Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Firmado digitalmente por RIOS PIZARRO FRANCISCO - 28919216M
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-28919216M, givenName=FRANCISCO, sn=RIOS PIZARRO, cn=RIOS PIZARRO FRANCISCO - 28919216M
Fecha: 2021.11.09 18:14:58 +01'00'

Proyecto nº 20036-102

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

	Nombre	Fecha	Firma
Elaborado por:	A.L.L.	Noviembre de 2021	
Revisado por:	F.R.P.	Noviembre de 2021	
Aprobado por:	F.R.P.	Noviembre de 2021	

Edición	Concepto	Fecha
03	Proyecto Técnico Administrativo Consolidado	Noviembre de 2021
02	Modificado de Proyecto Técnico Administrativo	Septiembre de 2021
01	Adenda nº1	Julio de 2021
00	Proyecto Técnico Administrativo	Junio de 2021

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

01 – MEMORIA

ANEJO 1 – MEMORIA DE CÁLCULOS

ANEJO 2 – GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO 3 – PREVENCIÓN DE INCENDIOS

02 – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

03 - PLANOS

04 – PRESUPUESTO

05 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

06 – RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

01-MEMORIA

Ric Energy

INCOMA
INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

1 DATOS GENERALES 4
1.1 Antecedentes 4
1.2 Finalidad de la Instalación 4
1.3 Promotor 5
1.4 Objeto 5
1.5 Autor 5
1.6 Normativa de Aplicación 6
1.7 Denominación de la Instalación 20
1.8 Emplazamiento 20
1.9 Acceso 21
2 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS PROYECTADOS 22
2.1 Descripción General de la Instalación 22
2.2 Hipótesis de Diseño 24
2.2.1 Condiciones Ambientales 24
2.2.2 Datos de Diseño Eléctrico 25
2.2.3 Distancias 26
2.3 Posiciones 30
2.3.1 Calle Guillena 30
2.3.2 Calle Gerena 43
2.4 Embarrados y Conductores de Interconexión 57
2.5 Sistema de Protección y Control 59
2.5.1 Descripción Posición de Control 60
2.5.2 Sistema de Protección 61
2.6 Servicios Auxiliares 68
2.7 Sistema de Medida de Energía Para Facturación 71
2.8 Sistema de Puesta A Tierra 73
2.9 Instalaciones Complementarias 75

2.9.1 Sistema de alumbrado 75
2.9.2 Sistema de Protección Contra Incendios 76
2.9.3 Sistema de Climatización y A.C.S. 76
2.9.4 Sistema de Acceso 77
2.9.5 SCADA y Comunicaciones 77

2.10 Estructuras metálicas 78

2.11 Obra Civil 79

2.11.1 Terreno 79
2.11.2 Viales 79
2.11.3 Fundaciones 79
2.11.4 Saneamientos y drenajes 80
2.11.5 Cimentación del transformador y cubetos de recogida de aceites 80
2.11.6 Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales 81
2.11.7 Vallado 81
2.11.8 Malla de Tierra 81
2.11.9 Canalizaciones Subterráneas 81
2.11.10 Edificio de Control 82

3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO 86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Referencia Catastral de la Subestación Elevadora 20
Tabla 2. Coordenadas UTM de los vértices de la Subestación 20
Tabla 3. Características de diseño eléctrico de la Subestación 25
Tabla 4. Distancias Mínimas de Aislamiento 26
Tabla 5. Alturas Mínimas de elementos en tensión en pasillos 27
Tabla 6. Distancias Mínimas de protección en interior SET 28
Tabla 7. Distancias Mínimas de protección desde exterior SET 28
Tabla 8. Requerimientos de Distancia de Fuga según altitud y contaminación 29
Tabla 9. Distancias de diseño de la Subestación 29
Tabla 10. Características de la cabina de protección del Transformador 37
Tabla 11. Características celda de línea de FV Guillena 1 38
Tabla 12. Características de la cabina de medida del embarrado de MT 39
Tabla 13. Características celdas de línea de SS. AA 39
Tabla 14. Características de la cabina de protección del Transformador 40
Tabla 15. Características celda de línea de FV Guillena 2 41
Tabla 16. Características de la cabina de medida del embarrado de MT 42
Tabla 17. Características celdas de línea de SS. AA 42
Tabla 18. Características de la cabina de protección del Transformador 48
Tabla 19. Características celda de línea de FV Gerena 1 49
Tabla 20. Características de la cabina de medida del embarrado de MT 50
Tabla 21. Características celdas de línea de SS. AA 50
Tabla 22. Características de la cabina de protección del Transformador 51
Tabla 23. Características celda de línea de FV Gerena 2 52
Tabla 24. Características de la cabina de medida del embarrado de MT 53
Tabla 25. Características celdas de línea de SS. AA 53
Tabla 26. Características de la cabina de protección del Transformador 54
Tabla 27. Características celda de línea de FV Gerena 3 55
Tabla 28. Características de la cabina de medida del embarrado de MT 56
Tabla 29. Características celdas de línea de SS. AA 56
Tabla 30. Características del conductor eléctrico en la Subestación. 57
Tabla 31. Tabla de equivalencias para la determinación de las pletinas de cobre para el embarrado de 33 kV 58
Tabla 32. Sistema de Protección Implementado en 220 kV 62
Tabla 33. Características transformador SS.AA. 68
Tabla 34. Características Grupo Electrógeno Subestación 69
Tabla 35. Características generales SS.AA. C.C. 69
Tabla 36. Características baterías SS.AA. 70
Tabla 37. Características cargador batería 70
Tabla 38. Características convertidores SS.AA. 70
Tabla 39. Índice de clase de precisión de acuerdo al tipo de punto de medida. 71

1 DATOS GENERALES

1.1 Antecedentes

INVERSIONES ENERGY MADRID, S.L. promueve la realización del proyecto de Subestación SET Burguillos 33/220 kV en el término municipal de Burguillos, provincia de Sevilla. Esta subestación recolecta la potencia generada por las plantas solares fotovoltaicas FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3, con Punto de Conexión a Red, concedido por REE en las subestaciones SE Guillena 220 kV (REE) y SE Guillena 400 kV (REE), con códigos de proceso RCR_784_19 y RCR_794_19 respectivamente.

