T.C. correspondientes y especificaciones del fabricante.
- El uso de las máquinas estará limitado al personal preparado y autorizado para su manejo.
- EPIS, (equipos de protección individual).

En cada fase se recomendarán las protecciones individuales e incluso se obligará el uso de acuerdo con el RD. 773/1997 de 30 de mayo, cuando las circunstancias de la obra lo requieran.

Cada equipo de protección individual, que deberá estar homologado, está pensado para una determinada protección corporal, su uso correcto, deberá ser en cada momento el adecuado.

Los posibles equipos de protección individual (EPIS) a usar en la obra son:

- Cascos
- Gafas
- Guantes determinados de acuerdo con el uso
- Calzado de seguridad: botas de seguridad
- Monos de trabajo
- Cinturón de sujeción

Medios, maquinaria, herramientas y equipos de trabajo:

- Grúa autopropulsada.



- Retroexcavadora.
- Máquina de hincado de tornillo fundamento de la estructura autopropulsada.
- Andamios
- Escaleras de tijera
- Sierra circular de corte
- Amoladoras o radiales
- Taladros y atornilladores

4. PROCESO DE MONTAJE DE LA INSTALACIÓN.-

4.1. ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.-

4.1.1. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA.-

El proceso constructivo de la obra se ajustará, en la medida de lo posible, a las partidas definidas y en ese orden establecido por el Ingeniero Industrial autor del Proyecto de ejecución.

4.2. APLICACIONES DE SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.-

4.2.1. REPLANTEO.-

Consiste en el marcado de la posición que debe tener cada uno de los elementos que componen el parque exterior de la ST y su edificio de control con la referencia que nos solicita nuestro cliente. Por medio de estaquillas se señalarán las dimensiones del emplazamiento necesarias para la instalación.

4.2.2. ACOPIO DE MATERIALES.-

El material se transportará en camiones hasta el lugar indicado.

Las zonas previstas para la descarga deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta que:

- 1.- el número de trabajadores que los ocupen
- 2.- las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución
- 3.- los factores externos que pudieran afectarles

El acopio de materiales será estable, evitando derrames o vuelcos y siempre que sea posible sin que su altura supere los 1,50 m. Cuando la altura



definida anteriormente deba ser superior, se adoptarán las medidas necesarias para evitar el vuelco del material, ataduras, calzos, análisis de la distribución y asentamiento del material.

En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asientan, en función del peso de material a acopiar. Para el acopio de materiales voluminosos, capaces de rodar, (tubos, bobinas de cables, etc) será obligatorio utilizar calzos.

4.3. OBRA CIVIL.-

Descripción de la unidad constructiva, riesgos, medidas de prevención y de protección de los trabajos relativos a la obra civil de la Subestación.

4.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.-

Como se ha indicado, el tipo de cimentación es el de zapatas aisladas.

En las zapatas y zanjas, y antes de realizar el refino de sus paredes, se desmocharán los bordes para evitar la caída del material dentro de las mismas.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de prevención

- Control del frente de avance, eliminando los bolos y viseras inestables, con indicaciones especiales para tiempos posteriores a lluvias o heladas.
- Prohibición de permanencia del personal en el radio de acción de las máquinas en movimiento.
- Aviso a los transeúntes y tráfico rodado en entradas y salidas de transporte pesado y maquinaria de obra; señal normalizada.
- Normas de actuación de la maquinaria utilizada durante la ejecución de los trabajos referente a su propia seguridad.
- Distribución correcta de las cargas en los medios de transporte.
- Los camiones no se cargarán por encima de lo definido como tara máxima, y nunca sobrepasando los ardales.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria desde el punto de vista mecánico.



- Señales de STOP en salida de vehículos.
- Señales de prohibido aparcar.
- Señales de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Cinta de balizamiento en su caso.
- Luces de señalización de la valla.

c) Protecciones personales

- Casco homologado en todo momento.
- Mono de trabajo. Traje de agua en su caso.
- Botas de goma.
- Protecciones auditivas y respiratorias.
- Cinturón antivibratorio.

d) Protecciones colectivas

- Correcta colocación de la barandilla en los bordes del vaciado.
- Organización del tráfico y señalización.
- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.

4.3.2. ESTRUCTURA.-

La estructura a que nos referimos es al entramado de piezas de hormigón prefabricado para el Edificio de Control y a los muros de hormigón contruidos "in situ".

Los coeficientes de seguridad adoptados en el cálculo son los especificados en la instrucción EH-08 según consta en el Proyecto.

El montaje de las horcas para redes cuando proceda se ejecutará con ayuda de una grúa, estando sujetos con cinturón de seguridad los operarios que efectúen estos trabajos al borde del forjado.

Los encofrados podrán ser de madera o metálicos, pero los apeos deberán hacerse con puntales metálicos, prohibiéndose los puntales de madera.

El desencofrar, se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares y muros ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de operarios cerca de ellos. Igualmente se quitarán inmediatamente las puntas que pudieran quedar, tanto en los elementos hormigonados como en la madera que será acopiada en zona que no sea paso obligado de personas.

En los desencofrados, se estimará el grado y tipo de toxicidad de los productos utilizados en los mismos, aplicándolos con brocha y utilizando guantes en estas operaciones.

La maquinaria a emplear será la grúa, el vibrador de aguja, y la sierra



circular para madera en su caso.

a) *Riesgos más frecuentes*

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acocadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Dermatitis.
- Sobresfuerzos.

b) *Medidas de prevención*

- Empleo de las bolsas portaherramientas.
- El desencofrado se hará con ayuda de la barra de uña, realizándose siempre desde el lado ya desencofrado.
- Deberán quitarse las puntas que pudiera tener la madera antes de ser apilada.
- Se prohíbe terminantemente trepar por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos. Igualmente, se prohíbe trepar por las armaduras.
- Las armaduras serán izadas suspendidas de dos puntos distanciados entre sí de forma que la carga sea estable.
- Para la reducción de sección de la armadura deberá hacerse antes de su colocación, pues el grifado posterior puede producir accidentes por ballesteo de la armadura.
- En el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, se tendrá en cuenta que el cierre del cubo sea perfecto, asegurándose de que no ha quedado atrapada ninguna piedra en la boca.
- Nunca estará el personal debajo de las cargas suspendidas de la grúa.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.



- El riesgo de caída estará siempre cubierto con la adecuada situación de las redes, cuya correcta disposición si procede, será verificada antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.

c) Protecciones personales

- Uso obligatorio de casco homologado.
- Botas de goma durante el vertido de hormigón.
- Botas de seguridad con puntera reforzada, plantilla interior indeformable y suela antideslizante.
- Guantes de cuero para ferralla y de goma para el hormigón.

d) Protecciones colectivas

- Colocación de redes y/o barandillas si la altura de trabajo así lo requiere.

4.3.3. CERRAMIENTOS.-

Entendemos por cerramiento los muros de ladrillo o bloques prefabricados de hasta 3 m de altura.

Los trabajos de cerramiento suponen riesgo de caída para el personal que interviene en los mismos, así como del material que se emplea, a consecuencia del medio auxiliar empleado, el cual estará perfectamente anclado y formado por una plataforma de trabajo adecuada.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (Ver andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Uso obligatorio de los elementos de protección personal.
- Nunca efectuarán estos trabajos operarios solos.
- Señalización de las zonas de trabajo.
- Plataforma de trabajo adecuada.

c) Protecciones personales

- Casco homologado.
- Mono de trabajo.
- Guantes de cuero.

d) Protecciones colectivas



- Delimitación de la zona señalizándola convenientemente y evitando lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.

4.3.4. ALBAÑILERÍA.-

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de poca altura a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Normas básicas de seguridad

- La norma básica principal para este tipo de trabajos es el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos que puedan provocar caídas y golpes (herramientas, materiales, escombros, etc.). Es evidente que la limpieza y el orden comporta mayor nivel de seguridad, así como un rendimiento como valor añadido.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux.

c) Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco homologado para todo el personal.
- Guantes de goma fina o caucho natural.
- Uso de los dediles reforzados para trabajos de apertura de rozas manualmente.
- Punteros con adaptador de goma.
- Gafas de seguridad.
- Mascarillas antipolvo buconasales.

d) Protecciones colectivas

- Instalación de barandillas resistentes provistas de rodapié en huecos de escalera.
- Tapas de madera en protección de huecos del forjado.

4.3.5. SOLADOS Y ALICATADOS.-

a) Riesgos más frecuentes



- Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Afecciones respiratorias en corte mecánico de materiales.
- Sobresfuerzos.

b) Medidas de prevención

- Los andamios a utilizar serán siempre sobre borriquetas con plataforma formada por tres tablones trabados entre sí.
- Se limpiarán los tajos de recorte y desperdicios de pasta según se vayan produciendo.
- En caso de corte con elementos mecánicos, se utilizará la vía húmeda en locales abiertos.
- Las zonas de trabajo tendrán un nivel de iluminación mínimo de 100 lux.

c) Protecciones personales

- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Mono de trabajo.
- Gafas y mascarillas antipolvo en trabajos de corte mecánico.

4.3.6. CARPINTERÍA DE MADERA, CARPINTERÍA METÁLICA Y CERRAJERÍA.-

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos de manos entre objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

b) Medidas de prevención

- Los precercos, cercos, puertas y mazos de molduras se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados.



- Los precercos se colocarán de manera que su acodamiento o acuñamiento sea seguro.
- El serrín, los recortes y los clavos se recogerán inmediatamente.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux.
- Se prohíbe expresamente la anulación de tomas de tierra de las expresamente en las máquinas-herramientas.

c) Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de cuero.
- Gafas antiproyecciones.
- Mascarilla de seguridad con filtro específico recambiable para polvo de madera.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

4.3.7. VIDRIERÍA.-

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Cortes en manos, brazos y pies.

b) Medidas de prevención

- Los acopios se harán en posición vertical ligeramente inclinados y sobre durmientes de madera.
- Se retirarán inmediatamente los fragmentos de vidrio que pudieran producirse en los tajos.
- La manipulación de las planchas se hará con ayuda de ventosas.

c) Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes de cuero.
- Manoplas de cuero.
- Muñequera de cuero.
- Polainas de cuero.



- Mandil.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

4.3.8. PINTURAS Y BARNICES.-

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Intoxicaciones por emanaciones.
- Explosiones e incendios.
- Salpicaduras a la cara en su aplicación, sobre todo en techos.

b) Medidas de prevención

- Los recipientes que contengan disolventes estarán siempre cerrados y alejados del calor y del fuego.
- Las escaleras de mano a utilizar serán de tipo tijera con zapata antideslizante y cadenilla limitadora de apertura.
- El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible para evitar salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

c) Protecciones personales

- Guantes de PVC largos para remover pinturas al brazo.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable para ambientes pulverulentos.
- Mascarilla con filtro químico específico recambiable para disolventes orgánicos.
- Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).
- Calzado antideslizante.
- Ropa de trabajo.



4.3.9. INSTALACIONES.-

Las instalaciones que comprende son: electricidad, aire acondicionado, fontanería.

a) Riesgos más frecuentes

- Golpes contra objetos.
- Heridas en extremidades superiores
- Quemaduras por llama del soplete
- Explosiones e incendios en trabajos de soldadura
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Electrocuaciones (en electricidad)

b) Medidas de prevención

- Se revisarán las válvulas, mangueras y sopletes para evitar la fuga de gases.
- Se retirarán las botellas de gas de toda fuente de calor, protegiéndolas del sol.
- Durante su permanencia en obra se mantendrán las botellas en posición vertical.
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- En las instalaciones de electricidad, las conexiones se realizarán siempre sin tensión.

c) Protecciones personales

- Casco de seguridad (preferible con barbuquejo).
- Botas y guantes aislantes con montajes y pruebas bajo tensión.
- Cinturón de seguridad.
- Alfombra aislante y herramientas aislantes.
- Yelmo y pantalla de soldador.
- Guantes de cuero.
- Polainas de cuero.
- Muñequeras de cuero.
- Mandil de cuero.



4.4. MONTAJE.-

4.4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS.-

4.4.1.1. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS.-

- Estructura metálica soporte
- Transformadores de potencia
- Transformadores de tensión e intensidad
- Interruptores
- Seccionadores
- Bandejas y canalizaciones de cables
- Tubos de embarrado y conexiones
- Baterías de condensadores

4.4.1.2. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS COMPONENTES DEL CONTROL.-

- Armarios de control
- Relés y protecciones
- Relés de protecciones
- Equipos de comunicaciones
- Equipos de control integrado
- Remotas de control

4.4.1.3. CABLEADOS DE INTERCONEXIÓN.-

- Tendido
- Conexionado

4.4.1.4. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE LOS SERVICIOS AUXILIARES DE C.A. Y C.C.-

- Transformador de potencia
- Equipos rectificadores de baterías
- Cuadros de distribución



4.4.1.5. MONTAJE Y/O DESMONTAJE DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.-

- Alumbrado
- Protección contra incendios
- Climatización del edificio de control

4.4.1.6. ENSAYOS Y PRUEBAS FINALES.-

4.4.2. RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN.-

4.4.2.1. ENUMERACIÓN GENERAL DE LOS RIESGOS.-

- Tráfico de vehículos
- Manejo de cargas
- Herramientas manuales
- Herramientas mecánicas
- Trabajo en altura
- Trabajos en proximidad de elementos en tensión
- Caídas a nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de partículas
- Electrocutaciones
- Caídas de objetos
- Radiaciones
- Desprendimiento de cargas
- Incendios
- Higiénicos

4.4.2.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN GENERALES.-

Es necesaria una colaboración total entre todos los equipos de ejecución para conseguir una seguridad eficaz.

Se usará correctamente todo el equipo de seguridad que se asigne (casco, gafas, cinturones, etc.).

Se usarán correctamente las protecciones colectivas y se revisarán periódicamente.



Se advertirá al mando inmediatamente superior de cualquier peligro que se observe en la obra.

Se mantendrá el buen orden y limpieza de los tajos.

Usar las herramientas adecuadamente, recogerlas cuando finalice el trabajo.

No se utilizará ninguna máquina o herramienta, ni hacer un trabajo sin saber cómo se hace. Preguntar antes.

No se realizarán reparaciones mecánicas ni eléctricas, avisar al especialista autorizado.

No inutilizar nunca los dispositivos de seguridad ni quitar las protecciones.

Hacer el levantamiento de cargas a mano flexionando las piernas, sin doblar la columna vertebral.

Para transportar pesos a mano es preferible ir equilibrando llevando dos.

No hacer giros bruscos de cintura cuando se está cargado.

Al cargar o descargar materiales o máquina por rampas, nadie debe situarse en la trayectoria de la carga.

No tirar de la carretilla dando la espalda al camión.

Al hacer operaciones en quipo, debe haber una única voz de mando.

Cada herramienta debe utilizarse para su fin específico. Las llaves no son martillos ni los destornilladores cinceles.

Se debe solicitar la sustitución inmediata de toda herramienta en mal estado.

Las rebabas son peligrosas en las herramientas. Hay que eliminarlas en la piedra de esmeril.

Los mangos deben estar en buen estado y sólidamente fijados, de no ser así deben repararse adecuadamente o ser sustituidos.

Al hacer fuerza con una herramienta, se debe prever la trayectoria de la mano o el cuerpo en caso de que aquella se escapara.

No realizar nunca ninguna operación sobre máquinas en funcionamiento.

Trabajando en altura se debe impedir la caída de la herramienta a niveles inferiores.



4.4.2.3. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE TRANSPORTE Y MOVIMIENTO DE CARGAS.-

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de materiales por rotura de los puntos de enganche.
- Rotura de cables, estrobos, tambores, poleas, ganchos, dispositivos de frenado, etc, por mal estado o por exceso de carga.

b) Medidas de prevención

- Antes de elevar una pieza serán revisados los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Las operaciones serán dirigidas por el jefe del equipo, el cual dará las instrucciones claras para el manejo de las cargas.
- No se circulará ni se permanecerá debajo de las cargas suspendidas.
- La zona en que se manipulen las cargas será convenientemente señalizada.
- Se verificará el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada
 - Limitadores de carga y finales de carrera
 - Frenos
- El personal que participe en las maniobras de manejo de las cargas estará provisto y utilizará los elementos de protección individual necesarios, como son casco, guantes, botas, etc.

4.4.2.4. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE MONTAJE DE EQUIPOS, ESTRUCTURAS, TUBERÍAS Y ACCESORIOS.-

a) Riesgos más frecuentes

- Los inherentes al manejo de herramientas manuales, tales como llaves de apriete, destornilladores, alicates, etc.
- Lesiones por sobreesfuerzos realizados en el montaje o manejo de componentes o equipos a montar.
- Contusiones por choques con partes salientes o por caída de herramientas o materiales.

b) Medidas de prevención



- Instruir al personal sobre la manera más adecuada de realizar el montaje y manejar los distintos componentes.
- Utilizar las herramientas adecuadas para cada actividad.
- Utilizar las prendas de protección individual necesarias, tales como: casco, guantes, botas de seguridad, etc.

4.4.2.5. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE MONTAJE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.-

a) Riesgos más frecuentes

- Contactos accidentales con partes en tensión.
- Caídas en altura.
- Utilización de herramientas manuales.

b) Medidas de prevención

- Utilizar cuadros de distribución con protecciones diferenciales.
- Comprobación de ausencia de tensión.
- Bloqueo y/o aislamiento de las partes en tensión, o que pudieran ponerse en tensión accidentalmente.
- Puesta en corto circuito y a tierra de los elementos conductores que afecten o puedan afectar al lugar de trabajo.
- Señalizar y acotar la zona de trabajo.
- Utilizar el equipo de protección colectiva e individual adecuado (barandillas, equipo aislante, cinturones de seguridad, casco, guantes, etc).

4.4.2.6. RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS TRABAJOS EN ALTURA.-

Poner en conocimiento del superior cualquier antecedente de vértigo o miedo a las alturas.

El servicio médico efectuará las pruebas de vértigo a todos los operarios.

Es obligado utilizar el cinturón de seguridad cuando se trabaja en altura y no existe protección colectiva eficaz.

El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, no trepando por maderos o tubos, etc.

Antes de iniciar un trabajo en altura, comprobar que no hay ningún operario arriba o abajo trabajando en el mismo vertical, y que están colocadas y en buen estado de servicio las protecciones, plataformas y/o redes de seguridad.

Si por necesidad del trabajo, hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.



Está prohibido arrojar materiales o herramientas desde altura.

Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.

No olvidar que las plataformas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60 cm y que a partir de los 2 m se instalarán barandillas y rodapiés.

Los riesgos de trabajos en altura dependen directamente del tipo de actividad que se realice y de los medios utilizados.

Los medios comúnmente usados son: escaleras, andamios, apoyos y cestas.

4.4.2.7. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS DE SOLDADURA.-

a) Riesgos más frecuentes:

- Riesgo eléctrico
- Conjuntivitis por radiación luminosa
- Proyección de partículas
- Incendio y/o explosión

b) Medidas de prevención

- Medidas de prevención específicas de riesgo eléctrico, particularmente, puesta a tierra de la máquina de soldar y conexión a cuadro con protección diferencial.
- Utilización de protección ocular inactiva (suficiente grado de opacidad y filtrado según el tipo de trabajo).
- Utilización de protección ocular para proyección de partículas.
- Medidas específicas de manipulación de botellas de gases comprimidos y/o inflamables.
- Medidas específicas de prevención para trabajos en zonas y/o recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.

4.4.2.8. RIESGOS Y PREVENCIÓN EN TRABAJOS CON PELIGRO DE INCENDIO.-

a) Riesgos más frecuentes:

- Quemaduras
- Lesiones múltiples por onda expansiva y/o objetos proyectados a gran velocidad.
- Asfixia y/o intoxicación por gases.



b) Medidas de prevención:

- Limpieza y eliminación de sustancias inflamables.
- Bloqueo de posibles fuentes de sustancias inflamables.
- Utilización de recipientes adecuados y almacenamiento adecuado.
- Verificación del lugar (tanto en áreas abiertas como en lugares con poca ventilación), de ausencia de sustancias inflamables.
- Situar junto al área de trabajo los equipos contraincendios más adecuados.
- Limpieza inmediata de cualquier derrame o fuga que se pueda producir.
- Protección contra proyecciones de partículas incandescentes.

4.4.2.9. NORMAS DE PREVENCIÓN ESPECÍFICAS DE LOS OFICIOS DE SOLDADOR, SOPLETISTA Y ELECTRICISTA.-

SOLDADOR

En caso de trabajos en recintos cerrados, tomar las medidas necesarias para que los humos desprendidos no le afecten.

Conectar la masa lo más cerca posible del punto de soldadura.

No realizar soldaduras en las proximidades de materiales inflamables o combustibles o protegerlas en forma adecuada.

Extremar las precauciones; en cuanto a los humos desprendidos, al soldar materiales pintados, cadmiados, etc.

No efectuar soldaduras sobre recipientes que hayan contenido productos combustibles.

Evitar contactos con elementos conductores que puedan estar bajo tensión, aunque se trate de la pinza (los 80 V de la pinza pueden llegar a electrocutar).

Solicitar la reparación del grupo cuando se observe algún deterioro.

SOPLETISTA

No trabajar en la proximidad de productos combustibles o inflamables (pinturas, papeles, madera, trapos, etc) por el posible incendio que se pueda producir.

Los humos producidos por los recubrimientos (antioxidantes, barnices, pinturas, etc) al cortar o calentar pueden ser tóxicos, debe por tanto adoptar las precauciones adecuadas (ventiladores, mascarillas, etc) sobre todo en lugares cerrados.

Dejar la llave permanentemente colocada en la botella de acetileno que está usando, para poder cerrarla rápidamente en caso de emergencia.



Prever la caída de los trozos de material que corte, evitando que impacten sobre personas, las mangueras o le causen lesiones propias.

No dejar nunca el soplete encendido colgando las botellas, pues el riesgo de explosión es grande.

Es frecuente aprovechar bidones vacíos para recipientes. No cortarlos nunca con el soplete.

No emplear nunca el oxígeno para fin distinto de su utilización en el soplete (avivar fuegos, ventilación, pintado a pistola, etc). La explosión podría ser inmediata.

Comprobar periódicamente el estado del equipo, corrigiendo de inmediato cualquier fuga que se aprecie. Para su detección nunca se empleará la llama.

ELECTRICISTA

Las tensiones inferiores a 24 V se pueden considerar seguras, no necesitándose protección adicional.

Los trabajos en instalaciones con tensiones superiores a 24 V han de realizarse cumpliendo una serie de normas básicas de seguridad, que son las llamadas Cinco reglas de Oro.

1. Cortar todas las fuentes de tensión.
2. Bloquear las fuentes de tensión.
3. Comprobar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Señalizar la zona de trabajo

En los trabajos cerca de elementos en tensión, en el caso de que no se permitiera el corte de tensión, deberá aislar los elementos en tensión de forma que aún con movimientos involuntarios en ningún caso pueda contactar con tensión. El operario deberá utilizar los elementos de protección personal específicos para este trabajo, guantes aislantes, alfombra aislante, etc.