El proyecto de la Subestación SET Burguillos 33/220 kV se presentó en la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en Sevilla para obtener la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción con fecha 21 de junio de 2021 y número de registro de entrada 202199906260232.

En julio de 2021 se redactó la Adenda nº 1 para completar la información presentada en el proyecto, dando mayor grado de detalles a ciertos puntos que no quedaron suficientemente desarrollados, presentándose con Nº Reg. Entrada: 202199908285254 el 28 de julio de 2021.

En septiembre de 2021 se redactó un Modificado de Proyecto en el que se sacaba del alcance del Proyecto la **POSICION SET BURGUILLOS E/S AZORA CARMONA-GUILLENA,** ubicada dentro de la subestación Burguillos y que se tramita de forma paralela e independiente en el alcance del Proyecto "**MODIFICADO DE PROYECTO DE EJECUCIÓN LAT 220 kV (DC) BURGUILLOS-AZORA CARMONA/GUILLENA. LAT 220 kV (SC) BURGUILLOS-ICE GUILLENA. POSICION SET BURGUILLOS E/S AZORA CARMONA-GUILLENA".** El Modificado de Proyecto se presentó el 21 de septiembre de 2021, con Nº Reg. Entrada 202199909916108.

Se redacta el presente proyecto con el fin de realizar un documento consolidado en el que se unifiquen los cambios y modificaciones posteriores a la presentación del proyecto original.

1.2 Finalidad de la Instalación

Las plantas solares fotovoltaicas FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 transportarán su energía a 33 kV a través de líneas soterradas de media tensión hacia la subestación eléctrica transformadora SET Burguillos 33/220 kV.

La subestación, objeto de este proyecto, contará con dos calles: (1) calle Gerena que consistirá en una posición de Línea-Transformador 33/220 kV para evacuar la potencia generada por las plantas fotovoltaicas FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 y (1) calle Guillena que consistirá en una posición de línea de salida en 220 kV formada por la aparamenta necesaria de medida, protección y maniobra, una posición de barras y una posición de Transformación 33/220 kV para las plantas FV Guillena 1 y FV Guillena 2.

Desde esta subestación, se transportará la energía generada en 220 kV a través de una línea aérea de doble circuito de la siguiente forma:

- La generación de las plantas Guillena 1 y 2 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 400 kV, donde se elevará la tensión a 400 kV y desde aquí a través otra línea aérea de 400 kV hasta la subestación SE GUILLENA 400 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas.
- La generación de las plantas Gerena 1, 2 y 3 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 220 kV y desde aquí a través otra línea aérea de 220 kV hasta la subestación SE GUILLENA 220 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas.

1.3 Promotor

El Promotor del Proyecto es:

- INVERSIONES ENERGY MADRID, S.L., con CIF: B-87.527.503 y domicilio a efectos de notificaciones en Paseo de la Castellana 91, planta 4, Sala 4. C.P.28046 Madrid.

Las persona de contacto será D. Miguel Barea Muñoz, cuyo correo electrónico es mbarea@ric.energy.com y teléfono de contacto es 910 88 63 20 / 696 44 55 88.

1.4 Objeto

De conformidad con lo establecido en la referida Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico y en el 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, constituye el objeto del presente proyecto, a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de la correspondiente resolución relativas a:

- Autorización Administrativa Previa para la nueva subestación SET Burguillos 33/220 kV.
- Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, con los efectos establecidos en el artículo 56 y siguientes de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Que conforme a lo establecido en la citada Ley 24/2013, y al tratarse el presente proyecto de una instalación cuyo ámbito de afección está contenido únicamente dentro de la Andalucía, compete a esta comunidad resolver sobre las autorizaciones del presente proyecto.

Asimismo, en el orden técnico, su objeto es informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo establecido 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.

1.5 Autor

El autor de este proyecto es D. Francisco Ríos Pizarro. Ingeniero Industrial nº de colegiado 2.322 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental, con domicilio profesional en Edificio Galia Puerto, Carretera de la Esclusa 11, Planta 4, Módulo 1. 41011, Sevilla.

1.6 Normativa de Aplicación

Serán válidas a todos los efectos las prescripciones señaladas en las Leyes, Reglamentos y Normas generales, así como todas aquellas que estén en vigor en el momento de ejecución de las obras.

En particular, serán de aplicación las siguientes Normas y Reglamentos:

Estatal:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- 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 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local.
- Real Decreto Ley 781/1986, de 16 de abril, sobre Texto refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de Régimen Local.
- Capítulo XVI de la Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del agua y de la planificación hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Agua, excepto los anexos 1 al 4, así como las órdenes ministeriales relacionadas con los mismos, derogados por el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de

riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.
- Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea.
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas.
- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa.
- Decreto de 26 de abril de 1957 por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa.

Instalaciones eléctricas:

- 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. En particular cumplimiento de las normas UNE citadas en la ITC-RAT 02.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51.
- 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 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.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de puntos de medida, aprobadas por Orden de 12 de abril de 1999.

- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Disposición Adicional Cuarta del Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero por el que se establecen el régimen retributivo de la actividad de distribución eléctrica.
- Normativa específica de aplicación para equipos eléctricos:
- IEC 60071 Insulation Coordination
- IEC 60076 Power Transformers
- IEC 60099 Oxide Surge Arresters without Gaps for AC Systems
- IEC 60185 Current Transformers
- IEC 60186 Voltage Transformers
- IEC 62271 High Voltage Switchgear and Controlgear
- IEC 62305 Protection Against Lightning
- IEEE Std. 80 Guide for Safety in AC Substations Grounding
- IEEE Std. 998 Guide for Lightning Stroke Shielding of Substations
- IEEE Std. 605 Guide for Bus Design in Air Insulated Substations

Estructuras de acero y hormigón:

- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Eurocódigo, en la parte que puedan resultar de aplicación durante el desarrollo del proyecto:
- EUROCODE 0 Structural Design Bases
- EUROCODE 1 Actions
- EUROCODE 2 Design of Concrete Structures
- EUROCODE 3 Design of Steel Structures
- EUROCODE 6 Design of Brick Structures
- EUROCODE 7 Geotechnical Design
- EUROCODE 8 Seismic Design