Las máquinas eléctricas, en todos los casos, se conectarán a tomas de corriente que dispongan de protección. Según sea su tipo, dispondrán de alguno de los sistemas de protección contra contactos eléctricos, doble aislamiento, transformador de seguridad, dispositivo de corte automático, etc.

En el caso de que fuera necesario maniobrar con elementos en tensión, como interruptores, seccionadores, etc., se deberán utilizar los equipos de cortes y maniobra especificados por la Propiedad, y, en todos los casos, con su autorización por escrito.



4.4.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN.-

4.4.3.1. PROTECCIONES COLECTIVAS.-

Serán las destinadas a evitar cualquier riesgo a escala colectiva, tales como: Pasarelas, rampas, balizamiento, barandillas, señalizaciones, etc, y se instalarán siempre que sea necesario.

4.4.3.2. PROTECCIONES PERSONALES.-

Serán las destinadas a evitar cualquier riesgo a escala personal. Según los trabajos específicos y las normas de SINAIE, existen unas normas de obligado cumplimiento sobre el uso y conservación de protecciones personales.

Los equipos de protección que se utilizan en este tipo de trabajo son los siguientes, para los trabajos a nivel del suelo:

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad homologadas
- Cinturón de seguridad específico homologado

4.4.3.3. REVISIONES DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.-

La labor de revisión de los elementos de protección será continua y cuidadosa.

Por lo que a los elementos de protección personal se refiere, se renovarán siempre que sea necesario, según su uso. En cuanto a los elementos de protección colectiva, deberán estar en todo momento en perfecto estado de uso.

4.5. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES, RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCION.-

El uso de maquinaria y medios auxiliares para ejecutar las unidades constructivas antedichas conlleva unos riesgos y consecuentes medidas de protección que seguidamente relacionamos.

4.5.1. PALA CARGADORA, MOTONIVELADORA, COMPACTADOR AUTOPROPULSADOR.-

a) Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones, en maniobras de marcha atrás y giro.
- Caída de material desde la cuchara.



- Vuelco de la máquina.
- b) *Medidas preventivas*
- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
 - Empleo de la máquina por personal autorizado y calificado.
 - Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
 - Siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa, se dejará con la batería desconectada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto quitada.
 - No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el contenido del depósito.
 - Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.
 - Anunciarán sus movimientos de marcha atrás, mediante señales acústicas.
- c) *Protecciones personales*
- El operador llevará en todo momento:
- Casco de seguridad homologado.
 - Botas antideslizantes.
 - Ropa de trabajo adecuado.
 - Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.
 - Protección del aparato respiratorio mediante mascarillas autofiltrantes en caso de polvo excesivo.
 - Asiento anatómico.
 - Protección de oídos con protectores auditivos a más de 80 dB.
- d) *Protecciones colectivas*
- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.
 - No se permitirá desplazar la carga por encima de otros trabajadores o de las cabinas de los camiones.
 - Se prohíbe la permanencia de acompañantes en la máquina.
 - Se controlará la existencia de peligros elevados como árboles, postes, taludes, etc.
 - Estará prohibido excavar por debajo de la máquina.



- No se permitirá bajar una pendiente en punto muerto.

4.5.2. RETROEXCAVADORA.-

Realiza la misma función que la Pala Cargadora, con la diferencia de que en lugar de recoger las tierras por encima del nivel de sus orugas las recoge en un plano inferior. Su uso principal es la excavación de pozos y zanjas.

a) Riesgos más frecuentes

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Prácticamente los mismos que en la Pala Cargadora.

b) Medidas preventivas

- La cabina estará dotada de extintor de incendios al igual que el resto de las máquinas.
- Anunciará sus movimientos mediante señales acústicas.
- Mientras esté realizando movimientos, el personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina, para evitar atropellos y golpes.
- Cuando el conductor tenga que abandonar la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la cuchara apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina, desconectando la batería y retirando la llave de contacto.
- Durante la excavación de la entrada al solar, la máquina estará calzada al suelo, haciendo uso de las zapatas hidráulicas.

c) Protecciones personales

El operador llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

d) Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.



- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte posterior de la máquina.

4.5.3. CAMIÓN BASCULANTE.-

a) Riesgos más frecuentes

- Choque con elementos fijos de la obra.
- Atropellos y aprisionamientos de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Vuelcos al circular por la rampa de acceso.

b) Medidas de prevención

- La caja será bajada inmediatamente después de hacer la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas y salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del Código de Circulación.
- Si tuviera que parar por cualquier circunstancia en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Dentro del recinto de la obra, hará la maniobra sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

c) Protecciones personales

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Siempre que se baje el camión deberá usar el casco.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano.

d) Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éstas maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1 metro, garantizando ésta mediante topes.



4.5.4. GRÚA.-

a) *Riesgos más frecuentes*

- Rotura de cables o ganchos.
- Caídas de la carga.
- Caídas en altura de personas por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.

b) *Medidas de prevención*

- Todos los trabajos se ajustarán estrictamente a las características de la grúa: carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberán existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso.
- Asimismo, deberá de disponer de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- El cubo del hormigón cerrará herméticamente para evitar caídas del material.
- La elevación de pallets se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del pallet para colocar en él el gancho de la grúa.
- Se prohíbe terminantemente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.

c) *Protecciones personales*

- Uso obligatorio del casco.
- Guantes de cuero para el manejo de cables o elementos rugosos o cortantes.
- Botas de suela antideslizante cuando se trabaje en zonas altas de forjados estructura de la grúa.
- Botas de goma cuando se trabaje en ambientes húmedos.

d) *Protecciones colectivas*

- Se evitará volar la carga sobre otras personas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista, por el enganchador o por el maquinista.

e) *Operarios al servicio de la grúa*



El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar la carga y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son las siguientes:

MAQUINISTA:

Deberá ser mayor de 18 años; no podría padecer defectos de sus capacidades audiovisuales; no tendrá ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo; poseerá conocimientos a nivel de estudios primarios, así como nociones de electricidad y nociones de las partes fundamentales de la máquina, habiendo superado un cursillo teórico-práctico sobre el manejo de la máquina.

Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:

- Comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de los rodillos.
- Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
- Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
- Comprobar los lastres y contrapesos.
- Comprobar la tensión de los cables cuando esté arriostrada.

Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:

- Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
- Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
- Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación en general.

El operador deberá ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalía.

Asimismo, tomará precauciones en caso de fuerte viento, rebajando las cargas.

ENGANCHADOR:

Es el operario de que hace el enganchado de la carga, se encargará de:

- Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.



- Cuidará de que el amarre de las cargas sea correcto, observando que está bien repartidas y equilibradas y que se ha usado el recipiente adecuado.
- Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
- En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablonés, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.

SEÑALISTA:

Cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona, que es el señalista, deberá cumplir las siguientes normas:

- Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
- Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
- Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
- Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.
- Hará las señales que se establezcan en un código de maniobras que deberá incluir el contratista en su Plan de Seguridad.

4.5.5. MAQUINILLO.-

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de la máquina por deficiente anclaje.
- Enganche de la batea en puntos salientes de su recorrido.
- Aflojamiento progresivo del sistema de anclaje por los sucesivos tirones de la máquina.
- Caída en altura de materiales.
- Caída en altura del operador.
- Descargas eléctricas por contacto directo o indirecto.
- Rotura del cable de elevación.
- Maniobras realizadas sin previo aviso.

b) Medidas preventivas

- El anclaje del maquinillo se hará mediante taladros en el forjado, perfil UPN 80 en parte superior e inferior y tornillos pasantes \varnothing 10 con tuerca



y contratuerca y arandela de apriete, teniendo siempre tres puntos de anclaje abrazando las viguetas del forjado.

- Se dispondrá de una barandilla delantera de manera que el maquinista se encuentre siempre protegido. La altura de la barandilla será de 0,90 m y será suficientemente sólida y resistente.
- Se prohíbe terminantemente en esta obra el contrapeso en la cola con bidones o sacos llenos de arena o cualquier otro elemento.
- Igualmente queda prohibido realizar el anclaje con latiguillos de acero o hierro dulce.
- Antes de comenzar el trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, la firmeza del anclaje, el cable de suspensión de cargas, las eslingas a utilizar el buen estado de la puesta a tierra de la carcasa.
- Se prohíbe circular o situarse en el radio de acción de la máquina.
- Estará prohibido arrastrar cargas por el suelo, efectuar tiros sesgados de la carga, intentar elevar cargas y sujetas al suelo o enganchadas en algún punto y dejar cargas suspendidas con la máquina parada.

c) *Protecciones personales*

- Casco homologado de seguridad, preferible con barbuquejo.
- Guantes de cuero.
- Gafas antipolvo y botas de agua en caso necesario.
- Cinturón de seguridad en todo momento, anclado a un punto sólido y nunca al maquinillo.
- Los servidores de la carga situados en la planta inferior, se pondrá a cubierto antes de iniciar la maniobra de descenso.

d) *Protecciones colectivas*

- El gancho dispondrá de pestillo de seguridad en buen estado.
- Se revisará el cable de elevación, sustituyéndolo en cuanto tenga un hilo roto.
- Se comprobará que el cable de alimentación desde el cuadro secundario está en perfecto estado de conservación.
- Además de la barandilla con que cuenta la máquina, se instalarán barandilla que cumplan las mismas condiciones que el resto de los huecos.
- El motor y órganos de transmisión estarán correctamente protegidos.
- La carga será colocada correctamente, sin que pueda dar lugar a basculamientos.



- Se darán los avisos necesarios para el ascenso y descenso; se vigilará el movimiento de la carga en todo su recorrido, avisando igualmente ante cualquier contingencia.
 - Al término de la jornada de trabajo se pondrán los mandos a cero, se cortará la corriente en el cuadro secundario y se dejará el gancho en la parte superior, libre de cargas.
- e) *Operarios al servicio del maquinillo*
- Habrá un enganchador y un señalista, que puede ser la misma persona y que seguirán las normas especificadas para los servidores de la grúa.

4.5.6. VIBRADOR.-

a) *Riesgos más frecuentes*

- Descargas eléctricas.
- Caídas de altura.
- Salpicaduras de lechada en los ojos.
- Dermatitis.

b) *Medidas preventivas*

- La operación de vibrado se hará siempre desde posición estable.
- Protección de la manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico, si discurre por zonas de paso.

c) *Protecciones personales*

- Casco homologado.
- Botas de goma.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

d) *Protecciones colectivas*

- Las mismas que para la estructura de hormigón.

4.5.7. SIERRA CIRCULAR.-

a) *Riesgos más frecuentes*

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.



- Incendios.
 - Atrapamientos por órganos móviles.
 - Rechazo de la pieza que trabaja.
- b) *Medidas preventivas*
- El disco estará necesariamente dotado de carcasa protectora.
 - Los órganos móviles estarán protegidos para evitar atrapamientos.
 - Se cambiará el disco en cuanto se observe un diente roto.
 - Se evitará la acumulación de serrín y virutas con limpiezas frecuentes, para evitar incendios.
 - Antes de cortar la pieza se comprobará que no existen clavos.
- c) *Protecciones personales*
- Casco homologado.
 - Guantes de cuero.
 - Gafas de protección contra la proyección de partículas.
 - Calzado de seguridad con plantilla anticlavo.
- d) *Protecciones colectivas*
- Se acotará el lugar para la colocación de la máquina que deberá estar en lugar libre de circulación.
 - Se dispondrá de un extintor manual de polvo químico antibrasa junto al puesto de trabajo.

4.5.8. AMASADORA.-

- a) *Riesgos más frecuentes*
- Descarga eléctrica.
 - Atrapamientos por órganos móviles.
 - Vuelcos, atropellos y golpes en los desplazamientos.
- b) *Medidas de prevención*
- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
 - Se colocarán carcasas de protección en las partes móviles de transmisión.
 - Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor con la máquina en movimiento.
- c) *Protecciones personales*



- Casco homologado.
 - Mono de trabajo.
 - Guantes de goma.
 - Botas de goma.
 - Mascarilla antipolvo.
- d) *Protecciones colectivas*
- Zona de trabajo perfectamente delimitada.
 - Revisión de la alimentación eléctrica comprobando su conservación y protegiendo las zonas de tránsito.

4.5.9. CORTADORA DE LADRILLO Y MATERIAL CERÁMICO.-

a) *Riesgos más frecuentes*

- Proyección de partículas y polvo.
- Descargas eléctricas.
- Roturas de disco.
- Cortes y amputaciones.

b) *Normas básicas de seguridad*

- La máquina deberá estar dotada de carcasa para los órganos móviles: deberá tener protección del disco y alimentación de agua en caso de materiales duros.
- Antes de comenzar el trabajo, se comprobará el estado de los discos, desechando el que tuviera mordeduras en el borde, excesivo desgaste o estuviera resquebrajado.
- No se deberá hacer presión excesiva con la pieza a cortar contra el disco, de forma que se pueda bloquear.
- Nunca se deberá hacer presión contra el disco, en oblicuo o por el lateral.

c) *Protecciones personales*

- Casco homologado.
- Mascarilla con filtro.
- Gafas antipartículas.

d) *Protecciones colectivas*

- Carcasa de seguridad en elementos móviles.
- Situación de la máquina en zona delimitada que no sea de paso.
- Ventilación de la zona.



- Comprobación y conservación en buen estado de la alimentación eléctrica.

4.5.10. HERRAMIENTAS MANUALES.-

a) Enumeración de las herramientas manuales más usuales

- Martillo rotativo.
- Taladro percutor.
- Pistola clavadora.
- Disco radial.
- Desbarbadora.
- Máquina de rozas.
- Lijadora.
- Máquina de cortar terrazo.
- Máquinas de cortar azulejos.
- Cortadora de ingletes y herramientas eléctricas de carpintero.

b) Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Heridas en las manos.
- Generación de polvo.
- Ambiente ruidoso.
- Proyección de partículas.
- Caídas.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

c) Medidas de prevención

- Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento y clavija con toma de tierra.
- Conocimiento de las instrucciones de uso por parte del personal que las utilice.
- Revisión periódica de las herramientas, de manera que cumplan las normas de conservación del fabricante.
- La desconexión de la herramienta se hará tirando de la clavija; nunca del cable ni con tirón brusco.



- Se prohíbe la conexión de herramientas eléctricas sin enchufe.
 - En caso de emplear mangueras de extensión, se debe hacer la conexión desde la herramienta a la manguera, y de ésta al enchufe; nunca lo contrario.
- d) *Protecciones personales*
- Casco homologado.
 - Guantes de cuero
 - Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
 - Cinturón de seguridad para trabajos de altura.
- e) *Protecciones colectivas*
- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
 - Los huecos estarán protegidos con barandillas.
 - Las mangueras de alimentación estarán en buen uso con los dispositivos de conexión adecuados.
 - Se dispondrán los medios necesarios para que el trabajo se haga desde posición estable.

4.5.11. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS Y PLATAFORMAS DE TRABAJO.-

Los andamios de borriquetas están constituidos por una plataforma horizontal de tres tablones apoyados en dos pies o caballetes en forma de V invertida. No están arriostrados.

Según el servicio a prestar, pueden usarse también plataformas móviles de trabajo, con o sin ruedas (a un solo lado). Su uso está limitado hasta una altura máxima de 3 metros.

Entre 3 y 6 metros, pueden emplearse bastidores móviles arriostrados y con barandillas.

Para hormigonado de pilares se utilizarán castilletes de madera o metálicos especialmente diseñados para este buen fin.

a) *Riesgos más frecuentes*

- Vuelcos por defecto de anclaje o arriostramiento.
- Caídas del personal por no usar tres tablones como plataforma.

b) *Medidas de prevención*

- En longitudes mayores a 3 metros se emplearán tres caballetes.
- Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean caballetes o borriquetas.



- En altura superior a tres metros se emplearán armaduras de bastidores móviles, arriostrados con cruz de San Andrés, y dotado de barandilla.
- En castilletes de hormigonado, si son de madera, se comprobará la perfecta clavazón y disposición de sus elementos, estando debidamente arriostrados.

c) Protecciones personales

- Casco homologado.
- Mono de trabajo.
- Calzado antideslizante.

4.5.12. ANDAMIOS COLGADOS MÓVILES.-

Son andamios formados por plataformas metálicas colocadas en vuelo, suspendidas de pescantes también metálicos, mediante cables de acero. Los pescantes irán anclados al forjado de cubierta con varilla roscada pasante, con tuerca y contratuerca. Las plataformas pueden ser también de madera sobre armadura o marco metálico.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo.
- Caídas debidas a la mala unión entre las plataformas.
- Caída del andamio por rotura de los cables.
- Vuelco por anclaje defectuoso de los pescantes.
- Caídas de materiales.

b) Medidas de prevención

- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en el mismo punto.
- No se depositarán pesos de forma violenta.
- Los pescantes irán anclados al forjado atravesando el mismo y abrazando al menos dos nervios resistentes.
- Los pernios o varillas de sujeción llevarán tuerca, contratuerca y arandela de presión.
- Se desecharán los cables que tengan hilos rotos.
- El cuelgue del cable al pescante se hará mediante gancho con pestillo de seguridad.
- Los andamios no serán mayores de 8 metros.



- Las plataformas tendrán una anchura mínima de 60 cm y llevarán barandilla exterior y lateral de 90 cm; por el interior la barandilla tendrá 70 cm de altura. Tendrá rodapié en sus cuatro lados.
- Los aparejos de suspensión de los cables irán provistos de torno con freno automático.
- En las maniobras de izado y descenso habrá al menos un operario en cada aparejo, y no se podrá tener más de 25 cm de desnivel entre dos aparejos consecutivos.
- Los reconocimientos y comprobaciones precisas se harán con el andamio cargado y muy próximo al suelo.
- Se prohíbe terminantemente unir dos módulos de andamio entre sí mediante tablones o plataforma, así como colocar tablones o plataformas entre el andamio y cualquier elemento del edificio.

c) Protecciones personales

- Casco homologado preferible con barbuquejo.
- Mono de trabajo.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad en caso necesario.

d) Protecciones colectivas

- Se delimitará la zona de trabajo evitando el paso de personas por debajo.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo, principalmente en el cerramiento de fachada.

4.5.13. ESCALERAS.-

Se utilizarán escalera de castillete de madera o metálico, debidamente arriostrado, para acceder desde el vaciado a la cota superior.

Para trabajos en alturas pequeñas y periodos cortos, se usarán escaleras de mano, metálicas o de madera.

Se procurará peldañar cuanto antes las rampas de escaleras, utilizando mientras tantos peldaños metálicos engarzables entre sí.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a niveles inferiores debidas a la mala colocación de las escaleras, frecuentemente por deslizamiento de la fase por inclinación debida o por estar el suelo mojado.
- Caídas por rotura de algún peldaño.

b) Medidas de prevención



- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza, con peldaños ensamblados.
- Irán apoyadas sobre superficies planas.
- Llevarán en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a la escalera.
- No se permitirá manejar en la escalera pesos superiores a 25 kg.
- Nunca se harán sobre las escaleras trabajos que precisen el uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera, estarán provistas de elementos de unión que impidan que se abran.
- La inclinación de la escalera será de unos 75º aproximadamente, lo que equivale a estar separadas de la vertical la cuarta parte de su longitud entre apoyos.

4.5.14. VISERAS DE PROTECCIÓN.-

El paso de personas por debajo de zonas con riesgo de caídas de objetos estará asegurado con viseras de protección.

Estas estarán formadas por una estructura metálica como elemento sustentante del elemento de cierre construido por tablones. Deberán prolongarse hacia el exterior en una longitud aproximada de 2,50 m y estará señalizada convenientemente.

a) Riesgos más frecuentes

- Desplome de la visera como consecuencia de que los puntales metálicos no estén bien aplomados.
- Desplome de la estructura metálica que forma la visera debido a que las uniones que utilizan el soporte no son rígidas.
- Caída de pequeños objetos al no estar suficientemente cuajada y cosida la visera.

b) Medidas de prevención

- La estructura metálica se apoyará sobre durmientes de madera.
- Los puntales metálicos estarán siempre verticales y perfectamente aplomados.
- Los tablones que forman la visera de protección se colocarán de manera que no se muevan, basculen o deslicen.



c) Protecciones colectivas

- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo, principalmente cuando se esté trabajando en el cerramiento de fachadas.

4.6. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA.-

4.6.1. INSTALACIONES DE HIGIENE.-

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc, estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización.

Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

4.6.1.1. VESTUARIOS.-

La sala destinada a los vestuarios estará lo suficientemente dimensionado para cubrir las necesidades previstas y dispondrá de una taquilla por cada trabajador provista de cerradura y asientos.

4.6.1.2. SERVICIOS.-

Contarán con al menos:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores, con agua fría y caliente.
- 1 lavabo con espejo, agua fría y caliente, por cada 10 trabajadores
- 1 W.C. por cada 25 trabajadores de dimensiones 1,20 x 1 x 2,30 m
- Perchas

4.6.2. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD.-

Desde el punto de toma fijado por la Propiedad se procederá al montaje de la instalación de obra.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores de energía activa y reactiva si así se requiriese.

A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y



protección contra faltas a tierra, sobrecargas, y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es $< 10^0$, además en los cuadros parciales se pondrá diferenciales de 30 mA. El cuadro estará construido de manera que impida el contacto con los elementos bajo tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

a) *Riesgos más frecuentes*

- Fallos de aislamientos.
- Deterioro de conductores.
- Contactos fortuitos.
- Caídas de altura.
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.

b) *Medidas de prevención*

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso se protegerán adecuadamente.
- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de la valla, accesos a zonas de trabajo, escaleras, etc.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se harán siempre mediante conexiones normalizadas antihumedad, debiendo estar siempre elevados y nunca en el suelo.
- Para los empalmes definitivos se utilizarán cajas de empalme de seguridad, normalizadas y estancas.



- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estará sometidas a tracción mecánica que pudiera originar su rotura presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.
- La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad.
- Las zonas de paso de la obra estarán perfectamente iluminadas.

c) *Protecciones personales*

- Casco homologado de seguridad dieléctrica.
- Guantes aislantes.
- Comprobador de tensión.
- Herramientas manuales con aislamiento.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

d) *Protecciones colectivas*

- Mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros, distribuidores, etc.

4.7. CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE MAQUINARIA, ÚTILES Y HERRAMIENTAS.-

Los operarios al servicio de la maquinaria, útiles, herramientas, etc. así como los encargados de su reparación, deberán conocer las características de empleo y conservación de las mismas, debiendo poseer los libros de instrucciones correspondientes para su examen y consulta.

Asimismo, se cumplirá lo establecido en el reglamento de seguridad en las máquinas, atendiendo a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/97 y 1644/2008.

La utilización de andamios, hormigoneras, grúas, etc., se realizarán una vez comprobado por la Empresa Constructora el correspondiente certificado de puesta en obra y seguridad de la casa instaladora.

4.8. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.-

Todas las piezas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijada un periodo de vida útil, tirándose después.

Cuando por circunstancias de trabajo se produzca la rotura de una pieza o equipo protector, será sustituida por una nueva.

Aquellas piezas que al ser utilizadas han tomado más tolerancia que las



admitidas por el fabricante, serán cambiadas inmediatamente.

La utilización de una pieza o equipo de protección no representará nunca un riesgo por sí misma.

4.8.1. PROTECCIONES PERSONALES.-

Todos los elementos de protección personal cumplirán las normas de Homologación existentes.

En el caso de no existir Norma de Homologación Oficial, serán de una calidad adecuada al servicio que deban cumplir.

4.8.2. PROTECCIONES COLECTIVAS.-

BARRAS AUTÓNOMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN:

Tendrán como mínimo 1 metro de altura y serán construidas a base de tubo metálico. Dispondrán de patas a fin de mantener la verticalidad.

REDES:

Serán de poliamida. Sus características generales cumplirán con garantía la función protectora para la cual están previstas.

CABLES DE SUJECCIÓN DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD, SUS ANCLAJES, SOPORTES Y ANCLAJES DE REDES:

Tendrán la suficiente resistencia a fin de soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

ANDAMIOS

Serán metálicos tubulares y cubrirán todo el perímetro en los trabajos de estructura y en cubiertas inclinadas.

Cuando sean andamios sobre caballetes o borriquetas la superficie de trabajo tendrá una anchura mínima de 60 cm con la suficiente resistencia y estabilidad, sin discontinuidades ni agujeros.

CONTACTOS ELÉCTRICOS

Se colocarán obstáculos aislantes entre los trabajadores y los cables en tensión.

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para iluminación de 30 mA y para la fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas a tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

ESCALERAS DE MANO

Serán metálicas. En el caso de que no fuera posible, o conveniente, serán de madera y con los peldaños encastrados y no clavados. Estarán sujetas en su parte superior y pasarán 1 metro el punto de embarque y desembarque, estando



inclinadas en relación 1/4 de su longitud.

PLATAFORMAS DE TRABAJO

Estarán dotadas de un acceso seguro y barandillas en todo su contorno, estarán debidamente arriostradas y cumplirán las normas mínimas de cualquier andamio.

EXTINTORES

Serán los adecuados en agente extintor y cantidad al tipo de incendio previsible. Se revisará cada 6 meses, como máximo.

MEDIOS AUXILIARES DE TOPOGRAFÍA

Las cintas, jalones, miras y demás elementos de medición serán dieléctricos.

5. BOTIQUIN.-

Además de las medidas preventivas que se han señalado anteriormente, en obra se tendrá siempre disponible un botiquín con los siguientes elementos:

- Vendas
- Tijeras
- Pinzas
- Goma torniquete
- Esparadrapo
- Gasas
- Tiritas
- Algodón analgésicos
- Pomada desinfectante
- Agua oxigenada
- Alcohol
- Betadine
- Manual de primeros auxilios



**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA 66/30 KV DE 60MVA "EL CERRO"
PARA LA EVACUACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA "EL
CERRO"**

SITUACIÓN:

**POLÍGONO 12, PARCELA 1
Término municipal de BURGUILLOS DEL CERRO**

Documento: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



SUMARIO

1.	CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS.-	4
1.1.	CONDICIONES GENERALES.-	4
1.2.	PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.	4
2.	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS.-	5
2.1.	OBJETO.-	5
2.2.	CAMPO DE APLICACIÓN.-	5
2.3.	CONDICIONES GENERALES.-	6
2.3.1.	EQUIPAMIENTO.-	6
2.3.2.	EXIGENCIAS A LOS MATERIALES.-	6
2.3.2.1.	HORMIGONES Y MORTEROS.-	7
2.3.2.2.	RELLENOS.-	8
2.3.2.3.	GENERAL.-	8
2.3.2.4.	PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD.-	9
3.	ESPECIFICACIONES DE EJECUCION.-	9
3.1.	OBJETO.-	9
3.2.	CAMPO DE APLICACIÓN.-	9
3.3.	CONDICIONES GENERALES.-	10
3.3.1.	NORMATIVA APLICABLE.-	10
3.3.2.	PERMISOS Y AUTORIZACIONES.-	13
3.3.3.	PRUEBAS.-	13
3.3.3.1.	ZANJAS.-	13
3.3.3.2.	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.- 14	
3.3.3.3.	FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES.-	15
3.3.3.4.	FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS.-	15
3.3.3.5.	EMPLAMES.-	15
3.3.3.6.	MEDIDA DE TIERRA.-	15
3.4.	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.-	15
3.4.1.	OBRA CIVIL INTEMPERIE.-	16
3.4.1.1.	DRENAJES.-	16
3.4.1.2.	CIMENTACIONES APARAMENTA.-	16
3.4.1.3.	BANCADA PARA TRANSFORMADOR.-	17
3.4.1.4.	DEPÓSITO RECOGIDA DE ACEITE.-	17
3.4.1.5.	CANALIZACIONES.-	18
3.4.1.6.	CIERRE.-	18
3.4.1.7.	URBANIZACIÓN.-	18
3.4.2.	OBRA CIVIL EDIFICIO.-	19
3.4.3.	ESTRUCTURA METÁLICA.-	21
3.4.4.	RED DE TIERRAS.-	21
3.4.5.	APARAMENTA DE 66 KV Y 30 KV.-	22
3.4.5.1.	SISTEMA DE 66 KV.-	22
3.4.5.2.	SISTEMA DE 30 KV.-	22
3.4.5.3.	TRANSFORMADOR Y REACTANCIA.-	22
3.4.5.4.	INTERRUPTOR 66 KV.-	25
3.4.5.5.	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 66 KV.-	25
3.4.5.6.	SECCIONADOR DE BARRAS 66 KV.-	25
3.4.5.7.	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 66 KV.-	26
3.4.6.	CABLES DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN.-	26



3.4.6.1.	ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA A CELDAS.-.....	26
3.4.6.2.	ALIMENTACIÓN TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES.-.....	26
3.4.6.3.	LÍNEAS DE SALIDA.-.....	26
3.4.7.	CABLES DE BAJA TENSIÓN.-.....	27
3.4.8.	CABLES DE F.O.-.....	27
3.4.9.	SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL Y PROTECCIONES.-.....	28
3.4.10.	EQUIPOS DE MEDIDA FISCAL.-.....	29
3.4.11.	EQUIPOS DE COMUNICACIONES.-.....	29
3.4.12.	SERVICIOS AUXILIARES.-.....	29
3.4.12.1.	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.-.....	29
3.4.12.2.	SERVICIO DE CORRIENTE CONTINUA.-.....	30
3.4.12.3.	CUADRO DE ALTERNA Y CONTINUA.-.....	30
3.4.12.4.	GRUPO ELECTRÓGENO.-.....	31
3.4.12.5.	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.-.....	32
3.4.12.6.	SISTEMA ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.-.....	32
3.4.13.	INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN Y AUXILIARES.-.....	32
3.4.14.	SISTEMAS DE SEGURIDAD.-.....	33
3.4.14.1.	SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y ANTIINTRUSISMO.-.....	33
3.4.14.2.	MATERIALES DE PROTECCIÓN, SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN.-.....	34
3.4.14.3.	CLIMATIZACIÓN DE DEPENDENCIAS DEL EDIFICIO.-.....	35
3.4.14.4.	VENTILACIÓN DE DEPENDENCIAS DEL EDIFICIO.-.....	35
3.4.14.5.	INSTALACIONES ASOCIADAS A CONTROL NIVELES AGUA.-.....	36
4.	PLIEGO DE CONDICIONES ECONOMICAS.-.....	36
4.1.	CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS.-.....	36
4.2.	GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.-.....	37
4.2.1.	GARANTÍAS.-.....	37
4.2.2.	FIANZAS.-.....	37
4.3.	PRECIOS Y REVISIONES.-.....	38
4.3.1.	PRECIOS CONTRADICTORIOS.-.....	38
4.3.2.	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIO.-.....	38
4.3.3.	ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO.-.....	39
4.4.	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.-.....	39
4.4.1.	VALORACIÓN DE LA OBRA.-.....	39
4.4.2.	MEDIDAS PARCIALES Y FINALES.-.....	39
4.4.3.	EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO.-.....	40
4.4.4.	VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS.-.....	40
4.4.5.	CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES.-.....	40
4.4.6.	PAGOS.-.....	40
4.4.7.	SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS.-.....	40
4.4.8.	INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS.-.....	41
4.4.9.	INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA.-.....	41
4.5.	VARIOS.-.....	41
4.5.1.	MEJORA DE LAS OBRAS.-.....	41
4.5.2.	SEGURO DE LOS TRABAJOS.-.....	41



1. CONDICIONES GENERALES FACULTATIVAS.-

1.1. CONDICIONES GENERALES.-

La ejecución material de las instalaciones descritas será con arreglo al proyecto, a las normas técnicas en él utilizadas y a las reglas de la buena construcción e ingeniería.

Deberá el técnico o constructor asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con la garantía o documento de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

Los materiales suministrados serán facilitados con antelación suficiente para el cumplimiento de su cometido.

Antes de comenzar las instalaciones, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada es suficiente para la comprensión de la obra contratada, en caso contrario, deberá solicitar las aclaraciones correspondientes a los respectivos técnicos.

Se acordará el tiempo de realización de la obra, mediante documento escrito entre ambas partes contratadas, al igual que la cantidad de personas especializadas en la ejecución de las instalaciones, comprobando la capacidad de realización de trabajo por parte de los distintos operarios.

El jefe de obra deberá estar presente durante la jornada legal de trabajo.

La parte contratista tendrá derecho y obligación de requerir del técnico competente, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Si el técnico competente, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios de la perturbación.

1.2. PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.

El constructor dará los trabajos en el plazo acordado por la contrata y el promotor. Se desarrollarán en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales aprobados queden ejecutados los trabajos correspondientes y en consecuencia la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

La determinación del orden de los trabajos será facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que por circunstancias de orden técnico se estime conveniente alterar el orden.



El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de las obras estipuladas, alegando como causa la carencia de planos y órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se lo hubiesen proporcionado.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, o a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen las personas que hayan realizado el proyecto, dentro de las limitaciones presupuestarias.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de las instalaciones se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidas.

El constructor empleará los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "condiciones generales y particulares de índole técnico" del pliego de condiciones, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo también con lo especificado en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción de las obras, es responsable de la ejecución el técnico y jefe de obra en caso de detectar estos vicios o defectos en los trabajos efectuados o en los materiales instalados, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Todo ensayo que no haya obtenido un resultado satisfactorio o que no ofrezca la suficiente garantía podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

El constructor deberá mantener limpia las obras y sus alrededores, en cuanto se refiere a materiales sobrantes. Los materiales nunca deberán ocupar la zona de tránsito de peatones debiéndose guardar las correspondientes medidas de seguridad.

2. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS.-

Todos los trabajos comprendidos en el Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero encargado de las obras, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos y de las condiciones de ejecución que figuran en el presente Pliego.

2.1. OBJETO.-

El objeto de este pliego es determinar los requisitos generales mínimos que deben cumplir los materiales y equipos que se utilizarán en el desarrollo de la obra.

2.2. CAMPO DE APLICACIÓN.-

El presente Pliego de Condiciones será de aplicación en las distintas



fases de montaje de la subestación transformadora.

No se podrá adoptar ninguna disposición diferente de las precisadas en este Pliego de Condiciones sin notificarlo previamente al Técnico competente.

2.3. CONDICIONES GENERALES.-

2.3.1. EQUIPAMIENTO.-

Para realizar las distintas operaciones que conforman los trabajos de construcción de la subestación transformadora deberán usarse las tecnologías que sean de aplicación en cada material por medio del empleo de útiles y máquinas específicas, manipuladas por personal adiestrado para su uso y, en su caso, con documentación que acredite su capacidad, a fin de conseguir el mejor aprovechamiento de los materiales y el máximo de seguridad para las personas y las cosas.

2.3.2. EXIGENCIAS A LOS MATERIALES.-

Todos los trabajos comprendidos en el Proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Ingeniero encargado de las obras, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquellos y de las condiciones de ejecución que figuran en el presente Pliego.

Áridos para morteros y hormigones.

Los áridos cumplirán como mínimo las condiciones especificadas en la EH-08.

Características de los conglomerantes hidráulicos.

El cemento utilizado para la ejecución de los hormigones y morteros será como norma general denominado Pórtland, tipo I clase 35, y cumplirá como mínimo las condiciones exigidas en el RC-88 y las de la EH-08.

Agua.

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en la EH-08.

No se utilizarán aguas del mar o aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones.

Materiales siderúrgicos, características y ensayos.

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 5.6 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en la NBE.

Armaduras.

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán formadas por barras corrugadas designadas B 500S y B 400S, de acuerdo a la norma EHE-08, y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.



Las mallas electrosoldadas cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en la EH-08.

Laminados de acero para estructuras.

Los aceros laminados tanto para estructuras de edificios como para estructuras secundarias serán la designación S275-R.

2.3.2.1. HORMIGONES Y MORTEROS.-

Composición del hormigón.

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto o resistencia características especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en kp/cm^2 , tal y como se especifica en la EH-08, sea su uso, la expresada en el cuadro siguiente.

Las dosificaciones de hormigón a emplear en las distintas estructuras, en contacto con el suelo y por debajo de la cota 0,00 de la explanación tendrá una relación agua/cemento menor o igual a 0,50.

Tipo	Fck (Kp/cm^2)	Uso en obras de:
H-200 H-175	200 175	Hormigones armados, soleras de edificios, cimentaciones de estructuras.
H-150	150	Bordillos de cierre y vialidades. Arquetas de drenaje, saneamiento y cunetas. Arquetas de canalizaciones eléctricas y galerías de cables, hormigones de limpieza.

Composición del mortero.

La composición del mortero será adecuada a la aplicación de las obras de fábrica que se ejecute.

En general se adaptarán a los tipos especificados en la norma en vigor y su dosificación será la exigida según la siguiente tabla:



Dosificación de morteros tipo		Partes en volumen de sus componentes				
Uso	Mortero	Tipo	Cemento	Cal aérea	Cal hidráulica	Arena
Fabrica ordinaria Relleno mortero para solados.	M-20	a	1	-	-	8
		b	1	2	-	10
		c	-	-	1	3
Fabricas cargadas y enfoscados.	M-40	a	1	-	0	6
		b	1	1/2	-	7
Bovedas, doblados de rasilla, escaleras	M-80	a	1	-	-	4
		b	1	1/2	-	4
Enlucidos, revocos, cornisas, enfoscados impermeables.	M-160	a	1	-	-	3
		b	1	1/2	-	3

2.3.2.2. RELLENOS.-

Los rellenos se realizarán con zahorras seleccionadas o suelos seleccionados, en capas que no superarán los 0,30 m de espesor, compactadas hasta conseguir el 95 % del Ensayo Proctor Modificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Se podrá utilizar como material de relleno para explanaciones, el propio que exista en la parcela de las Subestaciones siempre que cumplan las condiciones de suelos seleccionados o suelos adecuados exigidos en el PG-3 artículo 330 apartado 330.31.

2.3.2.3. GENERAL.-

No se procederá a ningún tipo de relleno sin previo reconocimiento de las zonas de vertido y aprobación por parte de la dirección técnica.

No se iniciará el hormigonado en ningún tajo, sin la inspección previa del director técnico, que comprobará la terminación de encofrados, el estado de las superficies de apoyo, la cuantía y la correcta colocación de las armaduras, de las juntas, así como de cualquier otro extremo que estime oportuno.

En cuanto a la calidad y controles exigidos, se tomarán como referencia



los planos del proyecto y las condiciones exigidas en este Pliego.

2.3.2.4. PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD.-

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios expuestos en los siguientes apartados.

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en la EH-08, se realizará un control de ejecución a nivel normal conforme a la mencionada instrucción.

Con objeto de verificar que la obra terminada tiene las características de calidad especificada en el proyecto, se procederá al control de los materiales tanto del hormigón como de sus componentes conforme a la EH-08.

El control de la resistencia del hormigón se realizará mediante control estadístico a nivel normal, según EH-08.

Sobre la calidad del acero de las armaduras se efectuará un control a nivel normal conforme a la EH-08.

El control de calidad del resto de los materiales se ajustará a las Normas, Pliegos e Instrucciones señaladas en el artículo 4.

La existencia del control, interpretación, realización, si procede de ensayos de información, y/o pruebas de carga, serán competencia del Ingeniero encargado de la obra.

3. ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN.-

3.1. OBJETO.-

El objeto de este pliego es determinar los requisitos generales mínimos de diseño, proyecto y construcción para la subestación transformadora.

Así mismo servirá como documento técnico en las relaciones que se establecen entre la compañía que acomete la ejecución de las obras pertinentes y la propiedad.

3.2. CAMPO DE APLICACIÓN.-

El presente Pliego de Condiciones será de aplicación en las distintas fases de realización de la subestación transformadora.

No se podrá adoptar ninguna disposición diferente de las precisadas en este Pliego de Condiciones sin notificarlo previamente a la Dirección Técnica.



3.3. CONDICIONES GENERALES.-

3.3.1. NORMATIVA APLICABLE.-

Todas las instalaciones objeto de este pliego, deberán ser realizadas en concordancia con los siguientes Reglamentos, Normas e Instrucciones Técnicas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE nº310 de 27/12/2013).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 285, de 28/11/1997).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176 de 23/07/1992)
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. (BOE nº 140 de 10/06/2014)
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE nº 139, de 09/06/2014)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, del Ministerio de Industria y Energía, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias (BOE nº 288, de 01/12/1982).
- 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 2818/1998 de 23 de diciembre sobre Producción de Energía Eléctrica por Recursos o Fuentes Renovables, Residuos y Cogeneración.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se Regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, modificada por la ley 54/2003 de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE nº 11/12/2013).



- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de ruido.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Suelo.
- Ley 8/2007, de 28 de mayo, de Suelo.
- Instrumento de ratificación del Convenio Europeo del Paisaje (número 176 del Consejo de Europa), hecho en Florencia el 20 de octubre de 2000. BOE 5 de febrero de 2008.
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural.
- Real Decreto Legislativo 2/2008. Texto refundido de la Ley del suelo.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, del Vías Pecuarias.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 54/2011, de 29 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de evaluación ambiental de Extremadura.
- Decreto 81/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de autorizaciones y comunicación ambiental de Extremadura.
- Decreto 45/1991, de 16 de abril, sobre medidas de protección del Ecosistema.
- Decreto 110/2015, de 19 de mayo, por el que se regula la red ecológica europea Natura 2000 en Extremadura.
- Ley 9/2006, de 23 de diciembre, por la que se modifica la Ley 8/1998, de 26 de junio, de Conservación de la Naturaleza y Espacios Naturales de Extremadura.
- Ley 8/1998, de 26 de junio, de Conservación de la Naturaleza y de Espacios Naturales de Extremadura.
- Decreto 74/2016, de 7 de junio, por el que se modifica el Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura.
- Resolución de 14 de julio de 2014, de la Dirección General de Medio Ambiente,



- por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Extremadura y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan Normas de Carácter Técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura.
 - Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura.
 - Ley 2/2008 de 16 de junio, de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Ley 2/2007, de 12 de abril, de archivos y patrimonio documental de Extremadura.
 - Plan Integral de Residuos de Extremadura 2016-2022(PIREX).
 - Decreto 109/2015, de 19 de mayo, por el que se regula la producción y gestión de los residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Orden de 9 de febrero de 2001, por la que se da publicidad al Plan Director de Gestión Integrada de Residuos de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Decreto de la Junta de Extremadura 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones; CORRECCIÓN de errores del Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones (DOE N° 36 de 25 de marzo de 1997).
 - Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección de medio ambiente atmosférico.
 - Ley 6/2015, de 24 de marzo, Agraria de Extremadura.
 - Ley 12/2001, de 15 de noviembre, de Caminos Públicos de Extremadura.
 - Decreto 195/2001, de 5 de diciembre, por el que se modifica el Decreto 49/2000, de 8 de marzo, que establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
 - Decreto 66/2001, de 2 de mayo, por el que se regulan ayudas para gestión sostenible de montes en el marco del desarrollo rural.
 - Decreto 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de vías pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.



- Orden de 19 de junio de 2000 por el que se regula el régimen de ocupaciones y autorizaciones de usos temporales de las vías pecuarias de la de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 7/2007, de 23 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento de Extremadura.
- Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Código Técnico de la Edificación.
- Además, se considerarán las normas UNE que sean de aplicación y se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los organismos públicos afectados.

No se podrá adoptar ninguna disposición diferente de las precisadas en este Pliego de Condiciones sin notificarlo previamente a la Dirección Técnica.

3.3.2. PERMISOS Y AUTORIZACIONES.-

Este apartado estará formado por los distintos permisos y autorizaciones que sean necesarios para la realización de la obra, otorgados por aquellos Organismos Públicos o Privados que tengan jurisdicción sobre la zona en que se realicen los trabajos.

Será por cuenta de la propiedad la obtención de estos permisos, correspondiendo al contratista, encargado de la realización de la obra, la obtención de las condiciones de señalización requeridas por parte de los servicios municipales y, si hubiera lugar, de otros Organismos para el inicio y ejecución de las obras.

3.3.3. PRUEBAS.-

El director técnico de la instalación podrá establecer cuantas pruebas y ensayos crea convenientes con los materiales utilizados, al objeto de comprobar su calidad, debiendo ser sustituidos los que a su juicio no reúnan las condiciones del proyecto, por mala calidad de los materiales o de ejecución de la instalación.

Serán por cuenta del Contratista los gastos originados por estos conceptos hasta un máximo del 1 % del Presupuesto de Ejecución Material. Esta partida se considera incluida en los Gastos Generales.

A la finalización de la instalación, se procurará a las siguientes comprobaciones:

3.3.3.1. ZANJAS.-

Se efectuará una cata por cada 50 m, o fracción de zanja, comprobándose que se ha ejecutado de acuerdo con el proyecto, pudiéndose rechazar la totalidad de la partida si en la inspección se encontraran defectos de



ejecución o en los materiales.

3.3.3.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.-

La instalación presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios., siendo U la tensión máxima de servicio, expresada en voltios.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione un vacío, una tensión acorde al nivel de tensión nominal del tramo en prueba.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el neutro, estarán aislados de tierra, así como la red de suministro de energía. Si las masas de los receptores están unidas al neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada esta.

La medida de aislamiento con relación a tierra se efectuará uniendo a esta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica, los aparatos de interrupción, se pondrán en posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como un servicio normal.

Todos los conductores se conectarán entre sí, incluyendo el neutro, en el origen de la instalación y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida resultará inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante, correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierne o en su defecto 0,5 Ohmios.
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia que le corresponde.

La medida de aislamiento entre conductores se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida de aislamiento con relación a tierra.

Las medidas de aislamiento se efectuarán sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2 U + 1.000 V$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, con relación a



tierra y entre conductores.

Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

3.3.3.3. FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES.-

- Puesta la instalación en tensión, accionar el botón de prueba estando el aparato en posición de cerrado.
- Puesta la instalación en tensión, comprobar la sensibilidad y el tiempo de disparo del diferencial mediante un tester debidamente calibrado.
- Número de controles: uno por cada interruptor diferencial.
- Condición de no aceptación: no desconecta el interruptor diferencial o su tiempo de disparo es superior al valor permitido.