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, del Ministerio de Fomento sobre la Instrucción EHE-08 de hormigón estructural.
- Norma de Construcción Sismoresistente NCSE-02.
- Para diseño y fabricación y elección de materiales del seguidor las siguientes normas ASTM y las condiciones exigidas en la UNE-EN 1090-2 “Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero” si no entra en contradicción con ninguna norma o ley de ámbito nacional:
- A36 “Standard Specification for Carbon Structural Steel”.
- A53 “Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless”.
- A123 “Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products”.
- A500 “Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes”.
- A513 “Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing”.
- Los cálculos estructurales se podrán complementar con el “International Building Code” (IBC) y la normativa ASCE 7-10 (“Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures”) si no entra en contradicción con ninguna norma o ley de ámbito nacional.
- Otra normativa internacional de aplicación:
- ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete
- ACI 360R Design of Slab-on-Grade
- EN-ISO 4032 Hexagon Nuts
- EN-ISO 7091 Flat Washers
- EN-ISO 898 Bolts, Screws and Studs
- EN-ISO 1461 Hot Dip Galvanized
- EN 10025 Hot Rolled Products of Steel Structural
- EN 10080 Reinforcing Bars
- ASTM A 615 Concrete Reinforcement Steel

Ruido:

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el 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 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.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2003, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de proporcionar una base para el desarrollo de medidas comunitarias sobre el ruido ambiental emitido por las fuentes consideradas, es decir, las infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, así como el ruido industrial.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Seguridad y salud:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre; BOE de 10 de noviembre/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades preventivas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por lo que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Real Decreto 604/2006, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 250; 19.10.06

- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.

- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9/3/71) (B.O.E. 11/3/71).

- Resolución de 30 de abril de 1998 de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el registro y publicación del convenio colectivo general del sector de la construcción.

- Real Decreto 1561/1995 de 21 de septiembre (B.O.E. de 26 de septiembre de 1995), sobre jornadas especiales de trabajo.

- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.

- Real Decreto 1579/2008 de 26 de septiembre (B.O.E. de 04 de octubre de 2008), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre

jornadas especiales de trabajo, y se regulan determinados aspectos de las condiciones de trabajo de los trabajadores móviles que realizan servicios de interoperabilidad transfronteriza en el sector del transporte ferroviario.

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Normas UNE de aplicación a los equipos de protección individual y colectivos.
- Convenios de la OIT suscritos por España.

Relación de normas de la ITC-RAT 02

Serán de aplicación tanto para este proyecto técnico administrativo como para la redacción de toda documentación relacionada con este proyecto, instalación, montaje, protocolos de pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento, las siguientes normas de la ITC-RAT 02.

Generales

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Aisladores y pasatapas:

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta:

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores:

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

UNE-EN 60265-1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 62271-106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:

UNE-EN 62271-200:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-203:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de potencia:

UNE-EN 60076-1:1998	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A1:2001	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A12:2002	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60076-11:2005	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21428-1-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

UNE 21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50464-2-2:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN 50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados:

UNE-EN 62271-202:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE EN 50532:2011	Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

Transformadores de medida y protección:

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044-2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

Pararrayos:

UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Fusibles de alta tensión:

UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

Cables y accesorios de conexión de cables:

UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21027-9:2007/1C:2009	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2012	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

1.7 Denominación de la Instalación

La instalación se va a designar e identificar como "**Subestación Transformadora SET Burguillos 33/220 kV".**

1.8 Emplazamiento

La Subestación Eléctrica SET Burguillos 33/220 kV, se encuentra ubicada en el municipio de Burguillos (Sevilla), Andalucía.

En la siguiente tabla, se muestran los datos de catastro de la parcela donde se ubica la subestación:

Municipio	Provincia	Ref. Catastral	Polígono	Parcela
Burguillos	Sevilla	41019A001000330000PQ	1	33

Tabla 1. Referencia Catastral de la Subestación Elevadora

Las coordenadas UTM de los vértices de la subestación se indican en la siguiente tabla:

ETRS 89, HUSO 29S		
Vértices	X	Y
V1-01	765.493,30	4.165.646,33
V1-02	765.581,30	4.165.646,33
V1-03	765.581,30	4.165.583,33
V1-04	765.493,30	4.165.583,33

Tabla 2. Coordenadas UTM de los vértices de la Subestación

La Subestación se encuentra íntegramente en terrenos de titularidad privada.

Su planta será de forma rectangular, con unas dimensiones de 5.544,00 m^2, de acuerdo a la disposición de equipos en planta que acompaña dicha memoria descriptiva.

La Subestación se sitúa aproximadamente a unos 1,4 km al noroeste de Burguillos.

1.9 Acceso

El acceso a la subestación se realizará por el Camino de Castiblanco de los Arroyos (referencia catastral 41019A001090060000PX.El emplazamiento de la subestación puede visualizarse en el plano de Emplazamiento que acompaña a esta memoria descriptiva. Se acondicionará un camino existente, interior a la parcela para acceder a la subestación. El camino tendrá 4 metros de ancho.

El camino de acceso se proyectará considerando las siguientes características:

- Anchura del camino de 4 metros.
- El paquete de firma será de 25 cm de suelo seleccionado y 25 cm de zahorra artificial.
- Para el diseño del trazado en planta se debe considerar unos radios de curvatura de 15 metros y unos sobreanchos en el interior de dichas curvas de 3 metros con una transición de 10 metros, con el objetivo de facilitar la maniobrabilidad de los camiones.

Este camino de acceso y las afecciones a las parcelas, anteriormente mencionadas, pueden visualizarse en el plano de emplazamiento con ortofoto que acompaña a esta memoria descriptiva.

2 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS PROYECTADOS

2.1 Descripción General de la Instalación

La subestación, objeto de este proyecto será del tipo exterior aislada al aire, AIS (Air Insulation Switchgear, Aparamenta Aislada al Aire).

El recinto de la subestación contendrá un parque de intemperie de tipo convencional. Contendrá dos calles eléctricamente independientes, a las que llamaremos Calle Guillena y Calle Gerena.