3.3.3.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS.-

- Abierto el interruptor automático, conectar mediante un puente la fase y el neutro en el punto más alejado de la instalación.
- Número de controles: uno por cada interruptor.
- Condición de no aceptación: no actúa el pequeño interruptor automático o el fusible de seguridad, según corresponda, en un espacio de tiempo superior a 2 segundos.

3.3.3.5. EMPALMES.-

Se comprobará que las conexiones de los conductores y de los diversos materiales están realizadas en forma que los contactos sean seguros, de duración y no se calienten anormalmente.

3.3.3.6. MEDIDA DE TIERRA.-

Se comprobará y medirá la resistencia de las tomas de tierra observando si está dentro de la tolerancia que fija el vigente en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

3.4. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.-

La instalación será realizada por personal competente, utilizando los medios técnicos actuales para este tipo de trabajo, procurando la mejor ejecución, en cuanto a calidad y estética se refieren, y siempre cumpliendo con las



especificaciones de los fabricantes de los equipos a instalar.

3.4.1. OBRA CIVIL INTEMPERIE.-

3.4.1.1. DRENAJES.-

El drenaje consistirá en la realización de zanjas dren con tubo drenante o manta geotextil. Dichas zanjas se rellenarán después con árido dren. Se instalarán las correspondientes arquetas, imbornales, canalizaciones, cunetas y pozos de recogida, constituyendo una completa red de drenaje determinada mediante cálculo partiendo de los datos máximos de precipitaciones en la zona.

Mediante la red de drenajes se evacuará el agua de lluvia hacia el punto de entrega (punto de mínima cota), que se determinará in situ, al no haber actualmente urbanización ni infraestructura de evacuación de aguas alguna en la zona en la que se ubica la parcela de la subestación. No obstante, se debe continuar la cuneta de hormigón periférica al cierre exterior de la subestación de Iberdrola, existente en la actualidad, dándole continuidad mediante cuneta por el exterior del cerramiento de la nueva subestación y evacuando al punto de cota más baja (sudeste).

La posible agua que penetre en los canales de cables del parque se eliminará a través de pequeños conductos situados en la base de los mismos cada 2 m aproximadamente, que evacuarán hacia un tubo dren que también discurrirá bajo los canales de cables, y se enlazará con la red general.

Los viales se construirán con pendientes hacia las zonas perimetrales.

Las bajantes de los canalones del edificio morirán en unas arquetas construidas en la acera. Desde estas cunetas se evacuará el agua mediante tubos hacia la red genera.

3.4.1.2. CIMENTACIONES APARAMENTA.-

La profundidad de las cimentaciones dependerá de las características del suelo (mecánica de suelos) y se determinará dicha profundidad en función del estudio geotécnico. La oferta estará basada en que la capa "firme" del terreno se encuentra a una profundidad de (-1,0) metros desde la cota final de terreno explanado. El terreno se supone "normal", de resistencia mínima 1,5 kg/cm² y resistividad máxima 500 Ω.m.

Como norma general, la cimentación correspondiente a los elementos de intemperie (interruptor, seccionador, transformadores de medida, autoválvulas...) se resolverá con zapatas aisladas de hormigón en masa. En líneas generales su realización se llevará a cabo en dos fases. En la primera de ellas se excavará, encofrará y hormigonará hasta la cota del nivel de terreno explanado, dejando embebidos los pernos de anclaje, a los que se atornillarán los soportes metálicos de los diferentes aparatos. También en esa primera fase, y en aquellas cimentaciones que así lo requieran, se dejarán instalados los tubos previstos para



el paso de cables eléctricos y del cable de puesta a tierra, según la cantidad y calidad indicadas en los planos constructivos.

En la segunda fase de hormigonado, se alcanzará la cota de coronación y se realizará el acabado en forma de punta de diamante.

Como medida de seguridad, se entibarán los taludes de la caja de cimentación en los puntos en que se muestre necesario para evitar el derrumbe de tierras. También se procederá al achique de agua que pueda aparecer en el transcurso de la excavación.

Una vez efectuadas las cimentaciones se realizará el relleno de la sobre-excavación mediante tierras clasificadas (zahorras naturales), extendidas y compactadas hasta alcanzar el 95% del ensayo del Próctor Modificado (P.M.).

3.4.1.3. BANCADA PARA TRANSFORMADOR.-

Se construirá un foso para el transformador. Este foso tendrá como misión la recogida del posible aceite que se derrame del transformador y su conducción hacia el depósito de recogida. Como sistema apagafuegos se utilizará grava, dispuesta en el cubeto sobre una rejilla al efecto. El transformador de potencia apoyará sobre carriles embebidos en vigas armadas, contenidas en el propio foso del transformador, de modo que el foso queda dividido en tres cuerpos. Su construcción se realizará en hormigón armado, con carriles de acero, y tubos de hormigón para el paso de líquidos entre cada uno de los cuerpos y salida hacia el depósito.

Las vías del transformador se prolongarán hasta el vial, de forma que se pueda efectuar la maniobra de descarga desde la plataforma de transporte, colocación de ruedas, giro mediante grúa y posicionado de transformador en un emplazamiento mediante arrastre con trácteles o similar.

3.4.1.4. DEPÓSITO RECOGIDA DE ACEITE.-

Se instalará un depósito de recogida de aceite que estará conectado al foso mediante tuberías de hormigón. Su misión será recoger el aceite en caso de avería de dicha máquina, evitando así el vertido por el terreno y cumpliendo con la protección del medio ambiente.

El depósito de recogida de aceite tendrá una capacidad de un 50% superior al volumen de aceite del transformador.

El depósito se realizará en hormigón armado. Tendrá una boca de acceso y una escalera de pates para permitir el acceso de personal. Será estanco, y se sellará convenientemente por dentro y por fuera, mediante la aplicación de dos manos cruzadas de pintura impermeabilizante.

Para la señalización del nivel de líquido se instalará un sistema de boya y relé que dé una señal local de alarma y otra al telemando cuando el nivel de líquido en el depósito de aceite alcance un valor determinado. Existirá una bomba de achique sumergible instalada en el depósito, que tendrá la posibilidad de



arrancarse de modo manual o por telemando.

3.4.1.5. CANALIZACIONES.-

Se realizarán todas las canalizaciones y arquetas necesarias en el interior de la parcela de la subestación, incluso las de las líneas de 30 kV.

Se utilizarán preferentemente los siguientes tipos de canalización para los cables:

- Canalización multitubular y arquetas para cables de MT. Se tendrá en cuenta en el diseño que se deben disponer varias canalizaciones de M.T. independientes, con 6 líneas de salida como máximo por cada una.
- Canalización prefabricada registrable con tapas desmontables para los cables de mando, medida, protección, etc. a utilizar en la superficie ocupada por la instalación de intemperie. Estas canalizaciones se realizarán mediante encofrado in situ, o bien mediante elementos prefabricados provistos de drenaje inferior cada 2m aproximadamente hacia un tubo dren colocado debajo.

Se realizarán también las arquetas exteriores adyacentes al cierre de la subestación en las que conectarán las zanjas interiores con las exteriores

3.4.1.6. CIERRE.-

El cerramiento de la subestación se realizará mediante un muro de fábrica de ladrillo, con un enfoscado de mortero de cemento y acabado pintado su tramo inferior hasta una altura de 60 cm, y el resto hasta 2,5 metros con valla electrosoldada de simple torsión.

Se instalará una puerta plegable guiada en la entrada a la subestación, cerrando totalmente el acceso exterior y una puerta de acceso para paso peatonal independiente de 1 m de ancho. Las puertas plegables de acceso dispondrán de equipo automatizado de apertura y cierre provisto de motorreductor con desbloqueo de emergencia, con posibilidad de ser accionado mediante mando a distancia y mediante pulsador.

3.4.1.7. URBANIZACIÓN.-

Se realizará la urbanización completa tanto de la zona de la subestación como del acceso desde el camino existente.

Los dominios de rodadura se realizarán con una placa de aglomerado asfáltico de un espesor mínimo de 10 cm, sobre base convenientemente preparada. El ancho de viales será de 5 m, y las curvas estarán diseñadas con un radio que permita el giro de las góndolas y camiones.

Las placas de rodadura tendrán desniveles para evitar la acumulación de agua en cualquier punto de la misma.



En la zona de acceso, el vial estará rematado a ambos lados por cunetas de recogidas de aguas, que se conectarán con la red de drenaje.

El piso terminado de la zona de intemperie será una capa de grava de espesor 10 cm, excepto en las zonas de tránsito habitual, que se realizará de acuerdo con la descripción de dominios de rodadura descritos anteriormente.

No se dispondrá de conexión a la red pública de suministro de aguas, por lo que habrá que colocar un depósito de agua con la capacidad adecuada para satisfacer las necesidades de la instalación (20 m³), dotado del grupo de presión adecuado.

Para el tratamiento de las aguas fecales, se instalará una fosa séptica con filtro biológico incorporado, con capacidad para 10 personas.

3.4.2. OBRA CIVIL EDIFICIO.-

El edificio cumplirá con lo establecido en el estudio y declaración de impacto ambiental que se adjuntan, y las normativas municipales que le afecten. También cumplirá con el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El edificio deberá de cumplir la normativa existente en cuanto a prevención de incendios (resistencia al fuego adecuada de sus materiales, diseño de vías de evacuación, puertas con barra antipánico, etc.).

Las salas se dotarán de ventilación calculada adecuadamente según los equipos a instalar, y las salas de mando y control tendrán un sistema de acondicionamiento de aire.

El edificio de la instalación se ejecutará en una sola planta, con una altura máxima exterior de 7,50 m. Se realizará con estructura metálica, de hormigón o prefabricada. Su cerramiento será de bloque de ladrillo, encachado exteriormente con acabado pintado, con o sin aislante térmico, pero siempre con cámara de aislamiento para evitar condensaciones. La cubierta será a dos aguas con teja árabe. En lo que respecta a la solera tendrá las canalizaciones necesarias para el tendido de los cables de potencia y control, o bien solera plana con falso suelo técnico autoportante para los equipos a montar en las salas de control y servicios auxiliares.

Todos los accesos al interior del edificio se realizarán con puertas metálicas con cerraduras antipánico, aislamiento acústico-térmico y con dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

La iluminación y aireación será a través de ventanas practicables o rejillas.

Tendrá salas independientes para:

- Celdas 30 kV
- Servicios auxiliares
- Mando, control y protecciones



- Sala de control eólico
- Vestuario, aseo
- Cocina
- Almacén
- Sala de grupo electrógeno

Estará perfectamente preparado para la instalación en su interior de los equipos eléctricos en las condiciones adecuadas.

Los cimientos se fabrican en hormigón armado vibrado. El hormigón tendrá una resistencia característica mínima de 30 N/mm², todos sus componentes (cemento, áridos, agua y en su caso aditivos) se ajustan a lo especificado en la norma EHE.

Las armaduras serán barras corrugadas de alta adherencia o mallas electrosoldadas corrugadas de acero B 500S ó B 500T.

La puesta a tierra del edificio se realizará con un anillo interior conectado a la red de tierras de la subestación, que enlaza con el exterior en la zona del acceso si la puerta es metálica, estando conectados todos los equipos y las masas metálicas del edificio mediante soldaduras aluminotérmicas, grapas y terminales de puesta a tierra.

El edificio, una vez realizado, será una superficie equipotencial, esto se consigue uniendo todas las armaduras embebidas en el hormigón, mediante soldadura eléctrica. Las puertas, rejillas y ventanas estarán en contacto con la superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas exteriores se pintarán de color a determinar. El suelo no técnico será de baldosas de terrazo de 40 x 40 cm, excepto aseos que serán de plaqueta cerámica.

Los paramentos exteriores serán enfoscados y pintados según las características de la zona y las paredes interiores estarán enlucidas y pintadas al temple con color a determinar. El techo se pintará color blanco liso. El alero exterior del edificio se pintará de color similar a las del tejado del edificio, siendo los canalones y bajantes de cobre.

Se diseñará con los falsos suelos adecuados para el tendido de cables necesario: cables de control y cables de 30 kV de las celdas.

Bordeará al edificio una acera de 1 m de ancho, con acabado de canto rodado visto, con bordillo de hormigón de alta resistencia, recibida sobre solera armada de hormigón.

Todas las zanjas para acceso de cables al edificio deberán ir perfectamente selladas contra la entrada de humedad, muy en especial las correspondientes a las canalizaciones de cables de la solera del edificio, debiendo incluso impermeabilizarse los mismos.



3.4.3. ESTRUCTURA METÁLICA.-

Toda la estructura metálica para soportes de aparamenta y pórticos del embarrado de 66 kV se realizará mediante perfiles laminados normalizados de alma llena, de acero S 275 JR de fabricación nacional.

La tornillería de unión de las diferentes partes de las estructuras entre sí, será galvanizada y para la fijación de equipos a las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Para la estructura metálica será de medidas métricas según DIN 7990, con arandelas planas según DIN 7989 y la calidad de esta tornillería será 5.6 de 30 kg/mm², DIN 267. Para la fijación de equipos se realizará con tornillo DIN 933, con tuerca hexagonal DIN 934, arandela DIN 125 y anillo de muelle DIN 7980.

Las soldaduras, taladrados y punzonados necesarios se realizarán en taller, de acuerdo con los planos de proyecto, previamente a su acabado superficial.

Todas las estructuras deberán ser protegidas contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente. El espesor mínimo del baño será de 80 micras.

Las tolerancias admitidas son:

- Alineación ± 5 mm.
- Nivelación ± 5 mm.
- Aplomado $\pm h/1000$ (h = altura)

En los elementos que tengan que soportar aparatos no se admitirán errores superiores a $\pm 2,5$ mm de nivelación.

3.4.4. RED DE TIERRAS.-

Para realizar la red de tierras, se enterrará una malla básica de electrodos de cobre desnudo de sección mínima 120 mm², paralelos en dirección longitudinal y transversal al recinto, formando retículas prácticamente uniformes en contacto con el terreno natural, colocadas a 60 cm por debajo de nivel de terreno explanado de la plataforma, para permitir el control de los gradientes superficiales y garantizar que las tensiones de paso y contacto permanecerán en los límites marcados por la ITC-RAT 13 y teniendo en cuenta los datos que aportará el estudio geológico-geotécnico. Se deberán tener en cuenta las prescripciones siguientes:

- Todas las conexiones de malla a cruces y derivaciones deberán ser realizadas mediante soldadura aluminotérmica.
- Las puestas a tierra de aparatos y estructuras se realizarán sacando un bucle de la malla de tierra con lo que las conexiones a la malla serán siempre dobles.
- Las conexiones en bucle se realizarán mediante una pieza especial en bronce con salida para varilla/cable, efectuándose la conexión a pie de estructura, soporte o aparato.



- Para la puesta a tierra de los aparatos montados sobre soportes se partirá de dicha pieza especial para bucle, con varilla/cable de cobre, montada sobre portavarillas o grapa fijados al soporte, efectuando la conexión mediante terminales con tornillería inoxidable.
- Las tierras superiores se realizarán con pararrayos Franklin.

Una vez esté la instalación terminada, se medirán las tensiones de paso, contacto y la resistencia máxima de la red para confirmar que dichos valores están de acuerdo a las normas mencionadas, emitiéndose el correspondiente informe.

3.4.5. APARAMENTA DE 66 KV Y 30 KV.-

La aparamenta de 66 kV y 30 kV se suministrará de acuerdo con lo dispuesto en las especificaciones técnicas.

Como criterio básico de diseño se han adoptado las siguientes magnitudes eléctricas:

3.4.5.1. SISTEMA DE 66 KV.-

- Tensión nominal: 66 kV
- Tensión más elevada para el material (Ve): 72,5 kV
- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz): 31,5 kA
- Tiempo de extinción de la falta: 0,5 seg

Nivel de aislamiento:

- Tensión soportada a impulso tipo maniobra 140 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 325 kV

3.4.5.2. SISTEMA DE 30 KV.-

- Tensión nominal: 30 kV
- Tensión más elevada para el material (Ve): 36 kV
- Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz) : 25 kA
- Tiempo de extinción de la falta: 1 seg

Nivel de aislamiento:

- Tensión soportada a impulso tipo maniobra 70 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo 170 kV

3.4.5.3. TRANSFORMADOR Y REACTANCIA.-

Los transformadores objeto de esta Especificación (Potencia y SSAA) deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se



indican a continuación y que les sean aplicables en tanto en cuanto no se opongan a lo indicado en esta Especificación.

UNE 20-101-81 (1) IR (Concuerda con CEI-76-1 1976)	Transformadores de potencia. Generalidades.
UNE 20-101-81 (2) IR (Concuerda con CEI-76-2 1976)	Transformadores de potencia. Calentamiento.
UNE 20-101-87 (3) IR (Concuerda con CEI-76-3 (1980) +Mod.1 (1981)	Transformadores de potencia. Niveles de Aislamiento y Ensayos Dieléctricos.
UNE 20-101-90 (3-1) (Concuerda con CEI-76-3-1)	Transformadores de potencia. Niveles de Aislamiento y Ensayos Dieléctricos. Distancias de Aislamiento en el Aire.
UNE 20-101-82 (4) IR (Concuerda con CEI-76-1 1993)	Transformadores de Potencia. Tomas y Conexiones.
UNE 20-101-84 (4) IR ERRATUM (Concuerda con CEI-76-4 1976)	Transformadores de Potencia. Tomas y Conexiones.
UNE 20-101-82 (5) IR (Concuerda con CEI-76-5 1976 +Mod. 1 1979)	Transformadores de Potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE 20-110-75 (Concuerda con CEI-354-1972)	Guía de Carga para Transformadores sumergidos en Aceite.
UNE 20-509-85 (1)	Características de las líneas y aparamenta de alta tensión, relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Descripción del fenómeno.
UNE 20-509-90 (2)	Métodos de medida y procedimiento para establecer los límites.
UNE 20-509-90 (3)	Código práctico para minimizar la generación de ruido radioeléctrico.
UNE EN-60551-1993 (Concuerda con CEI-551-1987)	Medida de los Niveles de Ruido de los Transformadores y Reactancias de Potencia.



UNE 20-142-77 (Concuerda con CEI-542-1976)	Guía de aplicación para los Cambiadores de Tomas en carga.
UNE 20-142-91-1M	Guía de aplicación para los Cambiadores de Tomas en carga.
UNE 20-145-81 (Concuerda con CEI-606-1978)	Guía de aplicación para los Transformadores de Potencia.
UNE 21-320-89 (5) 1R	Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Prescripciones para aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparata de conexión.
UNE 21-313-85 IR (Concuerda con CEI-270 (1981))	Medida de las Descargas Parciales.
UNE 21-088-85 (1) 1C (Concuerda con CEI-185-1966 Mod. 3-1982)	Transformadores de Medida y Protección. Transformadores de Intensidad.
UNE 21-088-81 (1) 1R (Concuerda con CEI-185-1966+ Mod.1 - 1977 + Mod. 2 1980)	Transformadores de Medida y Protección. Transformadores de Intensidad.
UNE 21-113-73	Aisladores pasantes para Tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE 20-118-77 (Concuerda con CEI-214-1976)	Cambiadores de Tomas en carga.
CEI-76-1-1993-03	Transformadores de Potencia. Generalidades.

Reglamento sobre Perturbaciones Radioeléctricas e Interferencias. (enero 1989).

Las cubas estarán preparadas para efectuar el vacío completo y serán del tipo convencional.

El llenado hasta el nivel requerido se hará con aceite tratado hasta un nivel de rigidez dieléctrica de 150 a 220 kV.

La casa constructora del transformador deberá revisar el montaje y dar su aprobación al mismo.

Las reactancias se adquirirán con todos los elementos montados en fábrica comprobándose el aislamiento y la rigidez dieléctrica del aceite.



3.4.5.4. INTERRUPTOR 66 KV.-

Serán de mando tripolar, con cámaras de corte en SF6, y con las siguientes características:

- Tensión nominal 72,5 kV
- Intensidad nominal 3150 A
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Intensidad de corte simétrica 31,5 kA
- Tensión de maniobra 110 Vc.c.
- Accionamiento Mecánico por resortes con carga a motor eléctrico 110 Vc.c.
- Tensiones Auxiliares:
 - Motor del accionamiento 110 Vc.c.
 - Bobinas de cierre y disparo 110 Vc.c.
 - Calefacción interna del mando 220 Vc.a.

3.4.5.5. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD 66 KV.-

Se dispondrá de un transformador de intensidad en cada fase, de las siguientes características:

- Tensión máxima 72,5 kV
- Relación de transformación 300-600/5-5-5-5 A
- Potencias y clases de precisión:
 - 1er devanado 10 VA; cl 0,2s
 - 2º devanado 15 VA; cl 0,2
 - 3er devanado 50 VA; 5P20
 - 4º devanado 10 VA; 5P20

3.4.5.6. SECCIONADOR DE BARRAS 66 KV.-

Será de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, y de las siguientes características:

- Tensión nominal 72,5 kV
- Intensidad nominal 1250 A
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión de maniobra 110 Vc.c.



- Accionamiento Manual

3.4.5.7. TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO 66 KV.-

Se dispondrá un juego de tres transformadores de tensión inductivos en barras, con las siguientes características:

- Tensión máxima 66 kV
- Relación de transformación $66:\sqrt{3}/0,110:\sqrt{3}-0,110:\sqrt{3}-0,110:3$ kV
- Potencia y clase de precisión:
 - 1er devanado 25 VA; cl 0,2
 - 2º devanado 25 VA; cl 0,2
 - 3 er devanado 100 VA; cl 3P

3.4.6. CABLES DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN.-

3.4.6.1. ALIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA A CELDAS.-

Cables unipolares designación tipo RZ1 18/30 kV 1x400 mm² Al (provisto de obturación longitudinal de agua únicamente bajo la cubierta encima de la pantalla y no adicionalmente encima del conductor). El número de conductores será de 3 ternas por transformador.

3.4.6.2. ALIMENTACIÓN TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES.-

Se utilizarán los mismos tipos de cables, terminales, bornas de conexión, sellado y fijaciones que los indicados en el apartado anterior. La designación del cable será RZ1 18/30 kV 1 x 95 mm² Al (provisto de obturación longitudinal de agua únicamente bajo la cubierta encima de la pantalla y no adicionalmente encima del conductor). El número de conductores será 1 terna para alimentación al transformador de servicios auxiliares.

3.4.6.3. LÍNEAS DE SALIDA.-

Se utilizarán los mismos tipos de cables, terminales, bornas de conexión y sellado que los indicados anteriormente, y la sección y número de conductores por fase se determinarán según los calibres de cada línea.

Las líneas serán subterráneas, se dispondrán en canalizaciones multitubulares (independientes, con 6 líneas como máximo por zanja), con las correspondientes arquetas, incluso las exteriores adyacentes al cierre para transición a las zanjas exteriores (zanjas no incluidas).

Hay que observar que las entradas de cables al edificio de distribución 30 kV, se sellarán mediante kit de sellado adecuado.



Alimentación Batería de Condensadores a celdas

Mismo tipo de cable, terminales, bornas de conexión, sellado y fijaciones que los indicados anteriormente. Cables unipolares designación tipo RZ1-OL 18/30 kV 1x240 mm² Al (provisto de obturación longitudinal de agua únicamente bajo la cubierta encima de la pantalla y no adicionalmente encima del conductor). El número de conductores será de 1 terna para la batería de condensadores a instalar.

3.4.7. CABLES DE BAJA TENSIÓN.-

Destinados a las interconexiones entre el transformador y los cuadros, y entre éstos y los equipos rectificador-batería.

Estos cables cumplirán con la siguiente especificación:

- Tensión nominal 1.000 V
- Tensión de ensayo 3.500 V
- Conductor de C Cl. 1 ó 2 s/secciones
- Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta Poliolefina
- Designación UNE RZ1 0,6/1 kV
- Norma IEC 60502
- Tipo Retenax Flam (PIRELLI) o similar.

No propagación de la llama FL-RT. A este respecto se cumplirán las siguientes normas europeas e internacionales: UNE 20432-1, IEC 332-1

No propagación de incendio: UNE 20432-3, IEC 332-3

Reducida emisión de halógenos: UNE 21147-1, IEC 754-1, CLH ≤ 14%

Las secciones a utilizar se calcularán en base a las características de los circuitos, automáticos de protección y tipo de canalización.

3.4.8. CABLES DE FIBRA ÓPTICA.-

Las principales características del cable de fibra óptica son las siguientes:

- 16 fibras por cable
- 62,5/125 μm para fibra óptica multimodo
- 9/125μm para fibra óptica monomodo
- Resistencia al fuego (pasa según UNE-E-50266)
- Contenido libre de halógenos
- Protección contra penetración del agua



- Protección contra roedores

Se instalará cable multimodo o monomodo según necesidades.

Los cables de fibra óptica serán conectados mediante terminales ópticos, apropiados a cada tipo de fibra. Estas conexiones serán tipo mecánicas o por fusión (pig-tail) dependiendo del tipo de fibra y manteniendo siempre la atenuación dentro de los rangos de diseño permitidos.

3.4.9. SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL Y PROTECCIONES.-

Los equipos deben de estar basados en tecnología digital y deben integrar en una única unidad las funciones de control y protección.

A continuación, se describen los equipamientos mínimos que deben de tener estos equipos.

Estos equipos deben de disponer, por defecto, de las siguientes funciones de protección:

Código ANSI	Función
51	Sobreintensidad no direccional, etapa de ajuste bajo
50 / 51 /51B	Sobreintensidad no direccional trifásica, etapa de ajuste alto. Sobreintensidad.
50/51B	Sobreintensidad no direccional trifásica, etapa instantánea. Sobreintensidad bloqueable.
51N	Faltas a tierra no direccional, etapa de ajuste bajo
50N / 51N	Faltas a tierra no direccional, etapa de ajuste alto
50N	Faltas a tierra no direccional, etapa instantánea
79	Reenganche automático
62BF	Fallo interruptor

Deberán de disponer, como opcionales, de las siguientes funciones:

Código ANSI	Función
59N	Sobretensión residual, etapa de ajuste bajo.
59	Sobretensión trifásica, etapa de ajuste bajo.
27	Subtensión trifásica, etapa de ajuste bajo.
81U / 81O	Subfrecuencia o sobrefrecuencia.



Código ANSI	Función
25	Comprobación de sincronismo.
49M / 49G / 49T	Protección de sobrecarga térmica trifásica para dispositivos.

Las funciones de protección deben de permitir que las etapas alta e instantánea de las funciones de sobreintensidad trifásica no direccional, inhiban la etapa baja. Igualmente, con las funciones de protección de faltas a tierra.

3.4.10. EQUIPOS DE MEDIDA FISCAL.-

Se instalarán armarios con los equipos de medida (contadores, registradores, modem) que sean necesarios para cumplir con el esquema de medida fiscal representado en el plano "Esquema unifilar. Equipos de medida.

3.4.11. EQUIPOS DE COMUNICACIONES.-

Se instalarán los equipos de comunicaciones de la subestación, así como las cajas de conectorización de cables de Fibra Óptica. Estará por tanto incluido en el alcance, el suministro, el montaje y el conexionado de todos los equipos de comunicaciones.

El armario que se deberá colocar llevará un equipo de comunicaciones para enviar la información desde la subestación existente de Iberdrola (a definir).

3.4.12. SERVICIOS AUXILIARES.-

3.4.12.1. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.-

Se dispondrá de una alimentación en M.T. procedente de una celda, para un transformador de servicios auxiliares.

En lo que respecta a la alimentación de 400 Vca, la disposición será de barra partida con una doble alimentación, de un transformador de servicios auxiliares sobre una semibarra y otra alimentación desde el grupo electrógeno sobre la otra sección de la barra (de la que colgarán los servicios esenciales) mediante los correspondientes interruptores perfectamente enclavados. La alimentación normal será a través del transformador de auxiliares, con el interruptor correspondiente cerrado, acoplamiento cerrado e interruptor de grupo abierto. Ante la ausencia de tensión del transformador, se realiza la transferencia de alimentación mediante los interruptores, de manera que el grupo alimenta a esos servicios esenciales (abierto el interruptor de acoplamiento y cerrado el del grupo electrógeno).

La conmutación la realizará la unidad de control y protección (UCP) de servicios auxiliares a instalar en el cuadro de c.a., a partir de las entradas digitales proporcionadas por los 4 relés de mínima tensión existentes en el cuadro.



Según los criterios de doble protección y doble alimentación independientes, habrá dos equipos cargador batería de 110 Vcc y un cuadro de distribución con dos juegos de barras en paneles diferentes y cada uno alimentado desde el correspondiente equipo rectificador batería. Entre dichas barras existirá la posibilidad de acoplamiento por medio de interruptor manual con enclavamiento por cerradura con los dos interruptores de alimentación general.

En lo que respecta a los equipos cargador batería para comunicaciones, se instalarán dos rectificadores de 110/48 Vcc y un cuadro de distribución 48 Vcc con dos juegos de barras, cada uno alimentado desde el correspondiente equipo. El diseño garantizará la alimentación permanente y conmutación de fuentes sin paso por cero, para las salidas de equipos en que esta condición sea esencial (mediante diodos).

3.4.12.2. SERVICIO DE CORRIENTE CONTINUA.-

La subestación dispondrá de dos equipos rectificador-batería 110 Vcc de Ni-Cd, con característica de tensión constante e intensidad limitada, con una capacidad tal que pueda asegurar el consumo de la subestación en un período de 4 horas desde que se produzca el fallo en los servicios de alterna, y soporten la intensidad permanente y de punta del sistema. Ambos polos estarán aislados de tierra.

3.4.12.3. CUADRO DE ALTERNA Y CONTINUA.-

El cuadro de alterna 400/230 Vca, para la alimentación y protección de los diferentes circuitos de control y servicios auxiliares en corriente alterna (alumbrado, red auxiliar de fuerza, calefacción, equipos rectificador-batería, etc.), estará compuesto por los siguientes elementos:

- Embarrado para 400 A 15 kA 1s
- 3 interruptores motorizados (1 de 250 A y 2 de 160 A)
- 4 Voltímetros con conmutador
- 2 T/i con amperímetro
- 4 Relés de supervisión de tensión protegidos con magnetotérmico
- Interruptores magnetotérmicos y diferenciales para los diferentes servicios
- Interruptores de reservas
- Elementos auxiliares

El cuadro de distribución de 110 Vcc y el de 48 Vcc, para la alimentación y protección de los diferentes circuitos de control, señalización y protección en corriente continua, estarán compuestos cada uno por los siguientes elementos:

- Embarrado para 100 A 15 kA 1s para el de 110 V c.c. y 10 kA 1s para



el de 48 Vcc.

- 2 Voltímetros
- Medida de intensidad (shunt más amperímetro) en el caso que no esté en la batería
- 2 Relés de supervisión de tensión protegidos con magnetotérmico
- 2 Relés de detección de pérdida de aislamiento a tierra (del polo positivo y del negativo) equipados con indicador de aislamiento, señales de alarma y disparo, para el de 110 V c.c.
- Interruptores magnetotérmicos para los diferentes servicios, especiales para c.c. de alta capacidad de ruptura (los de 48 Vcc unipolares con diodo en ese mismo polo)
- Interruptores de reservas
- Elementos auxiliares

3.4.12.4. GRUPO ELECTRÓGENO.-

Se instalará un grupo electrógeno para servicio de emergencia, en conmutación automática, de 78 kVA de fab. Electra Molins, 62,4 kW ($\pm 5\%$) de potencia en servicio de emergencia por fallo de red según ISO 8528-1.

El grupo estará formado por:

- Motor diesel "John Deere" de 67,5 kW a 1500 r.p.m. refrigerado por agua con radiador, arranque eléctrico.
- Alternador trifásico de 78 kVA, tensión 400/230 V, 50 Hz, con regulador electrónico de tensión. Sin escobillas.
- Cuadro automático que realiza la puesta en marcha del grupo al fallar la tensión de red, a partir de una señal de arranque procedente del cuadro de servicios auxiliares de c.a. La conexión del grupo a la carga se realiza mediante el correspondiente interruptor situado en el cuadro de servicios auxiliares de c.a. Al normalizarse el suministro eléctrico de la red, se transfiere la carga a la red y detiene el grupo. Todas las funciones estarán controladas por módulo programable con microprocesador. El dispositivo de conmutación estará en el cuadro de servicios auxiliares de c.a.
- Cargador electrónico de baterías, además del alternador de carga de baterías propio del motor diesel.
- Batería de 12 V, 88 Ah, con cables, terminales y desconectador
- Depósito de combustible de 225 l, montado en la bancada

Todos estos elementos estarán montados sobre la bancada metálica, con antivibratorios de soporte de las máquinas.



3.4.12.5. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.-

Se instalará un transformador de servicios auxiliares con las siguientes características técnicas:

- Relación de transformación 30+2,5+5%+7,5%/0,420-0,242 kV
- Potencia 250 kVA, Dyn11
- Tipo seco encapsulado de resina
- Pasatapas enchufables en A.T.
- Equipado con protección térmica mediante sondas de temperatura en los devanados de A.T. y de B.T., mediante Pt-100 y PTC y relé de protección térmica, con contactos de alarma y disparo cableados al telemando
- Placa de características según normas de HC
- Carcasa protectora IP 23.

3.4.12.6. SISTEMA ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.-

Se instalará un sistema SAI que permita el funcionamiento de los equipos de control eólico durante 1 hora en caso de pérdida de alimentación, sin paso por cero.

3.4.13. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN Y AUXILIARES.-

El alumbrado de los equipos en intemperie se realizará con proyectores tipo led y lámpara 100 W, IP 65. Los proyectores irán montados en la fachada del edificio y la altura y ubicación de los mismos será determinada en el cálculo y estudio de iluminación.

El alumbrado exterior será controlado de forma manual y/o automática mediante células fotoeléctricas con varios golpes de encendido que se determinarán en su momento.

En el edificio de control se ha previsto la instalación de alumbrado general con 10 equipos de led 2x36 W, con varios golpes de encendido que se determinarán en su momento. Se preverá la instalación de alumbrado de emergencia con 20 equipos autónomos 8W, con base de enchufe y clavija 2P+T 10/16A- 250 V situados en el edificio de control y en zonas de acceso y maniobra desde el parque exterior.

También se dispondrán las oportunas tomas de corriente 10 unidades 2P+T y 6 unidades 3P+T, una cada 5 m aproximadamente.



3.4.14. SISTEMAS DE SEGURIDAD.-

3.4.14.1. SISTEMA CONTRA INCENDIOS Y ANTI INTRUSISMO.-

Se pretende la ejecución de una instalación de detección de incendios en la zona del transformador 66/30 kV y en el edificio, en las salas de distribución de 30 kV, mando y control. Dicha instalación estará formada como mínimo por los siguientes equipos y aparatos:

- 1 Central compacta microprocesada de doce zonas, con resistencias fin de línea, con controles de activación de sirena, paro de zumbador, rearme, anulación de zona, pruebas y batería.
- 1 Sirena exterior de alarma de policarbonato, autoprotegida, homologada según normas europeas, con lámpara lanza destellos y batería propia.
- 11 Detectores iónicos de humos. Dispone de leds de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo, con sistema magnético de prueba.
- 3 Detectores termovelocimétricos para el transformador de potencia instalación intemperie, para el grupo electrógeno y cualquier otro equipo que lo requiera, con soportes, doble circuito de detección, disparo a 80 °C y sistema magnético de prueba.
- 6 pulsadores de alarma, rotura de cristal.

La instalación anti-intrusismo estará compuesta de:

- 6 detectores de infrarrojos.

Se incluye canalización, instalación, cableado bajo tubo metálico roscado galvanizado y herrajes necesarios para sujeción de detectores.

- 1 centralita combinada de detección de incendios y anti-intrusismo de 3 zonas.
- 1 sirena con piloto de señalización antivandálica de instalación exterior.
- 1 cerradura codificada.

La instalación se realizará bajo tubo de acero zincado, completándose el cableado, conexionado y puesta a punto.

Los cables utilizados serán de obligatoriamente de cobre electrolítico, tipo BLINDEX, con composición nx1 mm², (nx1,5 mm² para mandos) dependiendo n del número de señales o mandos a cablear en cada equipo, dejando 1 cable de reserva. La ejecución será flexible, clase 5, con pantalla de trenza de cobre al 70% de cobertura.



3.4.14.2. MATERIALES DE PROTECCIÓN, SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN.-

En el interior del edificio de distribución 20 kV, mando y control se dispondrán todas las medidas necesarias para que el personal se encuentre protegido contra los contactos con los puntos en tensión y los efectos de las explosiones de los aparatos.

Con objeto de advertir al personal del peligro, se colocarán tanto placas de peligro de muerte como de primeros auxilios en número y tamaño que exijan las normas. Estas estarán dispuestas de forma que puedan ser vistas con facilidad.

Se cumplirán todas las prescripciones de seguridad en cuanto a pasillos, inaccesibilidad de partes en tensión, tanto desde dentro como desde el exterior de la instalación, etc.

Asimismo, el recinto estará dotado de los siguientes elementos de protección, seguridad y señalización:

- Armario de primeros auxilios y botiquín.
- Placa de primeros auxilios.
- Placa de requisitos previos.
- Placas de señalización de peligro.
- Esquema Unifilar de la instalación enmarcado.
- Esquema de evacuación de la instalación enmarcado.
- Dos juegos de guantes homologados para 30 kV.
- Dos cinturones de seguridad.
- Una banqueta aislante de 36 kV servicio interior.
- Un casco con pantalla contra arco eléctrico.
- Cuatro extintores de dióxido de carbono de 5 kg.
- Dos carros extintores de dióxido de carbono de 20 kg.
- Una detectora de tensión en 66 kV.
- Una pértiga universal de maniobra y soporte de detectora de tensión de 66 kV.
- Una detectora de tensión umbral de 30 kV.
- Una pértiga universal de maniobra y soporte de detectora de tensión de 30 kV.
- Dos juegos de equipos de P. A T. de 90 mm² para barras 36 kV.
- Tres juegos de equipos de P. A T. de 90 mm², para barras 66 kV.
- Una pértiga de salvamento.



- Cuatro lámparas de emergencia portátiles con cargador.
- 90 m de cadena roja y blanca en dos rollos.
- 40 banderolas de seguridad.
- Señales de salida y salida de emergencia sobre las puertas y pasillos.
- Panel soporte con las distintas palancas y llaves de accionamiento de los distintos equipos de la subestación, totalmente identificados.

En las puertas del edificio y por el exterior se fijarán placas identificativas de riesgo eléctrico.

En el portón de entrada a la subestación se fijará una placa idéntica a las anteriores.

El edificio estará protegido contra descargas atmosféricas por un pararrayos de tipo dieléctrico de 50 m de radio de acción conectado a una toma de tierra formada por un electrodo de placa de 50x50 cm.

3.4.14.3. CLIMATIZACIÓN DE DEPENDENCIAS DEL EDIFICIO.-

La calefacción y climatización consiste en la instalación de los siguientes equipos:

- 1 P/A aire acondicionado de sala de control fotovoltaico en base a:
 - 2 equipos tipo split cassette con bomba de calor de 3000 kcal/h de potencia frigorífica y 3250 kcal/h de capacidad calorífica.
- 1 P/A aire acondicionado de sala de control en base a:
 - 2 equipos tipo split cassette con bomba de calor de 4200 kcal/h de potencia frigorífica y 4600 kcal/h de capacidad calorífica.
- 1 P/A calefacción de cuartos de baño a base de:
 - 2 radiadores eléctricos de 2 kW.
 - 2 tomas de corriente schuko de 16 A para su alimentación del radiador.

3.4.14.4. VENTILACIÓN DE DEPENDENCIAS DEL EDIFICIO.-

La ventilación consiste en la instalación de los siguientes equipos:

- 1 P/A ventilación de sala de servicios auxiliares a base de:
- 2 ventiladores – impulsores de aire centrífugo, dotado de filtro.
- 2 termostatos a través de contactor situado en cuadro de alumbrado y fuerza.



- Rejillas de entrada de aire con filtro.

Se incluye instalación con cable RZ1 0,6/1 kV de 2,5 mm² bajo tubo metálico roscado, empleándose cajas de derivación estancas.

3.4.14.5. INSTALACIONES ASOCIADAS A CONTROL NIVELES AGUA.-

1 P/A instalación de detector de nivel máximo de agua en arqueta de recogida de aceite de foso de transformador a base de:

Suministro e instalación de conductor de 3x2,5 mm² de alimentación a detector de nivel.

Suministro e instalación de conductor de 2x2,5 mm² de conexión de detector a cuadro de control, por canalización existente.

Se incluye instalación, conexión y herrajes necesarios para la sujeción del nivel.

1 P/A instalación de detector de nivel mínimo de agua en depósito de agua de la subestación en base a:

Suministro e instalación de conductor de 3x2,5 mm² de alimentación a detector de nivel.

Suministro e instalación de conductor de 2x2,5 mm² de conexión de detector a cuadro de control, bajo tubo metálico enchufable.

Se incluye canalización, instalación, conexión y herrajes necesarios para sujeción del nivel.

Conexiones equipotenciales entre grifo de ducha, mando, desagüe y electrodo de tierra según R.E.B.T.

4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS.-

4.1. CONDICIONES GENERALES ECONÓMICAS.-

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Para aquellos supuestos que no se hallen determinados o descritos con cierta exactitud en los documentos del proyecto, se seguirá con la buena construcción y el buen hacer por parte de la contrata, siempre de acuerdo con lo dispuesto por los técnicos dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Por el contrario, toda modificación de la obra que suponga un incremento



de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más del 10% será consultado con la propiedad.

Todos los gastos originados por las pruebas o ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las instalaciones serán de cuenta de la contrata.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo de la contrata.

El plazo para la realización de la misma se pactará entre el constructor y el contratista, y empezará a contar a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación al contratista.

En el caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra se las encargará realizar a un tercero o podrá realizarlo por administración, abonando su importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios existentes ante una partida de precios contradictorios. El precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista.

Las construcciones que hubiera serán referidas siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4.2. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.-

4.2.1. GARANTÍAS.-

El ingeniero director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si este reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el contratista antes de la firma del contrato.

4.2.2. FIANZAS.-

En caso de que la obra o instalaciones se realicen por contrato, el contratista estará obligado a prestar fianza, mediante un depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3% y 10% del precio total de contrato, o bien mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción de la obra.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre



y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del alcalde del distrito municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, de que no existe reclamación alguna contra el por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

4.3. PRECIOS Y REVISIONES.-

4.3.1. PRECIOS CONTRADICTORIOS.-

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.
- La dirección técnica estudiará el que, según su criterio deba utilizarse.
- Si ambos son coincidentes se formulará por la dirección técnica el acta de avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. director propondrá a la administración que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo, ya se hubiese comenzado, el adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. director y a concluirla a satisfacción de este.

4.3.2. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIO.-

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del



presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, al no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el ingeniero director o contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

4.3.3. ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO.-

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el estado, provincia o municipio.

Por esta razón, no se abonará al contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos, los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

4.4. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.-

4.4.1. VALORACIÓN DE LA OBRA.-

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja subasta hecha por el contratista.

4.4.2. MEDIDAS PARCIALES Y FINALES.-

Las medidas parciales se verificarán en presencia del contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado y que será firmada por ambas partes. La



medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición y en los documentos que le acompañan deberá aparecer la confirmación del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

4.4.3. EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO.-

Se supone que el contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el proyecto, y por lo tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar disposición alguna en cuanto afecta medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

4.4.4. VALORACIÓN DE OBRAS INCOMPLETAS.-

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

4.4.5. CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS LIQUIDACIONES PARCIALES.-

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho contratista los comprobantes que se exijan.

4.4.6. PAGOS.-

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra expedidas por el ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

4.4.7. SUSPENSIÓN POR RETRASO DE PAGOS.-

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.



4.4.8. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DE LOS TRABAJOS.-

El importe de la indemnización que debe abonar el contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el que se haya estipulado, en su caso, en el contrato. A dicho importe podrá añadirse el derivado de los perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación en la fecha prevista.

4.4.9. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA.-

El contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionado en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos, únicamente los que siguen:

1º.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.

2º.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3º.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

4º.- Los que provengan de movimientos de terreno en que estén construidas las obras.

5º.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá exclusivamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones propiedad de la contrata.

4.5. VARIOS.-

4.5.1. MEJORA DE LAS OBRAS-

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

4.5.2. SEGURO DE LOS TRABAJOS.-

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo



el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la sociedad asegurado en caso de siniestro se ingresará a cuenta a nombre del propietario para que, con cargo ella, se abone la obra que se construya, y a medida que esta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecha en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el ingeniero director.

En las obras de reforma o reparación se fijará previamente la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.