Calle Guillena

A esta calle se conectará la generación de las plantas FV Guillena 1 y FV Guillena 2 con permiso de acceso en el nudo de 400 kV de la SE Guillena de REE.

Por lo tanto, la configuración técnica adoptada de la subestación es de:

- 1 Posición de Línea de salida que interconectará y evacuará la potencia total con la subestación colectora SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 400 kV.
- 1 Posición de Barra.
- 1 Posición de Transformación con la aparamenta necesaria de medida, protección y maniobra en 220 kV y un transformador elevador 33/220 kV, potencia de evacuación 100 MVA, sistema de refrigeración ONAN/ONAF y cambiador de tomas en carga OLTC (On-Load Tap Changer) en el devanado de AT, para evacuar la potencia generada por las plantas FV Guillena 1 y FV Guillena 2.

Calle Gerena

A esta calle se conectará la generación de las plantas FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 con permiso de acceso en el nudo de 220 kV de la SE Guillena de REE.

Contará una posición de línea-transformador de 220 kV, un transformador 33/220 kV, potencia de evacuación 125 MVA, sistema de refrigeración ONAN/ONAF y cambiador de tomas en carga OLTC (On-Load Tap Changer) en el devanado de AT.

Tanto para la posición de la calle de Guillena como para la calle de Gerena, se construirá un edificio eléctrico común que albergará sala de armarios de Guillena, sala de cabinas de MT de Guillena, sala de CCTV y SCADA, sala de cabinas MT Gerena, sala de armarios de Gerena, instalaciones de faena que incluirá pasillo de acceso a aseos masculino y femenino junto a una cocina correctamente equipada y almacén.

Para el control y protección de los equipos de la subestación, se dispondrá de una sala de mando y control para cada calle, ubicadas en el propio edifico y alojará los equipos de alimentaciones auxiliares, equipo rectificador-cargador de baterías y paneles de distribución), panel de protección de la posición de transformación y salida de línea, así como un armario homologado para la medida fiscal. Estos equipos se comunicarán en su caso con el sistema de control y protección existente de la red eléctrica nacional, para las funciones que se requieran.

El sistema de servicio auxiliar de corriente alterna (C.A.) y corriente continua (C.C.) se generarán en el propio edificio mediante transformador trifásico de alimentación a los servicios auxiliares, equipos rectificador-cargador de baterías, bancos de baterías y paneles de distribución de C.A. y C.C. con su aparamenta de protección asociada, a través de las correspondientes cabinas de media tensión.

2.2 Hipótesis de Diseño

2.2.1 Condiciones Ambientales

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

- Altura media sobre el nivel del mar ..... 105 m

- Temperaturas extremas ..... + 40º C/-1º C

- Contaminación ambiental ..... III Fuerte

El nivel de tensión de 33 kV no está normalizado en España. Pese a ello, desde un punto de vista de diseño, podremos asimilarlo a un nivel de tensión 30 kV, puesto que según la Tabla 1 de ITC-RAT 04, los equipos con tensión nominal 30 kV están diseñados para poder funcionar con una tensión máxima de la red y del material de 36 kV.

Como la tensión máxima de la red que tendremos será de 33 kV, y en todo caso inferior a 36 kV, a efectos de elección de material y de distancias de seguridad.

2.2.2 Datos de Diseño Eléctrico

CARACTERÍSTICAS	UND	POS. 220 kV	POS. 33 kV
Tensión nominal	kV	220	33
Tensión más elevada para el material	kV	245	36
Frecuencia nominal	Hz	50	50
Tensión soportada a frecuencia industrial (impulso tipo maniobra)	kV	460	70
Tensión soportada a impulso tipo rayo	kV	1.050	170
Conexión del neutro		Rígido a tierra	A tierra con reactancia de puesta a tierra
Línea mínima fuga aisladores	mm	6.125	900
Intensidad nominal barras	A	2.000	2.000
Intensidad nominal aparellaje pos. línea	A	2.000	1.250/630
Intensidad nominal aparellaje pos. transformador	A	2.000	2.000
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA	40	25
Tiempo de Extinción de la falta	s	0,5	0,5
Tensión SSAA CA	V	400/230	
Tensión SSAA CC Protecciones	V	125/48	
Tensión SSAA CC Control	V	125/48	

Tabla 3. Características de diseño eléctrico de la Subestación

2.2.3 Distancias

Distancias Mínimas de Aislamiento

Las distancias mínimas al aire adoptadas para la subestación son las indicadas a continuación, según las magnitudes eléctricas indicadas y la ITC-RAT 12 AISLAMIENTO:

Distancias mínimas	UND	POS. 220 kV
Fase-Tierra	mm	2.100
Fase-Fase	mm	2.100

Distancias mínimas	UND	POS. 33 kV
Fase-Tierra	mm	320
Fase-Fase	mm	320

Tabla 4. Distancias Mínimas de Aislamiento

Las distancias adoptadas son válidas, dado que la altura de la instalación sobre el nivel del mar es inferior a 1.000 m.

Pasillos. Anchura

Según la ITC-RAT 15 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR, tenemos que la anchura de los pasillos de servicio no será inferior a:

a) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.

b) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.

c) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.

d) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

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

Los anteriores valores deberán ser totalmente libres, es decir, medidos entre las partes salientes que pudieran existir, tales como mandos amovibles de aparatos, barandillas, etc. El ancho libre del pasillo será al menos de 0,5 m cuando las partes móviles o las puertas abiertas de los equipos, interfieran en la ruta hacia la salida.

Pasillos. Altura

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima «H» sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Por lo tanto, tenemos que las alturas mínimas son:

Altura s/ITC-RAT 15	220 kV	33 kV
Altura Mínima (mm)	4.600	2.820

Tabla 5. Alturas Mínimas de elementos en tensión en pasillos

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

En el patio de la subestación, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores, estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto

En el apartado 4.2 de la ITC-RAT 15 se recogen las distancias mínimas a los elementos en tensión medidas en horizontal. Se tiene:

De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:

$$B = d + 3$$

De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:

$$C = d + 10$$

De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:

$E = d + 30$, con un mínimo de 125 cm

Donde:

d: Distancia expresada en centímetros de las tablas 1,2,3 de la ITC-RAT 12.

Para las tensiones de la subestación, las distancias mínimas resultan:

Zonas Protección Contactos Accidentales en el Interior SE	220 kV	33 kV
Elementos en Tensión a Paredes Macizas 180 cm altura mínima B (mm)	2.130	350
Elementos en Tensión a Enrejados 180 cm altura mínima C (mm)	2.200	420
De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm: E (mm)	2.400	1.250

Tabla 6. Distancias Mínimas de protección en interior SET

Zonas de protección contra contactos accidentales en el exterior del recinto

Por último, como refleja el apartado 4.3 de la ITC-RAT 15, para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre una distancia mínima de seguridad medida en horizontal y en centímetros en función del tipo de cierre, que en este caso será un enrejado de altura superior a 220 cm. De este modo:

$$G = d + 150$$

Donde:

d: Distancia expresada en centímetros de las tablas 1,2,3 de la ITC-RAT 12

Zonas Protección Contactos Accidentales desde el exterior SE	220 kV	33 kV
De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura k ≥ 220 cm. G(mm)	3.600	1.820

Tabla 7. Distancias Mínimas de protección desde exterior SET

Distancia de Fuga

Por último, la zona evaluada puede ser considerada como **Nivel de Contaminación III - Fuerte**, según la descripción indicada en ITC-LAT 07.

Para este nivel de contaminación, la distancia de fuga específica es de 25 mm/kV.

Distancia según Nivel de tensión	220 kV	33 kV
Distancia de fuga (mm)	6.125	900

Tabla 8. Requerimientos de Distancia de Fuga según altitud y contaminación

El cálculo correspondiente a la tabla 5 viene explicado en el apartado 2.6. del anejo 1 de memoria de cálculo

Distancias de Diseño de la Subestación

En la siguiente tabla se indican las distancias de diseño que usaremos para la subestación. Como puede comprobarse son muy superiores a las mínimas calculadas.

Distancia de Diseño	220 kV	33 kV
Entre ejes de aparellaje (mm)	4.000	500
Entre ejes de conductores tendidos (mm)	4.000	500
Anchura de calle (mm)	13.500	3.000
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos (mm)	6.000	4.400
Altura de embarrados principales altos (mm)	10.500	N.A.
Altura de tendidos altos (mm)	14.950	N.A.

Tabla 9. Distancias de diseño de la Subestación

2.3 Posiciones

2.3.1 Calle Guillena

Parque de 220 kV

- Calle 1: Posición de Línea de salida en 220 kV (L1).
- Calle 2: Posición de Transformación 33/220 kV (L2).
- Posición de Barra Colectora que interconecta las calles 2 y 3 con la calle 1.

Parque de 33 kV

Sistema de MT en 33 kV formado por equipos convencionales a la intemperie.

Celdas MT

Cabinas o celdas de 33 kV situadas en la sala de cabinas del edificio eléctrico.

2.3.1.1 Posición 220 kV

L1 - Posición exterior convencional de Línea de salida en 220 KV

3 Ud Pararrayos monofásicos, instalados en el pórtico de salida de la línea que sirven de protección frente a sobredescargas generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 245 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 156 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 198 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 20 kA.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

3 Ud Transformadores monofásicos de medida de tensión, tipo Inductivo.

- Relación de Transformación: (220/√3:0,11/√3-0,11/√3-0,11/√3) kV
- Número de devanados secundarios: 3.
    - 1er devanado de medida: 20 VA / CL. 0,2.
    - 2º devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.
    - 3er devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.

1 Ud Seccionador.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).
    - Clase M1.
    - El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

1 Ud Interruptor automático.

- Tipo: Trifásico en gas para instalación exterior, de operación monopolar, de Tanque Vivo y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m.
- Aislamiento: Gas Hexafluoruro de azufre (SF6).
- Cada polo debe disponer de densostato, para gas SF6, montado en el bastidor y 3 bobinas de operación: 1 de cierre y 2 de apertura.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.

- Se requieren 3 cabinas / cuadros de centralización y una caja de dispositivo de mando.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase M2.
    - Secuencia de maniobra asignada: O-0,3S-CO-1min-CO con interruptor cerrado, accionado por motor y abriendo/cerrando resortes mecánicos.

3 Ud Transformadores de medida de corriente.

- Relación de Transformación: (1.500/ 5-5-5-5-5) A.
- Número de devanados secundarios: 5.
    - 1er devanado de medida: 10 VA / cl.0,2s, factor de seguridad Fs≤5.
    - 2º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 3er devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 4º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 5º devanado de protección: 30 VA / 5P20.

1 Ud Seccionador conectado a barras.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).

- Clase M1.
- El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

L2 - Posición exterior convencional de Transformación 33/220 KV

1 Ud Seccionador conectado a barras.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
  - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
  - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).
  - Clase M1.
  - El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

1 Ud Interruptor automático.

- Tipo: Trifásico en gas para instalación exterior, de operación monopolar, de Tanque Vivo y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m.
- Aislamiento: Gas Hexafluoruro de azufre (SF6).
- Cada polo debe disponer de densostato, para gas SF6, montado en el bastidor y 3 bobinas de operación: 1 de cierre y 2 de apertura.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Se requieren 3 cabinas / cuadros de centralización y una caja de dispositivo de mando.
- Corriente nominal: 2.000 A.

- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase M2.
    - Secuencia de maniobra asignada: O-0,3S-CO-1min-CO con interruptor cerrado, accionado por motor y abriendo/cerrando resortes mecánicos.

3 Ud Transformadores de medida de corriente.

- Relación de Transformación: (400/ 5-5-5-5-5) A.
- Número de devanados secundarios: 5.
    - 1er devanado de medida: 10 VA / cl.0,2s, factor de seguridad Fs≤5.
    - 2º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 3er devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 4º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 5º devanado de protección: 30 VA / 5P20.