**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA 66/30 KV DE 60MVA "EL CERRO"
PARA LA EVACUACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA "EL
CERRO"**

SITUACIÓN:

**POLÍGONO 12, PARCELA 1
Término municipal de BURGUILLOS DEL CERRO**

Documento: PRESUPUESTO



1.- TENSIÓN DE 132 KV.-

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario	Precio TOTAL
	1	Transformador de potencia de 60 MVA, trifásico, refrigeración ONAN-ONAF, con baño de aceite, relación 66±11x1,2/30 kV y regulación en carga	234.000	234.000,00
	1	Interruptor automático tripolar de SF6 72,5 kV, 3150 A y 31,5 kA de poder de corte	11.232,5	11.232,50
	6	Transformadores de intensidad, relación 300-600/5-5-5 A, 15 VA, Cl. 0,5, 30 VA 5P20	2.460	2.460,00
	1	Seccionador tripolar de tres columnas, rotativo, 2000 A, y 66 kV con mando manual	5.547	5.547,00
	3	Pararrayos autoválvulas	2.104	6.312,00
	3	Aisladores de apoyo de 66 kV, tipo EM100-127	140	420,00
		TOTAL PARCIAL.....		259.971,50 €



Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario	Precio TOTAL
	4.500	kg. de estructura metálica galvanizada con herrajes y tornillería	1,62	7.290,00
	100	kg. de cable de aluminio homogéneo ARBUTUS de 26 mm Ø para embarrados	3,07	307,00
	262,6	kg. de tubo de Al de 100/90 mm para embarrados principales	3,61	947,99
	263,8	kg. de tubo de Al de 80/64 mm para embarrados	3,61	952,32
	175	kg. de cable de cobre electrolítico de 12,60 mm Ø para red de tierras	2,52	441,00
	172,8	kg. de cable de cobre electrolítico de 12,60 mm Ø para red de tierras en montaje	2,52	435,46
	1	Conjunto de piezas de conexión y soldadura de tierras inferiores	1060	1060,00
	1	Conjunto de piezas de conexión y derivación para embarrados de 66 kV	914	914,00
		TOTAL PARCIAL		12.347,77 €
		TOTAL TENSIÓN DE 66 kV.....		272.319,27 €



2.- TENSIÓN DE 30 KV.-

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario	Precio TOTAL
	1	Batería de condensadores de 4000 kVAr	17.515	17.515,00
	1	Reactancia de puesta a tierra de 1000 A, 10 seg	10.217	10.217,00
	1	Transformador de servicios auxiliares 30/0,4 kV, 250 kVA	6.864	6.864,00
	3	Seccionadores unipolares para 30 kV, 2000 A	675	2.025,00
	3	Autoválvulas tipo UHS- 21	511	1.533,00
	3	Aisladores de apoyo C4-170	48	144,00
	1	Conjunto de celdas metálicas prefabricadas tipo interior de 30 kV formado por seis (6) celdas	166.923	194.744,00
		TOTAL PARCIAL.....		205.221,00 €



Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario	Precio TOTAL
	750	kg. de estructura metálica galvanizada con herrajes y tornillería	1,62	1.215,00
	19	kg. de tubo de Cu de Ø 25/19 mm para embarrado	4,33	82,27
	62	kg. de tubo de Cu de Ø 40/34 mm para embarrado	5,90	365,80
	125	m. de cable unipolar de Al tipo HEPRZ-1, serie 18/30 kV de 240 mm ² + H25	8,10	1.012,50
	360	m. de cable unipolar de Al tipo HEPRZ-1, serie 18/30 kV de 400 mm ² + H25	9,60	3.456,00
	3	Terminales tipo TES-24-R/400 mm ² Al	45,68	137,04
	6	Terminales tipo TES-24-R/240 mm ² Al	42,67	256,02
	1	Conjunto de piezas de conexión y soldaduras de tierras inferiores	200	200,00
	1	Conjunto de piezas de conexión y derivación	400	400,00
		TOTAL PARCIAL.....		7.124,63 €
		TOTAL TENSIÓN DE 30 KV.....		212.345,63 €



3.- CONTROL Y PROTECCIONES.-

Part.	Cant.	C O N C E P T O	Precio Unitario	Precio T O T A L
1	3	Panel para protecciones, incluyendo equipos de protecciones digitales integrales e interfase con la UCS	15.000	45.000,00
2	1	Armario como Unidad Control de la Subestación (UCS)	36.000	36.000,00
3	4.000	m. de cable de fuerza y control, 0,6/1 kV de diversas composiciones	2,88	11.520,00
TOTAL CONTROL Y PROTECCIONES				92.520,00 €

4.- INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.-

Part.	Cant.	C O N C E P T O	Precio Unitario	Precio T O T A L
1	3	Cajas de centralización para T/i	252,43	757,59
2	1	Cajas de centralización para T/t línea	252,43	252,53
3	P.A.	Alumbrado del Centro	1.200	1.200,00
TOTAL INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS				2.210,12 €



5.- OBRA CIVIL.-

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario	Precio TOTAL
Adecuación del emplazamiento				
1	200	ml. Tendido y colocación cable Cu. 120 de tierras inferiores	18,76	3.752,00
2	50	Ud. Soldadura Cadweld	12,62	631,00
3	125	ml. Suministro y colocación bordillos prefabricados hormigón	15,03	1.878,75
4	110	m2 firme de carretera con hormigón armado y subbase granular	25,84	2.842,40
Cimentaciones y bancadas				
5	26	m3 demolición de hormigón en masa	45,08	1.172,08
6	5	m3 demolición de hormigón armado	54,09	270,45
7	170	m3 excavación de tierra en cimientos y zapatas	18,03	3.065,10
8	18	m2 encofrado madera ordinaria	19,23	346,14
9	30	m2 encofrado madera cepillada o con chapas metálicas	22,84	685,20
10	79	m3 hormigón armado HA-25	108,18	8.546,22
11	38	M3 hormigón en masa HM-20	20,43	776,34
12	2	Ud. rejilla de foso para bancada	72,12	144,24
13	800	Kg. acero corrugado AEH-400N	0,96	768,00
		Galería y zanjas de cables		
14	260	ml. drenaje de Ø 125 mm	31,25	8.125,00
15	20	ml. tubería GLASSMAN NW-100 mm	9,02	180,40
16	50	ml. tubería GLASSIDUR Ø 110 mm	10,22	511,00
17	6	Ud. arqueta registro paso de cables	210,35	1.262,10
18	155	ml. canal de cables sencillo	63,11	9.782,05
19	110	ml. canal de cables tipo doble	101,57	11.172,70
20	13	ml. galería de cables de un conducto		



Part.	Cant.	C O N C E P T O	Precio Unitario	Precio T O T A L
		en paso de carretera	66,11	859,43
21	25	m3 gravilla bajo zanjas de cables	11,27	281,75
Acabado				
22	105	m3 gravilla de caliza	23,44	2.461,20
23	1	Ud. retirada de gravilla	601,01	601,01
TOTAL OBRA CIVIL				59.368,56 €

6.- MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.-

Part.	Cant.	C O N C E P T O	Precio Unitario	Precio T O T A L
1	-	5% del total de la obra electromecánica	-	32.512,30
TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				32.512,30 €



RESUMEN

1.-	TENSIÓN DE 66 kV	272.319,27	Euros
2.-	TENSIÓN DE 30 kV	212.345,63	Euros
3.-	CONTROL Y PROTECCIONES	92.520,00	Euros
4.-	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	2.210,12	Euros
5.-	OBRA CIVIL	59.368,56	Euros
6.-	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	32.512,30	Euros
	TOTAL	671.275,88	EUROS

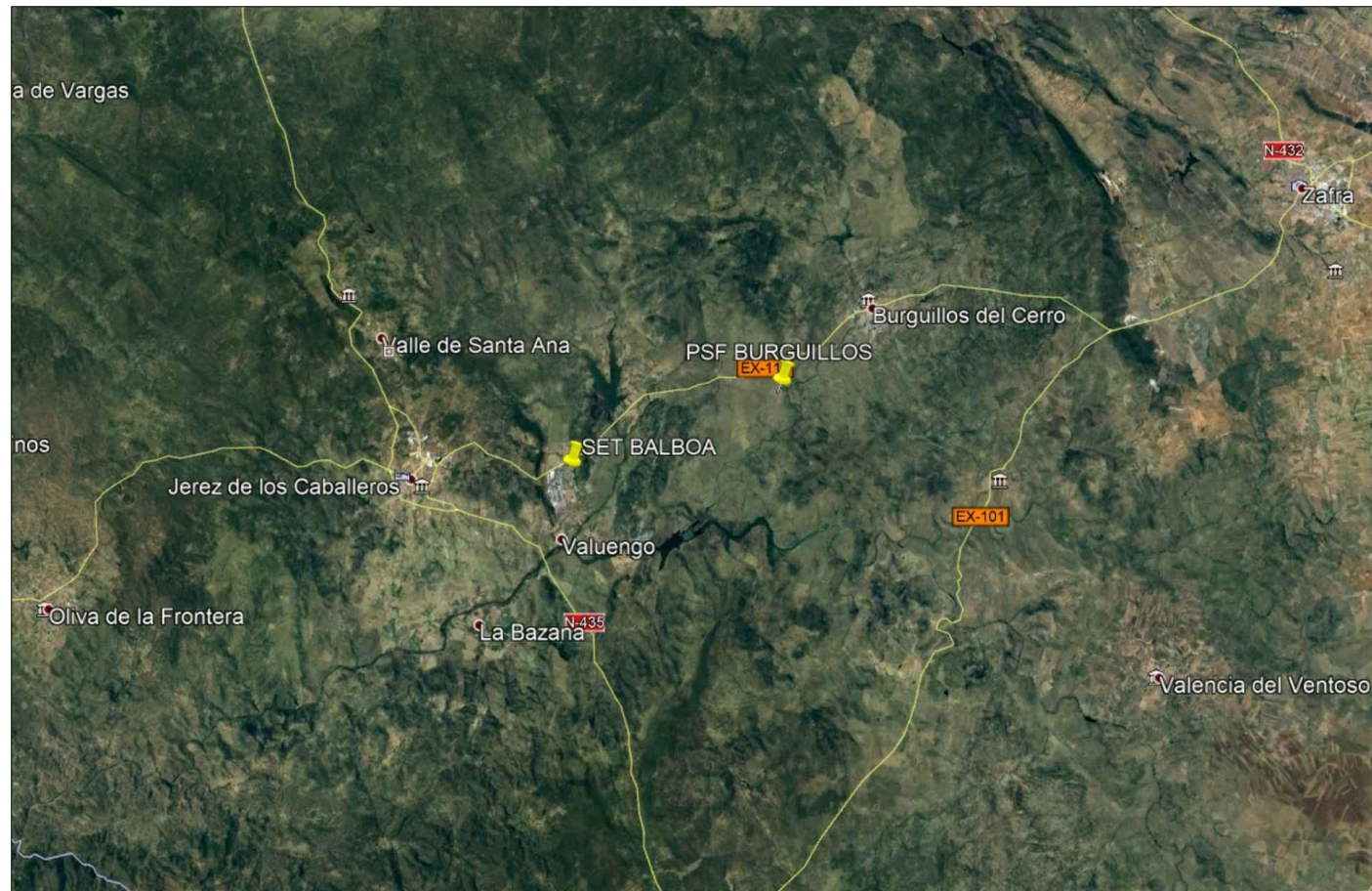
El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de **SEISCIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y OCHO** (671.275,88 €).

Albacete, agosto de 2020

EL INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado Nº 107

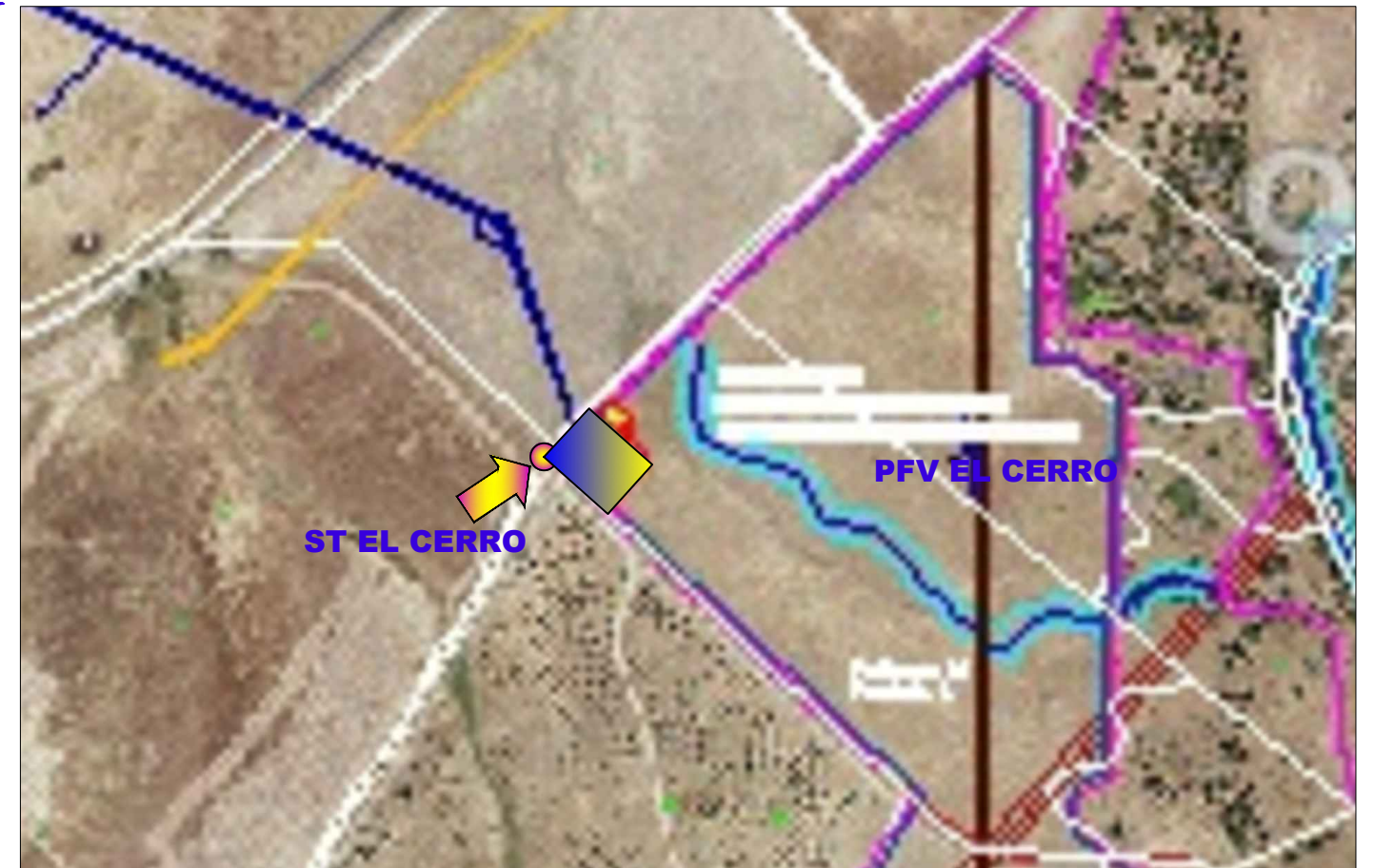
Fdo.: Luis Serrano Gómez





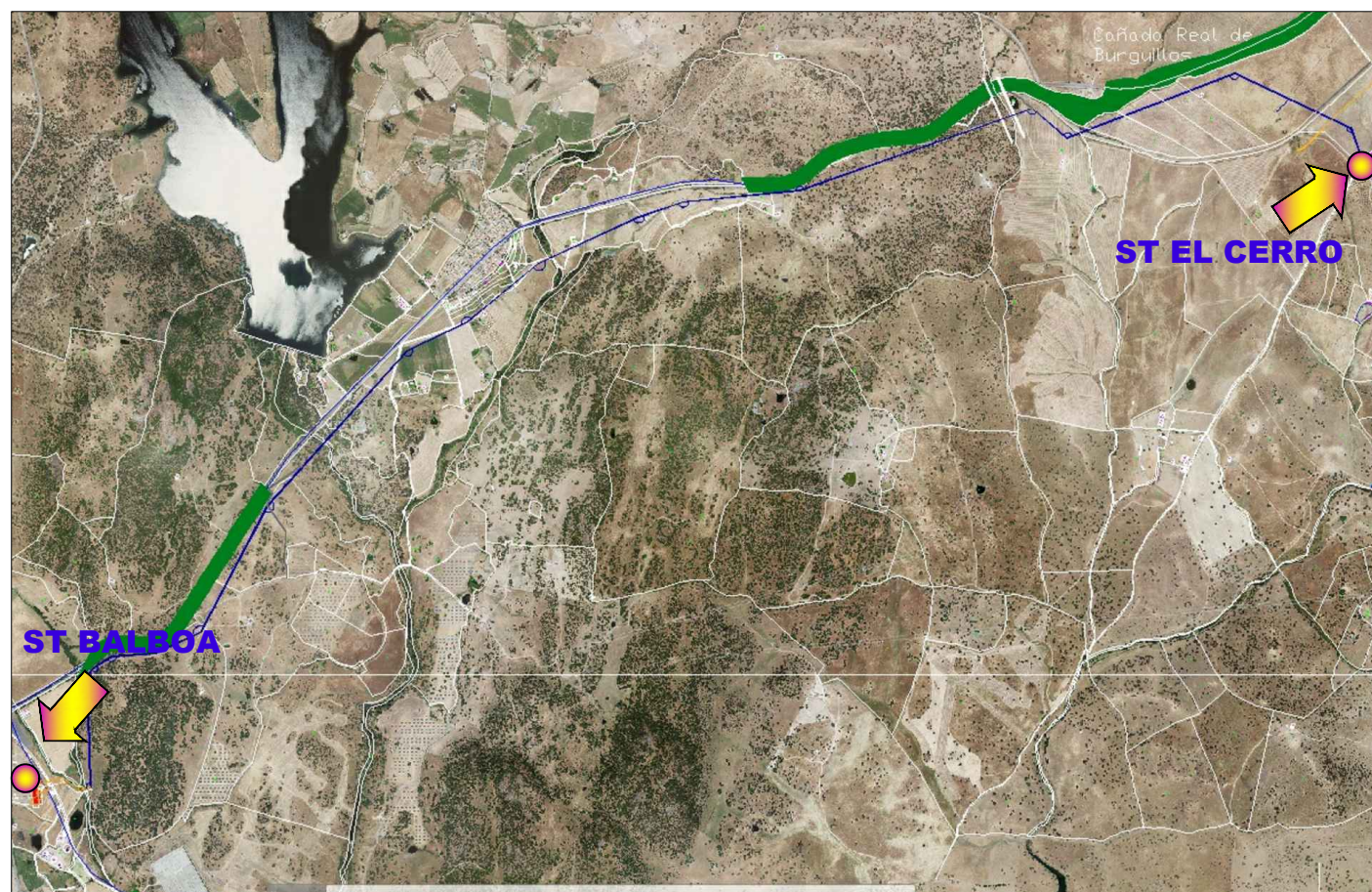
SITUACIÓN

Escala: S/E



EMPLAZAMIENTO

Escala: S/E



EMPLAZAMIENTO

Escala: S/E

ST EL CERRO	COORDENADAS UTM (HUSO 29, ETRS89)	
	X	Y
1	707019,07	4247607,78
2	707046,21	4247579,47
3	707020,8	4247555,12
4	706993,67	4247583,42

PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO:	PLANO N° 1
ESCALA: S/E	varias	
		N° HOJA 01 DE 01

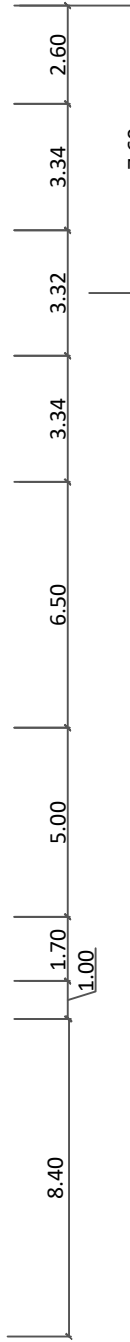
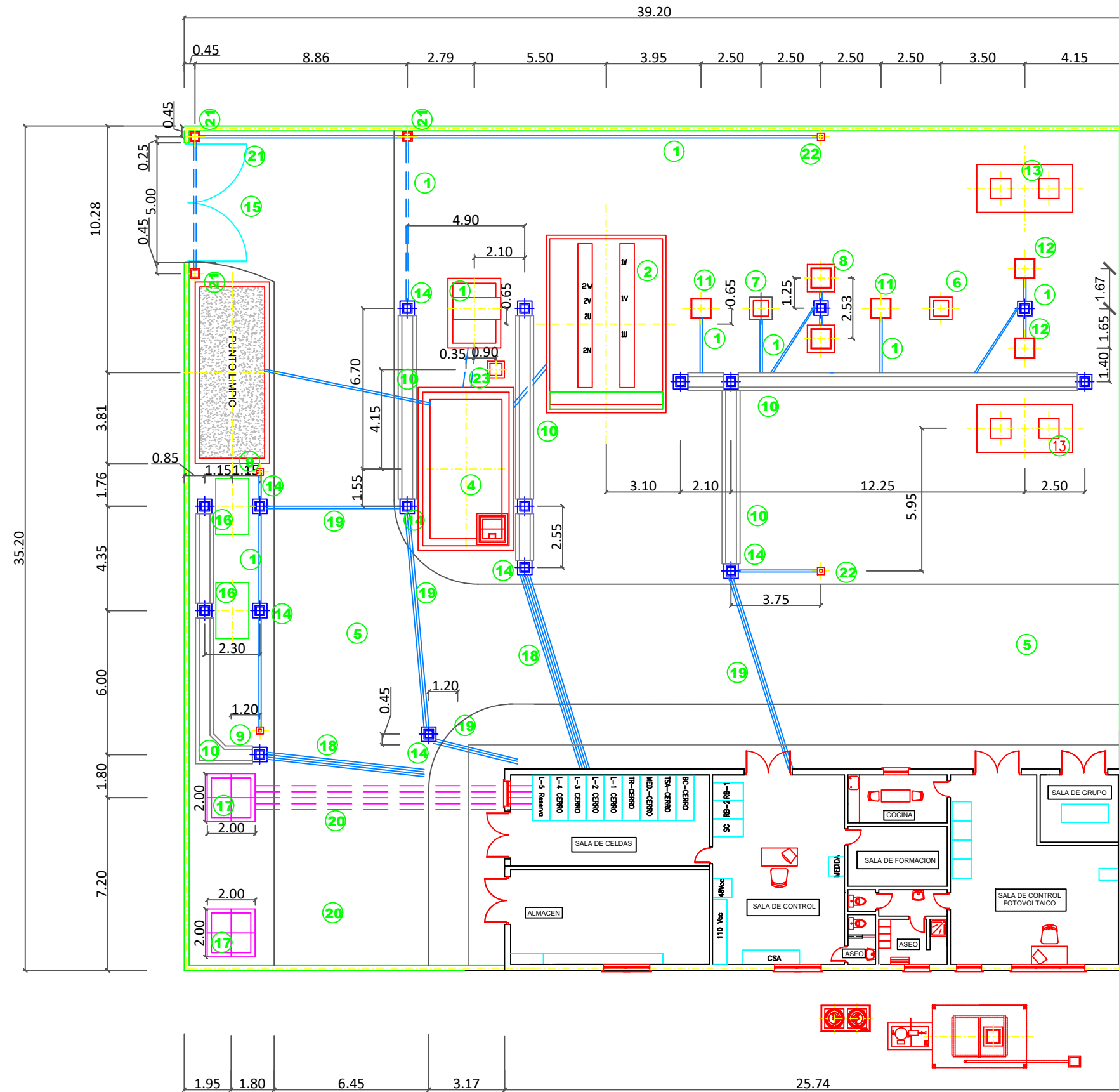


LUIS SERRANO GOMEZ
C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ºH
02006 Albacete
Tlfno.: 646-727304
lserragom@hotmail.com