3 Ud Pararrayos monofásicos, instalados en el pórtico de salida de la línea que sirven de protección frente a sobredescargas generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 245 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 156 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 198 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 20 kA.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

TR-1 Transformador Elevador 220/33 kV

- Potencia nominal en servicio continuo: 85/100 MVA (valor preliminar), según etapas de refrigeración.
- Tipo: Trifásico, de columnas e inmerso en aceite mineral.
- Relación de Transformación: 33/33/220 kV.
- Grupo de conexión e índice horario: YNd11d11.
- Valor preliminar de impedancia de cortocircuito: 12,5% (100 MVA).
- Número de devanados: 3.
- Sistema de refrigeración: ONAN/ONAF.
- Se requiere cambiador de tomas en el devanado de AT para regular el nivel de tensión.
- Tipo de regulación: En carga y automático.
- El transformador debe ir equipado con transformadores monofásicos de medida de corriente, tipo bushing, que alimenta a relés de imagen térmica (49) y relé de regulación de tensión (90).

2.3.1.2 Posición 33 kV

6 Ud Pararrayos monofásicos, instalados junto a los devanados primarios del transformador elevador para protección frente a sobretensiones generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 36 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 30 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 24 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 10 kA.
- Corriente de cortocircuito: 25 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.

2 Ud Seccionador de MT: Tensión de aislamiento 36 kV, corriente nominal 1.250 A y corriente de cortocircuito 25 kA.

12 Ud Aisladores de MT, tipo C4-170 en la interconexión desde el transformador elevador hasta la reactancia de PaT.

2 Ud Reactancia de PaT con intensidad límite de 500 A durante 30 s, formada por:

- (4) Transformadores monofásicos de medida de corriente.
- Relación de transformación: 500/5 A.
- Número de devanados secundarios: 1, de protección.
    - Índice de clase y carga nominal: 15VA 10P10.
- Transformador conexión zigzag.

Cableado y Canalizaciones

El patio de 33 kV se complementa con las siguientes observaciones:

Para la interconexión del transformador de potencia 220/33/33 kV, se adoptarán cables de MT procedente de la sala de cabinas hasta los devanados de MT del transformador elevador. Para cada planta se usarán 3 cables unipolares por fase de Al, sección 400 mm^2, tipo RHZ1-OL, 18/30 kV, dispuestos en canalizaciones independientes y en el interior de tubos enterrados,

Las conexiones de los cables a los aparatos, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Las canalizaciones se diseñan de acuerdo con lo establecido en la MIE-RAT-05 apartado 5.2. Se realizará el conexionado que parte del seccionador de 33 kV discurriendo por una canalización hasta la sala de media tensión ubicada en el edificio de control de la planta. La arqueta para alojar los cables deberá ser lo suficientemente amplia y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas o bien estarán previstas de tubos de drenaje.

Por las condiciones de la instalación las arquetas proyectadas serán las adecuadas para la curvatura de los cables, tanto a pie de apoyo como para acometida al centro de seccionamiento.

2.3.1.3 Celdas M.T.

Adicional a los equipos de intemperie de 33 kV, se instalará en el edificio eléctrico, específicamente en la sala de cabinas el siguiente conjunto de celdas o cabinas:

Embarrado B1

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1.500/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 10. Características de la cabina de protección del Transformador

3 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Guillena 1.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	630 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	500/5-5 A (2 celdas) 400/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 11. Características celda de línea de FV Guillena 1

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 12. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 13. Características celdas de línea de SS. AA

Embarrado B2

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1.500/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 14. Características de la cabina de protección del Transformador

4 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Guillena 2.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	500/5-5 A (2 celdas) 400/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 15. Características celda de línea de FV Guillena 2

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 16. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 17. Características celdas de línea de SS. AA

2.3.2 Calle Gerena

Parque de 220 kV

Calle 1: Posición de Línea-Transformador de 220 kV (L1).

Parque de 33 kV

Sistema de MT en 33 kV formado por equipos convencionales a la intemperie

Celdas MT

Cabinas o celdas de 33 kV situadas en la sala de cabinas del edificio eléctrico.

2.3.2.1 Posición 220 kV

L1 - Posición exterior convencional de Línea 220 KV

6 Ud Pararrayos monofásicos, 3 instalados en el pórtico de salida de la línea y los otros 3 junto al devanado secundario del transformador elevador, que sirve de protección frente a sobredescargas generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 245 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 156 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 198 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 20 kA.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

3 Ud Transformadores de medida de tensión, tipo Inductivo.

- Relación de Transformación: (220/√3:0,11/√3-0,11/√3-0,11/√3) kV
- Número de devanados secundarios: 3.
    - 1er devanado de medida: 20 VA / CL. 0,2.
    - 2º devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.
    - 3er devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.

1 Ud Seccionador.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).
    - Clase M1.
    - El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

1 Ud Interruptor automático.

- Tipo: Trifásico en gas para instalación exterior, de operación monopolar, de Tanque Vivo y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m.
- Aislamiento: Gas Hexafluoruro de azufre (SF6).
- Cada polo debe disponer de densostato, para gas SF6, montado en el bastidor y 3 bobinas de operación: 1 de cierre y 2 de apertura.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Se requieren 3 cabinas / cuadros de centralización y una caja de dispositivo de mando.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase M2.

- Secuencia de maniobra asignada: O-0,3S-CO-1min-CO con interruptor cerrado, accionado por motor y abriendo/cerrando resortes mecánicos.

3 Ud Transformadores de medida de corriente.

- Relación de Transformación: (500/ 5-5-5-5) A.
- Número de devanados secundarios: 4.
  - 1er devanado de medida: 10 VA / cl.0,2s, factor de seguridad Fs≤5.
  - 2º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
  - 3er devanado de protección: 30 VA / 5P20.
  - 4º devanado de protección: 30 VA / 5P20.

24 Ud Aisladores de Pedestal AT.

- Tipo: C10-1050.
- Material de puesta a tierra incluido: (1) grapa de enlace para estructura, (2) cables de Cu de 120 mm2 con 2 tornillos M12X50 de acero inoxidable separados 50 mm, pletino 40x4, (1) terminal de presión para cable de Cu 70 mm2 con embornaje de 14 mm, (1) cable de Cu de 70 mm2 extraflexible.

TR-2 Transformador Elevador 220/33 kV

- Potencia nominal en servicio continuo: 78/104/125 MVA (valor preliminar), según etapas de refrigeración.
- Tipo: Trifásico, de columnas e inmerso en aceite mineral.
- Relación de Transformación: 33/33/33/220 kV.
- Grupo de conexión e índice horario: YNd11d11d11.
- Valor preliminar de impedancia de cortocircuito: 12,5% (125 MVA).
- Número de devanados: 3.
- Sistema de refrigeración: ONAN/ONAF1/ONAF2.
- Se requiere cambiador de tomas en el devanado de AT para regular el nivel de tensión.
- Tipo de regulación: En carga y automático.

- El transformador debe ir equipado con transformadores monofásicos de medida de corriente, tipo bushing, que alimenta a relés de imagen térmica (49) y relé de regulación de tensión (90).
-

2.3.2.2 Posición 33 kV

9 Ud Pararrayos monofásicos, instalados junto a los devanados primarios del transformador elevador para protección frente a sobretensiones generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 36 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 30 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 24 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 10 kA.
- Corriente de cortocircuito: 25 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

3 Ud Seccionador de MT: Tensión de aislamiento 36 kV, corriente nominal 1.250 A y corriente de cortocircuito 25 kA.

18 Ud Aisladores de MT, tipo C4-170 en la interconexión desde el transformador elevador hasta la reactancia de PaT.

3 Ud Reactancia de PaT con intensidad límite de 500 A durante 30 s, formada por:

- (4) Transformadores monofásicos de medida de corriente.
- Relación de transformación: 500/5 A.
- Número de devanados secundarios: 1, de protección.
    - Índice de clase y carga nominal: 15VA 10P10.
- Transformador conexión zigzag.

Cableado y Canalizaciones

El patio de 33 kV se complementa con las siguientes observaciones:

Para la interconexión del transformador de potencia 220/33 kV, se adoptarán cables de MT procedente de la sala de cabinas hasta los devanados de MT del transformador elevador. Para cada planta se usarán 3 cables unipolares por fase de Al, sección 400 mm^2, tipo RHZ1-OL, 18/30 kV, dispuestos en canalizaciones independientes y en el interior de tubos enterrados,

Las conexiones de los cables a los aparatos, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Las canalizaciones se diseñan de acuerdo con lo establecido en la MIE-RAT-05 apartado 5.2. Se realizará el conexionado que parte del seccionador de 33 kV discurriendo por una canalización hasta la sala de media tensión ubicada en el edificio de control de la planta. La arqueta para alojar los cables deberá ser lo suficientemente amplia y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas o bien estarán previstas de tubos de drenaje.

Por las condiciones de la instalación las arquetas proyectadas serán las adecuadas para la curvatura de los cables, tanto a pie de apoyo como para acometida al centro de seccionamiento.

2.3.2.3 Celdas M.T.

Adicional a los equipos de intemperie de 33 kV, se instalará en el edificio eléctrico, específicamente en la sala de cabinas el siguiente conjunto de celdas o cabinas:

Embarrado B3

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1250/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 18. Características de la cabina de protección del Transformador

3 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Gerena 1.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	400/5-5 A (2 celdas) 500/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 19. Características celda de línea de FV Gerena 1

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 20. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 21. Características celdas de línea de SS. AA

Embarrado B4

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1250/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 22. Características de la cabina de protección del Transformador

3 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Gerena 2.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	400/5-5 A (2 celdas) 500/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 23. Características celda de línea de FV Gerena 2

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 24. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 25. Características celdas de línea de SS. AA

Embarrado B5

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1000/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 26. Características de la cabina de protección del Transformador

2 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Gerena 3.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	500/5-5 A
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 27. Características celda de línea de FV Gerena 3

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 28. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 29. Características celdas de línea de SS. AA

2.4 Embarrados y Conductores de Interconexión

Para la interconexión entre equipos, desde el devanado de AT de los transformadores elevadores hasta el pórtico de amarre de la línea de salida, se empleará conductor aéreo dúplex 402-AL1/52-ST1A (LA-455), con las siguientes características:

CONDUCTOR	402-AL1 / 52-ST1A LA-455 CONDOR
Material	Conductor de aluminio con alma de acero galvanizado (AL1/ST1A).
Resistencia eléctrica c.c. a 20ºC (ohmios/km)	0,0719
Reactancia media (ohmios/km)	0,41
Sección mm^2	Total=454,5
	Aluminio=402,3
Diámetro (mm)	Alma=9,24
	Total=27,70
Carga de Rotura (daN)	12,375

Tabla 30. Características del conductor eléctrico en la Subestación.

Con esta configuración, la intensidad máxima que podrá circular vendrá dada por la limitante del conductor de interconexión entre equipos de 220 kV, esto es, dúplex 402-AL1/52-ST1A (LA-455).

- Intensidad máxima admisible: para cada conductor: 812,5 A y 1.625 A para el dúplex.
- Intensidad de cortocircuito máxima: para cada conductor: 23,38 kA y 46,76 kA para el dúplex.

Adicional al conductor de interconexión de los equipos, en la subestación se empleará tubo de aleación de aluminio Ø150/134 mm como conductor de las barras principales. A continuación, se adjunta las principales características:

- Aleación: E-AlMgSiO,5 F22.
- Diámetro exterior (D) e interior (d): 150/134 mm.
- Espesor de la pared (e): 8 mm.
- Peso propio unitario (Ppt): 9,63 kg/m.
- Sección (A): 3.569 mm2.
- Carga de rotura del material: 195 N/mm2.
- Momento de Inercia (J): 902 cm4.

- Módulo resistente (W): 120 cm3.
- Módulo de elasticidad (Young)(E): 70.000 N/mm2.
- Límite de fluencia mínimo del material (Rpo2): 160 N/mm2.
- Coeficiente de dilatación lineal (s): 0,023 mm/mºC.
- Intensidad máxima: 3.250 A.