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107

PLATAFORMA ST 50X70



PLATAFORMA ST 50X70

CUADRO DE CIMENTACIONES Y CANALES			
Posición	Cantidad (ud)	Longitud (m)	Denominación
1		41m	TUBO "GLASSMAN" NW-100
2	1		BANCADA TRANSFORMADOR
3	1		BANCADA REACTANCIA P. a T.
4	1		DEPÓSITO RECOGIDA DE ACEITE TRANSFORMADOR
5			VIAL (SECCIÓN TIPO)
6	1		CIMENTACIÓN AUTOVÁLVULA
7	1		CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
8	2		CIMENTACIÓN INTERRUPTOR
9	2		CIMENTACIÓN PARA FAROLA
10		55m	ZANJA DE CABLES SENCILLA
11	2		CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
12	2		CIMENTACIÓN SECCIONADOR
13	2		CIMENTACIÓN PÓRTICO
14	16		ARQUETAS
15	1		CIMENTACIÓN PUNTO LIMPIO
16	2		CIMENTACIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES
17	1		ARQUETA ENTRADA DE CABLES
18		50m	TUBO PVC 150 Ømm
19		42m	TUBO PVC 100 Ømm
20	8		TUBO PVC 200 Ømm y 9,5m DE LONGITUD
21	2		ARQUETA PARA ILUMINACIÓN
22	2		CIMENTACIÓN DE PROYECTOR
23	1		CIMENTACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

NOTA.-
NIVEL DE ASLAMIENTO DEL PARQUE (S/MIE RAT 12) PARA ALTURA DE <1000 MSNM:

TENSION MAXIMA	TENSION NOMINAL A IMPULSOS TIPO RAYO	DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES EN AIRE
72,5 kV	140 kV	630 mm
24 kV	125 kV	220 mm

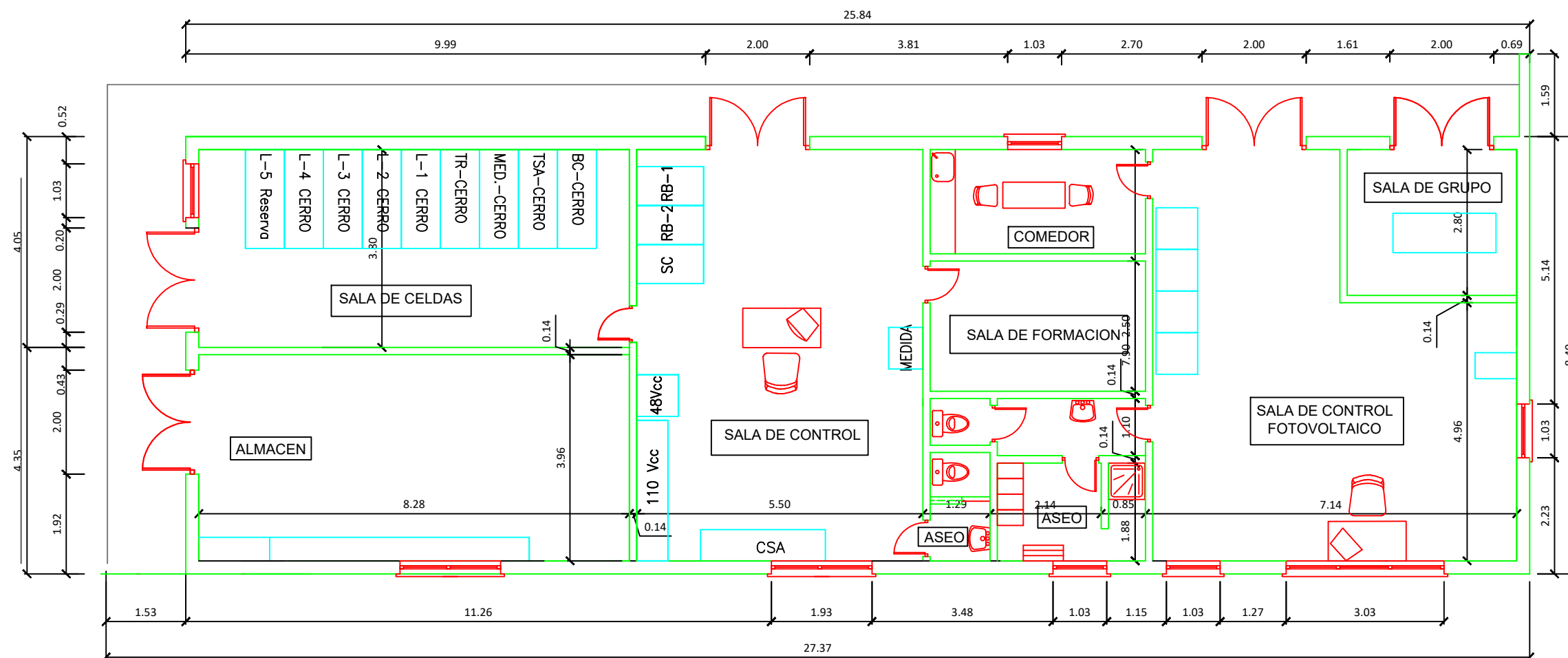
PLANOS DE REFERENCIA.-
PARQUE 66 KV. SECCIONES


PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M.DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO: PLANO DE CIMENTACIONES	PLANO N° 2
ESCALA: 1/200		Nº HOJA 01 DE 01

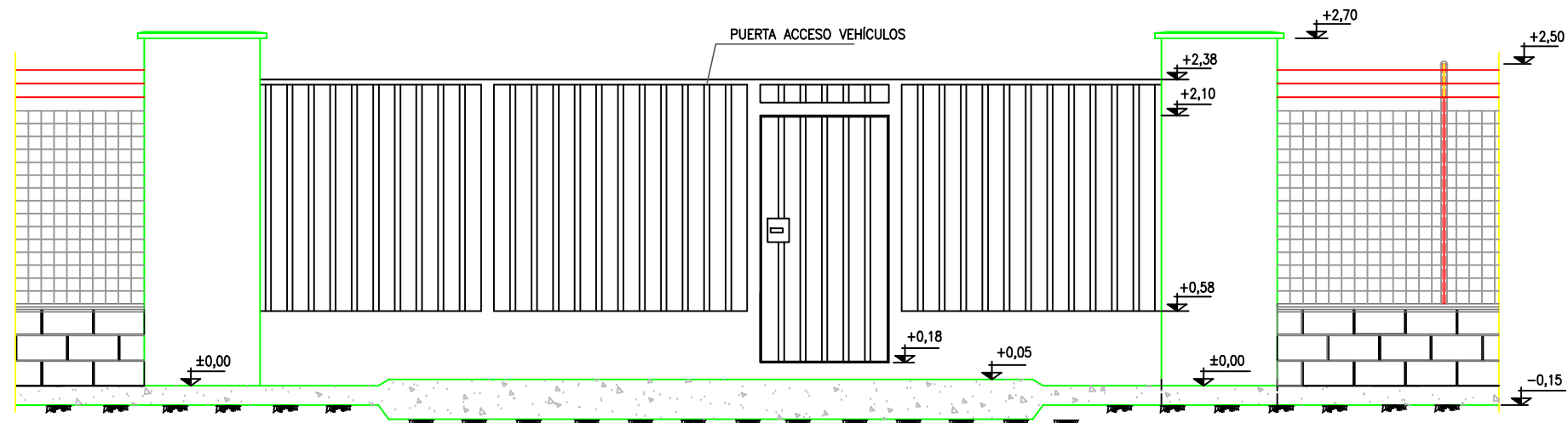


LUIS SERRANO GOMEZ
C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH
02006 Albacete
Tfno.: 646-727304
lserragom@hotmail.com

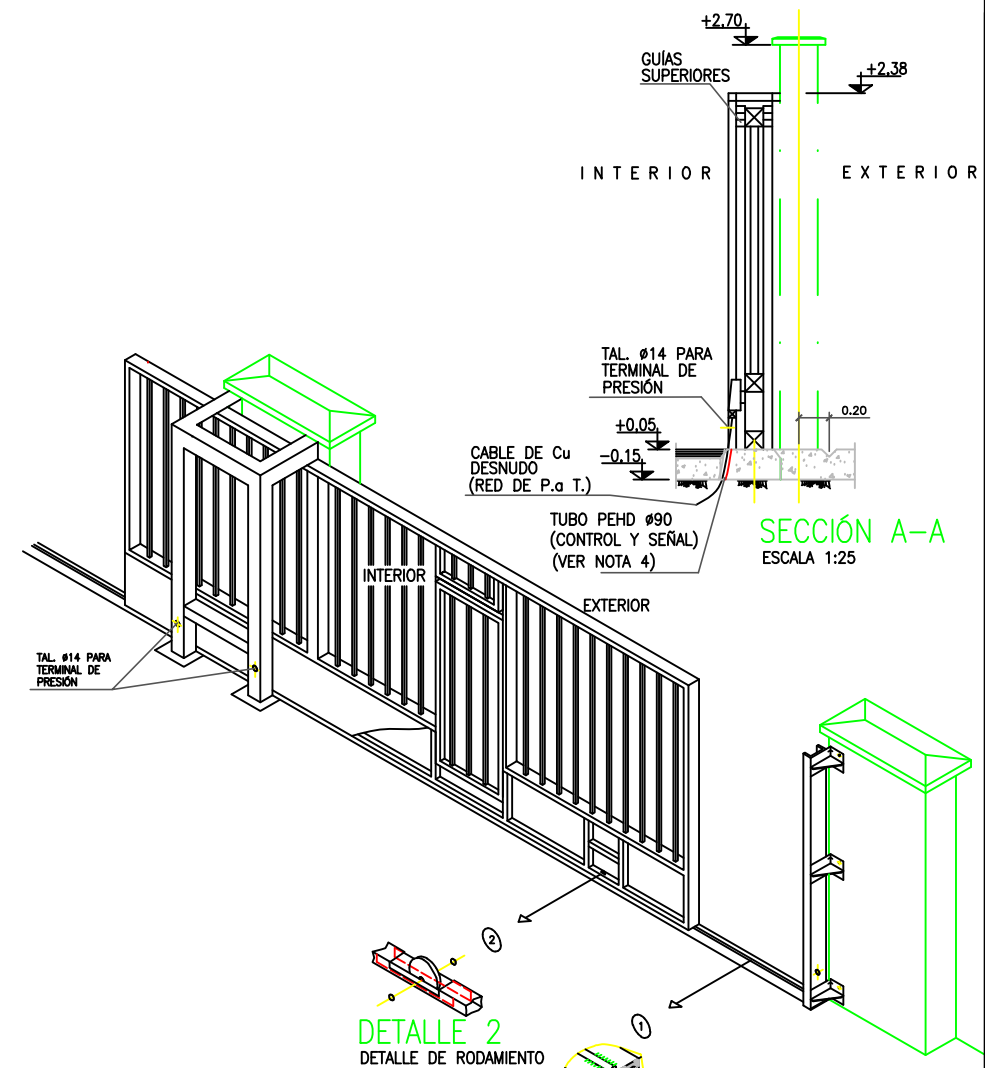
El Ingeniero Industrial
Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107



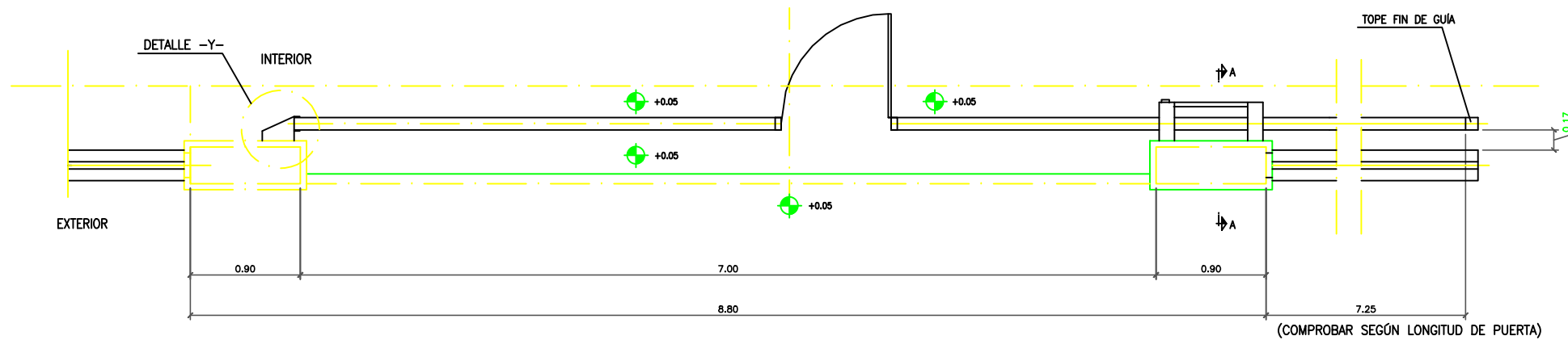
PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO: PLANO DE DISTRIBUCIÓN Y COTAS DEL EDIFICIO	PLANO N° 3
ESCALA: 1/100		N° HOJA 01 DE 01
 LUIS SERRANO GOMEZ C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH 02006 Albacete Tfno.: 646-727304 lserragom@hotmail.com		El Ingeniero Industrial Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107



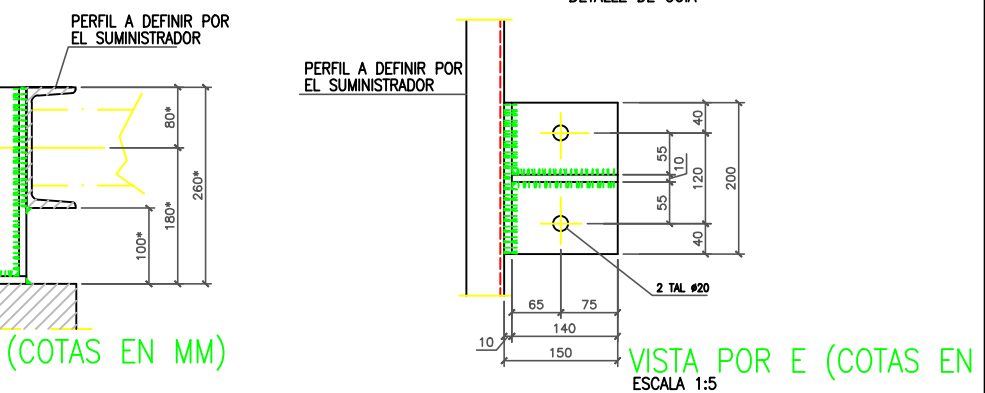
ALZADO



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:25

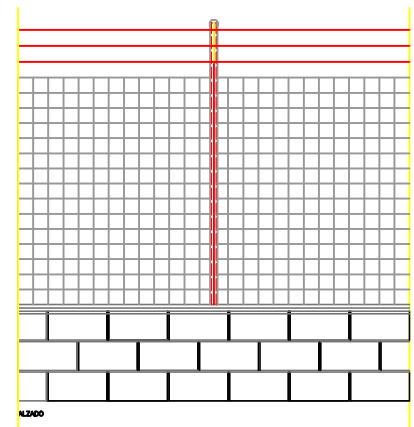


PLANTA
ESCALA 1:25

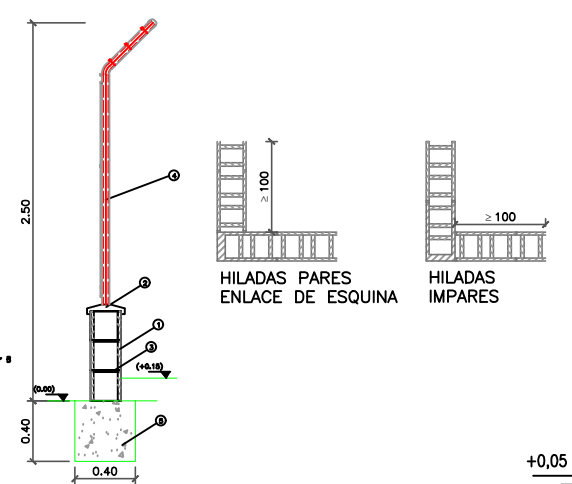


DETALLE Y (COTAS EN MM)
ESCALA 1:5

VISTA POR E (COTAS EN MM)
ESCALA 1:5



SECCION B-B



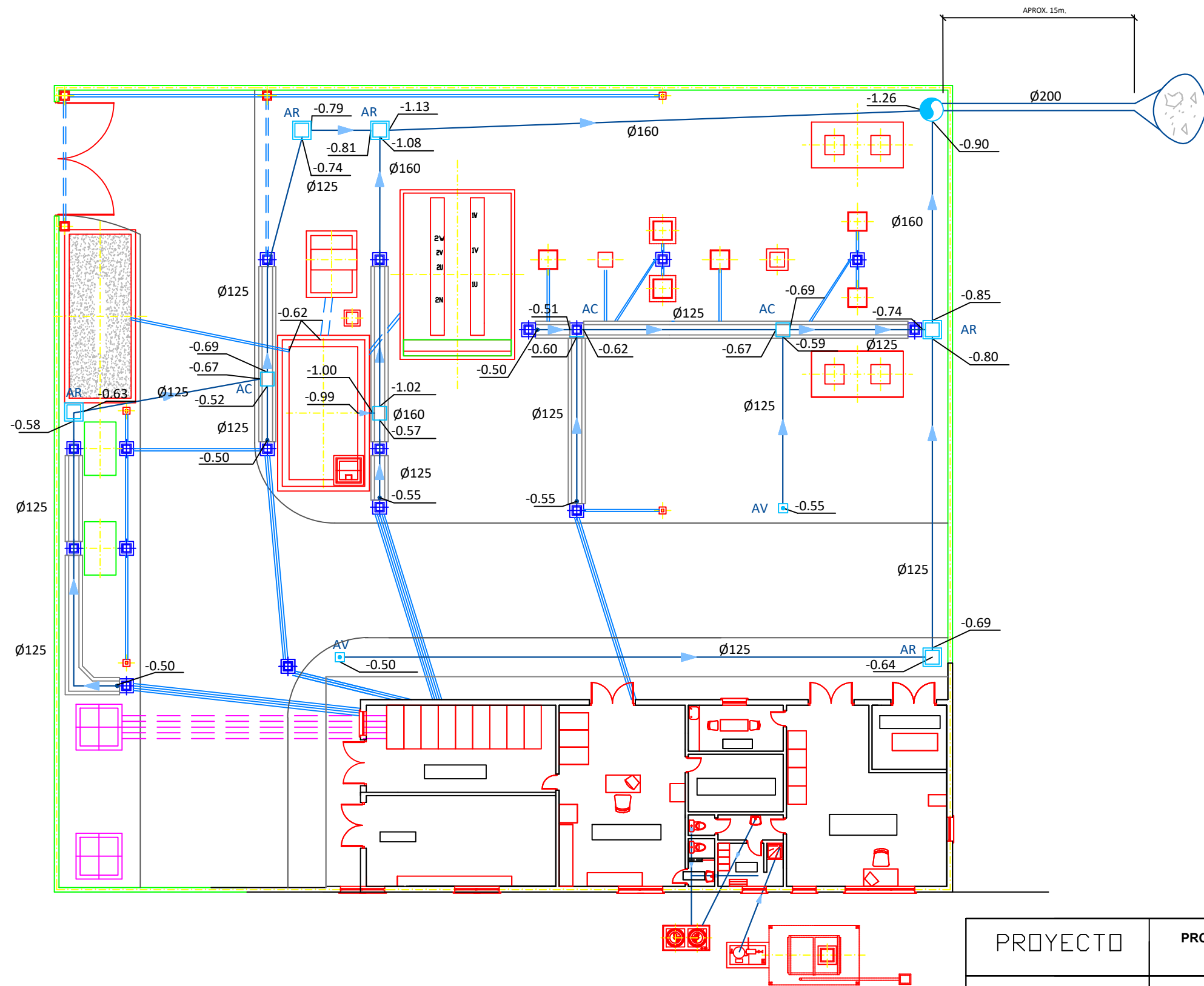
- SECCIONES VERTICALES
- ① BLOQUE HUECO DE HORMIGÓN 39x19x19 cm, COLOCADO A DOS CARAS VISTAS
 - ② ALBARDILLA
 - ③ MORTERO DE CEMENTO Y ARENA DE DOSIFICACIÓN 1:6
 - ④ MALLADO PERIMETRAL MALLA DE SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA
 - ⑤ HORMIGÓN ZAPATA HM-20/P/20/I

- NOTAS.-
- 1.- CADA 5 BLOQUES SE DISPONDRÁ UN SOPORTE DE HORMIGÓN ARMADO.
 - 2.- LOS MUROS TENDRÁN UNA LONGITUD NO MAYOR DE 18 m Y A CADA LADO DE LA JUNTA ENTRE PAÑOS SE DISPONDRÁ UN SOPORTE DE HORMIGÓN ARMADO

PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO: PLANO DE DETALLES DE CERRAMIENTO	PLANO N° 4
ESCALA: VARIAS		Nº HOJA 01 DE 01

LUIS SERRANO GOMEZ
C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH
02006 Albacete
Tlfno.: 646-727304
lserragom@hotmail.com

El Ingeniero Industrial
Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107



SIMBOLOGIA.-

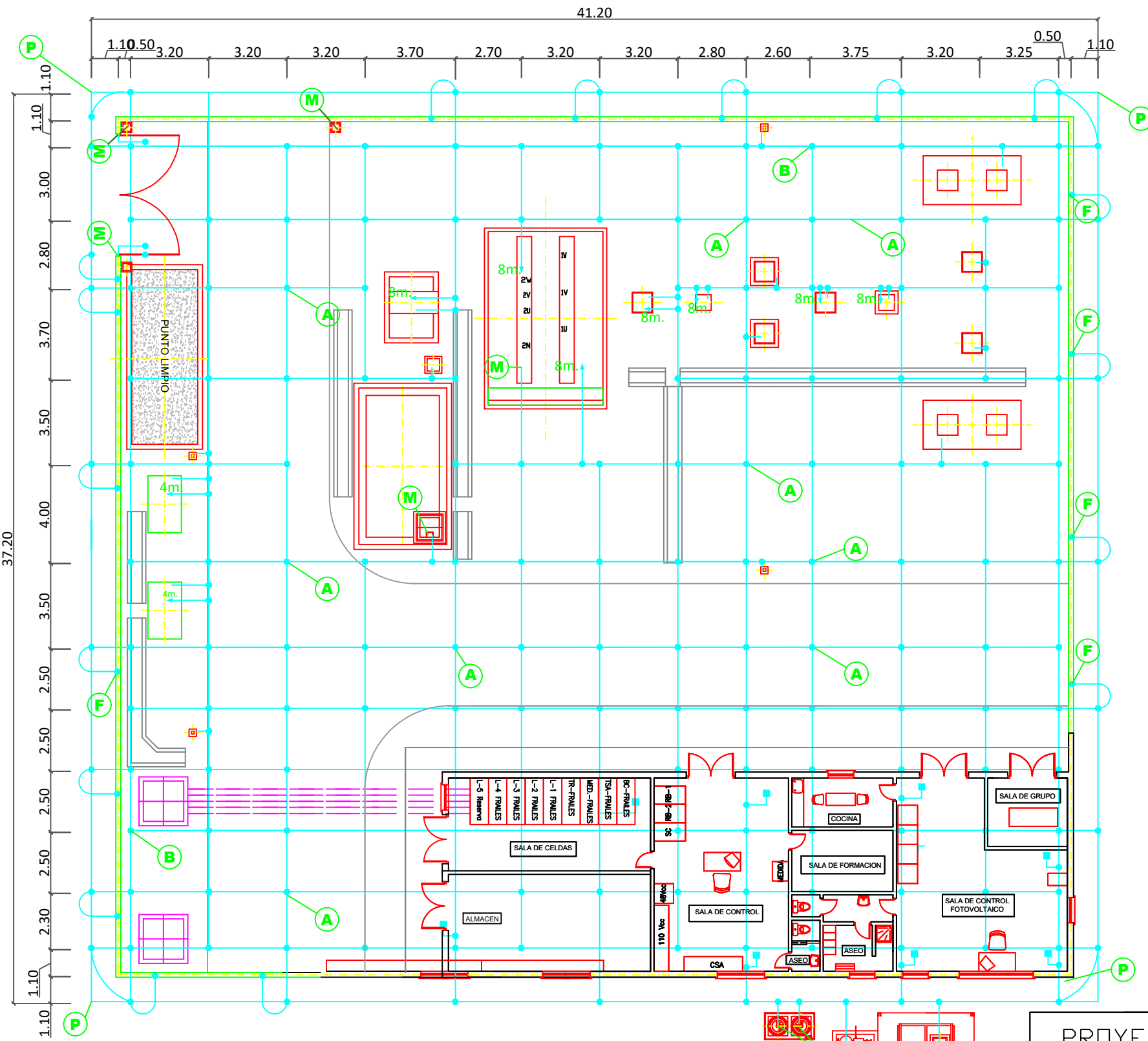
- PR- POZO DE REGISTRO
- AV- ARQUETA DE VENTILACION
- AR- ARQUETA DE REGISTRO (RED DRENAJE)
- AC- ARQUETA CIEGA
- TUBO CANALIZACION SISTEMA DE AGUAS
- COLECTOR DE PVC Ø200 (Pte. 1%)
- COLECTOR DE PVC, (Pte. 0,5%)
- TUBO DREN, GLASSIDREN O SIMILAR, (Pte. 0,5%)
- TUBO VIBROPRESADO Ø200 (TRANSFORMADORES) (Pte. 1%)
- ARRANQUE TUBO DREN SIN ARQUETA

PLANOS DE REFERENCIA.-

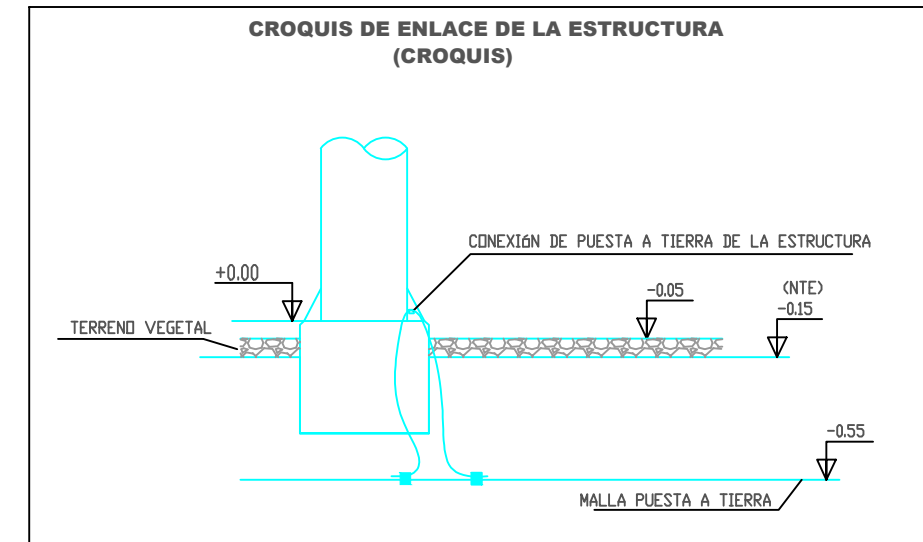
- ** DRENAJES SECCIONES Y DETALLES
- ** PLANTA DE CIMENTACIONES Y CANALES

PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO:	PLANO N° 5
ESCALA: 1/200	PLANO DE DRENAJES	
LUIS SERRANO GOMEZ C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH 02006 Albacete Tfno.: 646-727304 lserragom@hotmail.com		El Ingeniero Industrial Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107

N° HOJA
01 DE 01

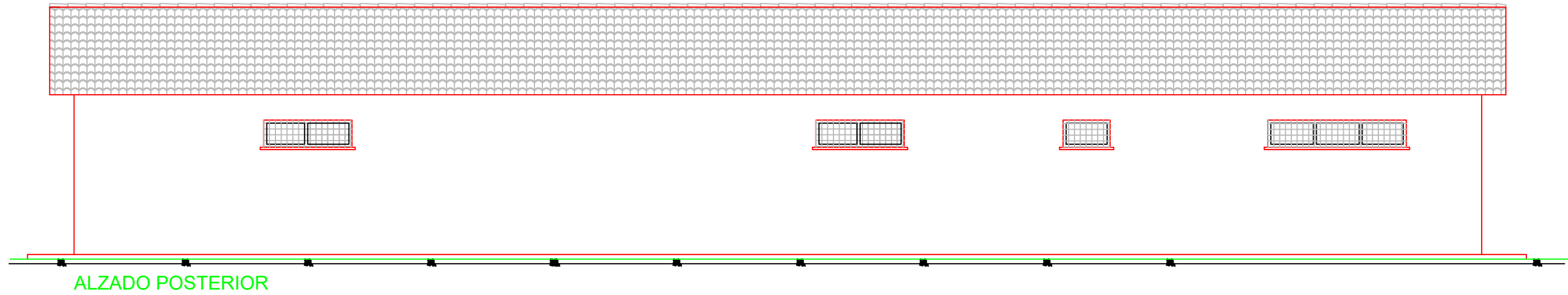


CUADRO DE PUESTA ATIERRA		
Posición	Cantidad	Denominación
C-1	1.430 m.	CABLE DESNUDO Cu de 13.82mmØ (S=150mm)
A	138	SOLDADURA "CADWELL" PARA UNIÓN EN CRUZ DE CABLE Cu DE 13.82mmØ (S=150mm)
B	102	SOLDADURA "CADWELL" PARA UNIÓN EN T DE CABLE Cu DE 13.82mmØ (S=150mm)
F	18	GRAPA DE ENLACE CON TIERRA PARA TUBO DE ACERO Ø48mm Y CABLE Cu DE 13.82mmØ (S=150mm)
M	10	TERMINAL DE PRESIÓN PARA ESTRUCTURA METÁLICA Y CABLE DE Cu DE 13.82mmØ (S=150mm)
P	4	PICA DE P. a T. DE ACERO COBRIZADO DE 2m DE LONGITUD

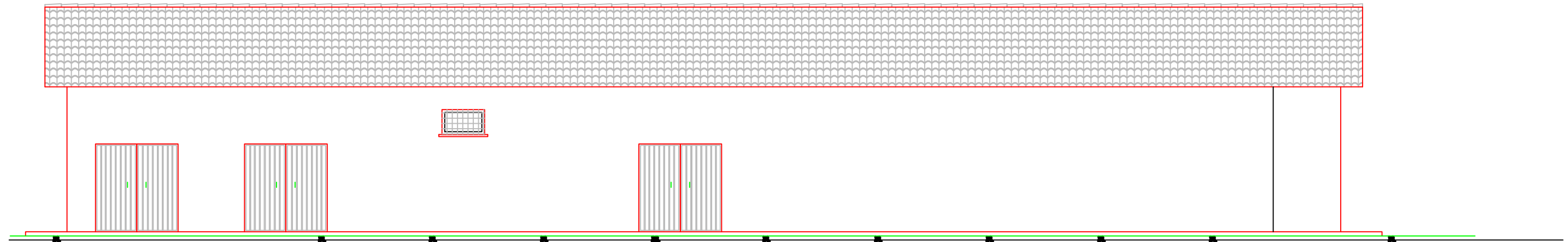


Simbología	
	CONEXIÓN CON LA RED DE TIERRAS DEL EDIFICIO
	PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA
	SUBIDA DIRECTA A APARATURA

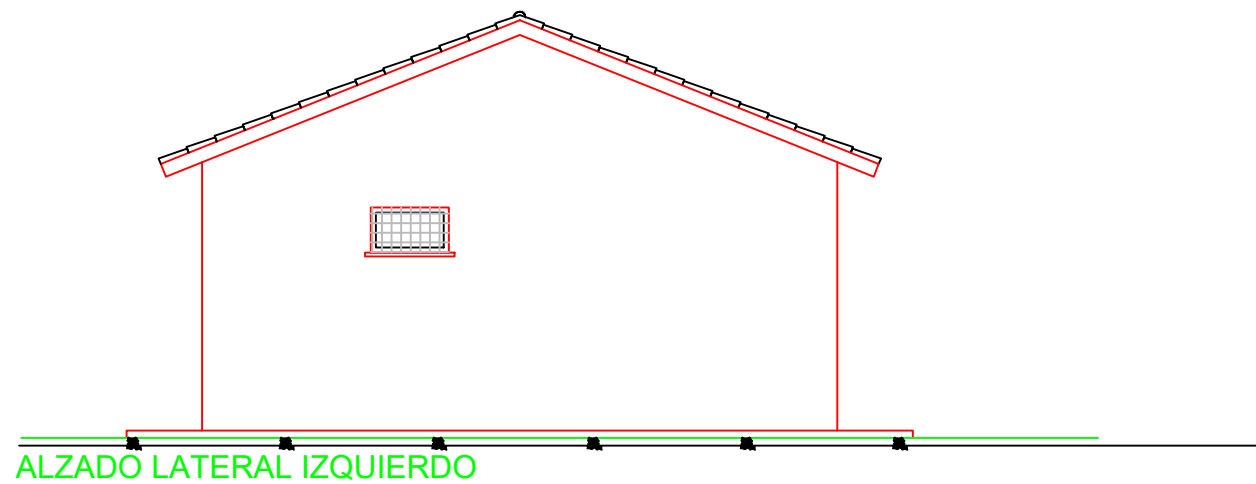
PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO:	PLANO N°
ESCALA: 1/200	PLANO DE PUESTA A TIERRA	6
		N° HOJA 01 DE 01



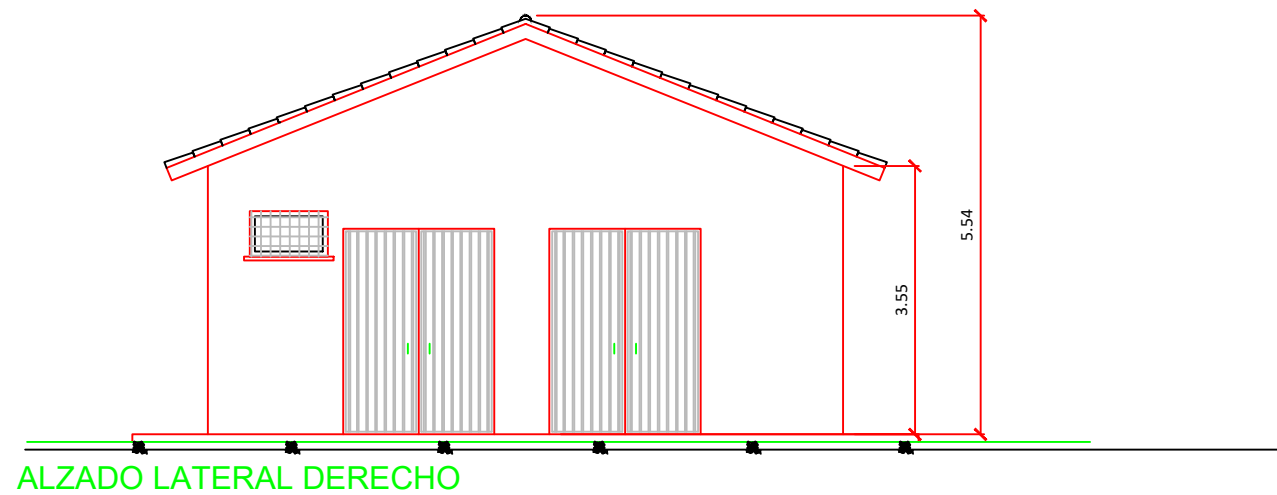
ALZADO POSTERIOR



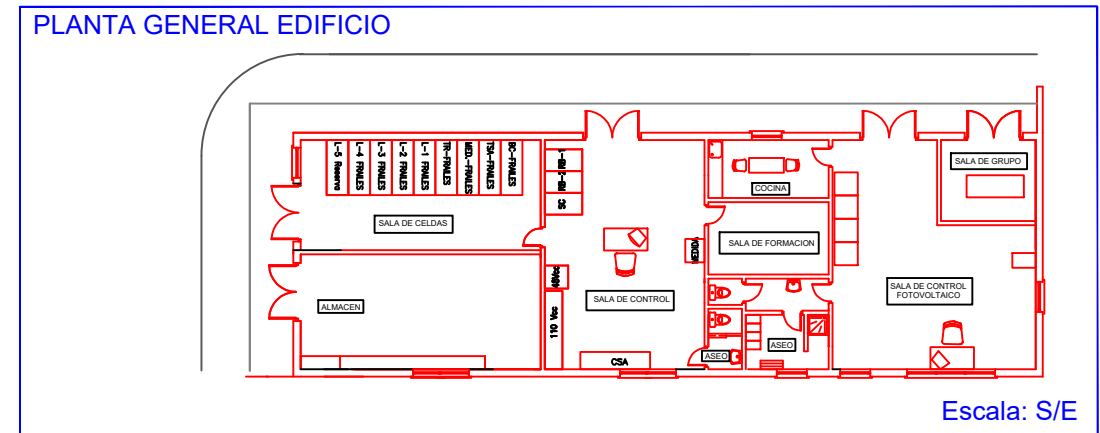
ALZADO PRINCIPAL




ALZADO LATERAL IZQUIERDO

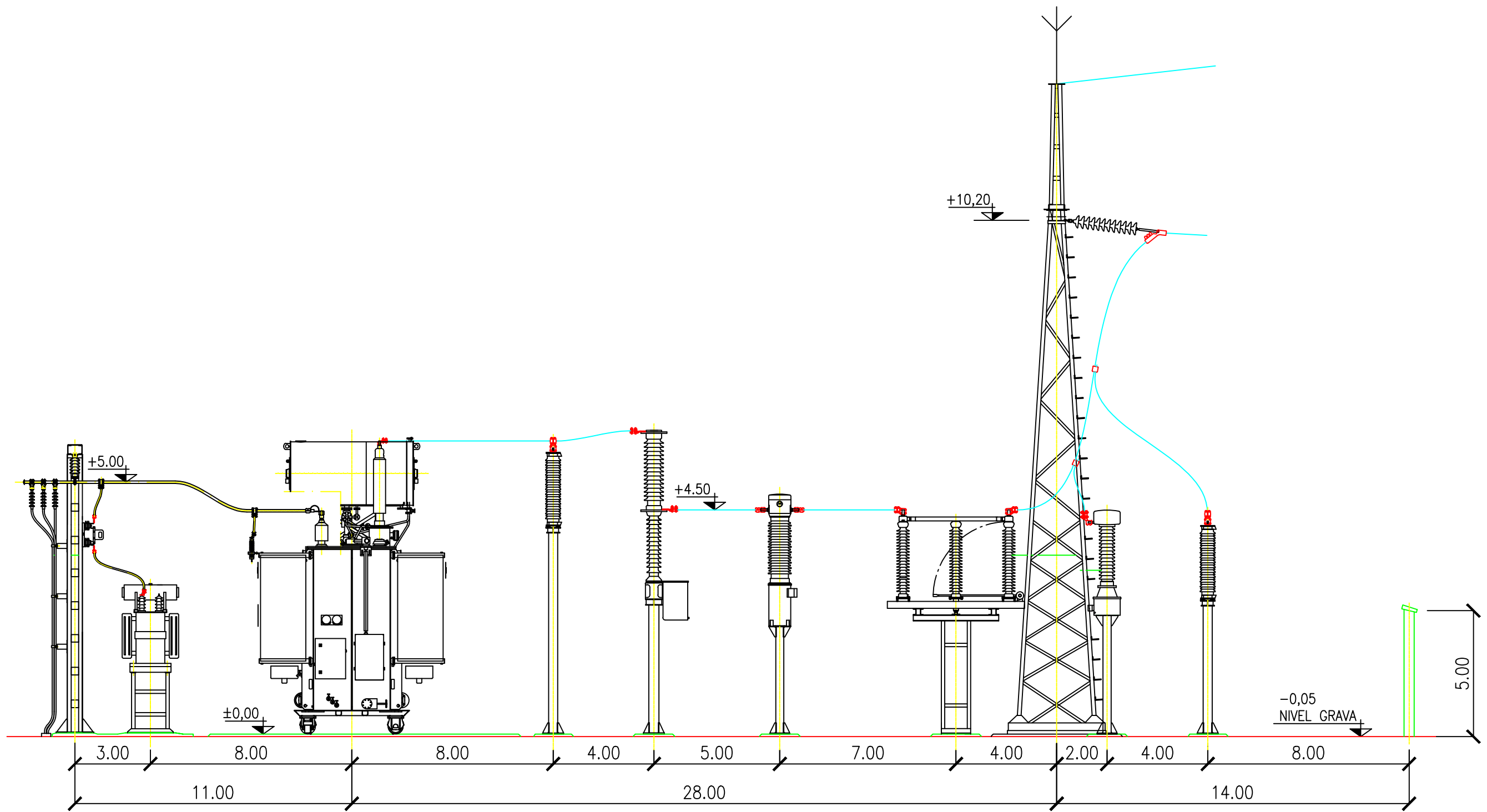


ALZADO LATERAL DERECHO



Escala: S/E

PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO:	PLANO N° 7 N° HOJA 01 DE 01
ESCALA: 1/100	PLANO DE FACHADAS DE EDIFICIO	
 LUIS SERRANO GOMEZ C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH 02006 Albacete Tfno.: 646-727304 lserragom@hotmail.com		El Ingeniero Industrial Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107



SECCION A-A

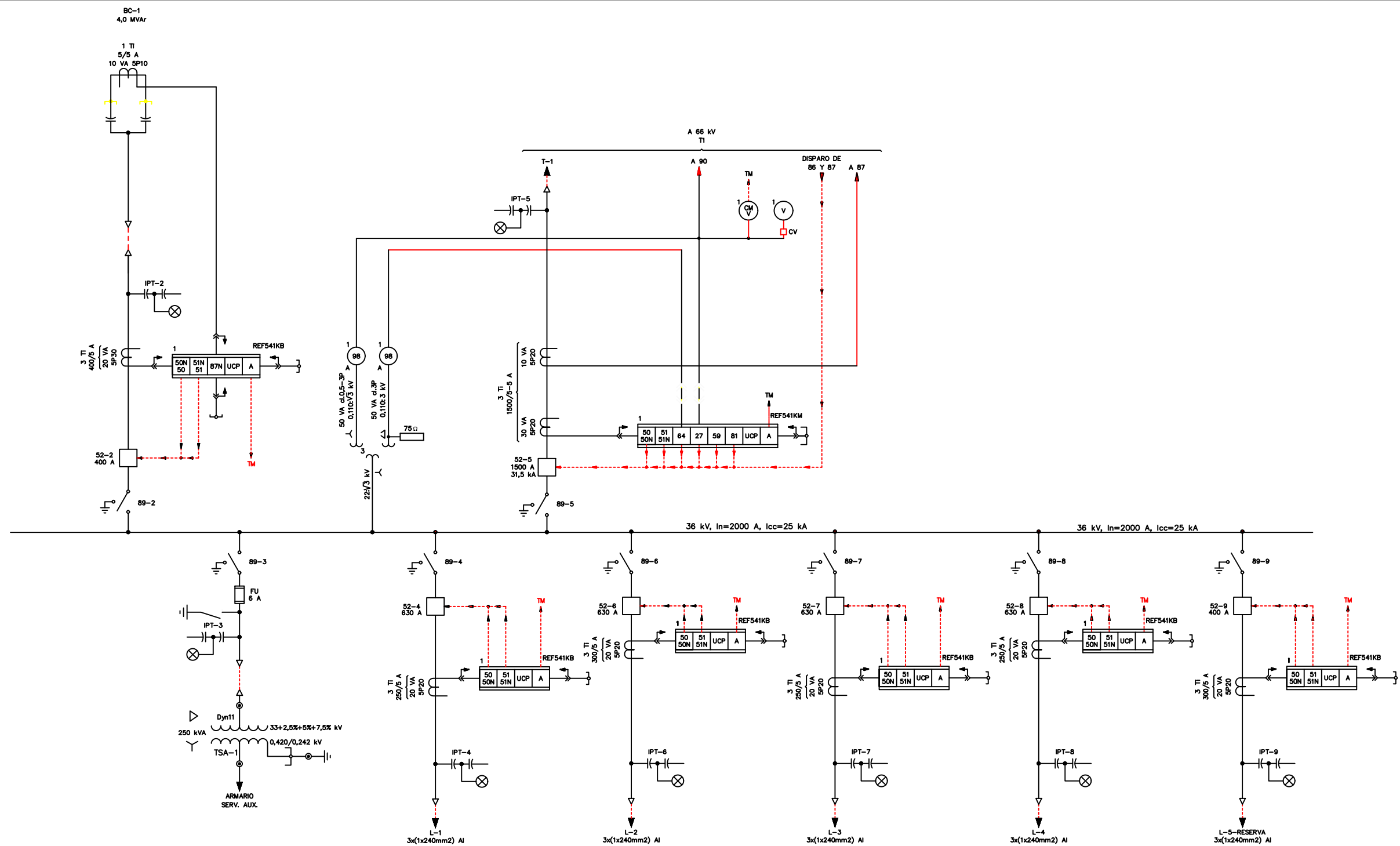
PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO:	PLANO N°
ESCALA: S/E	PLANO DE SECCIÓN DE APARAMENTA	8
		N° HOJA 01 DE 01



LUIS SERRANO GOMEZ
C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH
02006 Albacete
Tlfno.: 646-727304
lserragom@hotmail.com

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107



PROYECTO	PROYECTO DE EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA "EL CERRO" DE 66/30 KV DE 60 MVA PARA EVACUACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "EL CERRO"	
SITUACION	POLÍGONO 12, PARCELA 1 T.M. DE BURGUILLOS DEL CERRO.	
USUARIO	RALOS DESARROLLOS FOTOVOLTAICOS ESPAÑA S.L.U.	
FECHA: AGOSTO-2020	TÍTULO:	UNIFILAR 30kV
ESCALA: S/E		
 LUIS SERRANO GOMEZ C/ Profesor Macedonio Jiménez, 24-1ªH 02006 Albacete Tlfno.: 646-727304 lserragom@hotmail.com		PLANO N° 9 N° HOJA 01 DE 01
		El Ingeniero Industrial Fdo.: Luis Serrano Gómez Colegiado N° 107