Para los embarrados de 33 kV, se utilizará el siguiente tubo:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 6063 T6 / CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 6063 T6

Tabla 5 / Quadro 5

Denominación / Denominação	Características físicas / Características físicas				Características eléctricas / Características eléctricas		Características estáticas / Características estáticas	
Ø ext / Ø int / Ø ext / Ø int	**Ø ext. (mm)** / Ø ext. (mm)	**Espesor (mm)** / Espessura (mm)	**Sección (mm²)** / Secção (mm2)	**Peso (g/m)** / Peso (g/m)	**Intensidad adm. desde 65ºC (A)** / Intensidade adm. desde 65 ºC (A)	**Intensidad adm. desde 85ºC (A)** / Intensidade adm. desde 85 ºC (A)	**Momento inercia (cm⁴)** / Momento inércia (cm4)	**Momento de elasticidad (cm³)** / Momento de elasticidade (cm3)
40/36	40	2	239	645	559	742	4,40	2,20
40/34		3	349	942	675	869	6,10	3,10
40/32		4	452	1.221	770	1.014	7,60	3,80
40/30		5	550	1.484	821	1.111	8,80	4,40
40/28		6	641	1.730	869	1.208	9,70	4,90
45/40	45	3	334	901	569	752	7,56	3,36
50/44	50	3	443	1.196	773	1.063	12,50	5,00
50/42		4	578	1.561	918	1.208	15,70	6,30
50/40		5	707	1.909	1.014	1.353	18,50	7,40
50/38		6	829	2.239	1.111	1.449	20,80	8,30
50/34		8	1.056	2.850	1.256	1.642	24,60	9,80
50/30		10	1.257	3.393	1.353	1.787	27,20	10,90
60/50	60	5	864	2.333	1.024	1.354	32,93	10,98
63/57	63	3	565	1.527	966	1.304	26,00	8,20
63/55		4	741	2.002	1.111	1.497	33,00	10,50
63/53		5	911	2.460	1.256	1.642	39,30	12,50
63/51		6	1.074	2.901	1.353	1.787	44,90	14,30
63/47		8	1.382	3.732	1.546	2.077	54,40	17,30
68/60	68	4	804	2.171	1.038	1.371	41,34	12,16
70/60	70	5	1.021	2.757	1.182	1.563	54,24	15,50
80/74	80	3	726	1.959	1.208	1.594	54,90	13,70
80/72		4	955	2.579	1.353	1.836	70,40	17,60
80/70		5	1.178	3.181	1.497	2.077	84,80	21,20
80/68		6	1.395	3.766	1.642	2.222	97,90	24,50
80/64		8	1.810	4.886	1.884	2.560	121,00	30,20
80/60		10	2.199	5.938	2.077	2.802	140,00	35,00
90/80	90	5	1.335	3.605	1.491	1.971	121,00	26,89
100/94	100	3	914	2.468	1.449	1.932	110,00	21,90
100/92		4	1.206	3.257	1.642	2.222	142,00	28,40
100/90		5	1.492	4.029	1.836	2.512	172,00	34,40
100/88		6	1.772	4.784	1.980	2.705	200,00	40,00
100/84		8	2.312	6.243	2.270	3.140	251,00	50,20
110/100	110	5	1.649	4.453	1.792	2.369	227,81	41,42
120/112	120	4	1.458	3.936	1.932	2.608	250,00	41,70
120/110		5	1.806	4.877	2.125	2.947	305,00	50,80
120/108		6	2.149	5.802	2.319	3.188	357,00	59,40
120/104		8	2.815	7.600	2.657	3.671	452,00	75,30
120/100		10	3.456	9.331	2.995	4.058	537,00	89,50
150/136	150	7	3.145	8.491	2.793	3.692	805,76	107,43
150/134		8	3.569	9.636	2.976	3.933	902,38	120,32
150/125		13	5.400	14.579	3.660	4.838	1.286,63	171,55

Tabla 31. Tabla de equivalencias para la determinación de las pletinas de cobre para el embarrado de 33 kV

2.5 Sistema de Protección y Control

El sistema de protección y control implementado en la subestación contará con un conjunto de equipos principales y material auxiliar adecuadamente montados y cableados en armarios para realizar las funciones de protección y control de la subestación eléctrica elevadora del presente proyecto. Por un lado, es misión del sistema de protección disparar selectivamente los interruptores que permiten aislar todo tipo de falta del sistema eléctrico de la subestación y, por otro lado, son tareas del sistema de control la medida de las magnitudes eléctricas, el mando sobre los interruptores y seccionadores, la monitorización de la instalación eléctrica y el registro de eventos.

Actualmente el sistema de control y protección está integrado en armarios ubicados en la sala de control del edificio eléctrico de la subestación. Tiene sentido integrar dichos sistemas puesto que las subestaciones eléctricas actúan simultáneamente como nodos de la red de potencia y de la red de control. Ante cualquier falta en el sistema eléctrico, el sistema de protección debe actuar rápidamente para que la perturbación no se propague al resto de la red y, al mismo tiempo, el sistema de control debe reconducir el flujo de energía para que se inyecte en la red eléctrica. En caso contrario, la potencia generada por el parque fotovoltaico, no conseguiría ser transmitida por la red de transporte y distribuida hacia los consumidores.

Para el correcto funcionamiento del sistema de protección y control es fundamental su interconexión con el equipamiento primario y, para ello, se deben conocer los circuitos eléctricos de las instalaciones de maniobra y del transformador de potencia, que están íntimamente relacionadas con las funciones de control y protección. Algunos de dichos circuitos son:

- Circuitos de cierre y disparo del interruptor.
- Circuitos de mando de los seccionadores.
- Captación del estado de interruptores y seccionadores.
- Alarmas de los interruptores y seccionadores.
- Sistemas de refrigeración implementado en el transformador de potencia.
- Cambiador de tomas en carga del transformador de potencia.
- Protecciones propias del transformador de potencia.

En el sistema de AT, cada posición dispondrá de su armario de protección y control, junto a la unidad central de control, mientras que, en el sistema de MT, los equipos de control y protección van montados y cableados en los armarios de control de las cabinas. En general, cada celda dispone de un equipo que realice conjuntamente las funciones de control y protección, destacando que el cableado debe ser realizado por el fabricante de la cabina. Todos los equipos quedan interconectados por la red de comunicaciones Ethernet que se ajusta al estándar IEC 61850.

2.5.1 Descripción Posición de Control

El sistema de control de la subestación realizará las siguientes funciones:

- Control local/remoto y señalización a través de monitor del mando de interruptores y seccionadores de 220 kV, mando en los interruptores de 33 kV y señalización en el resto de elementos de corte y puesta a tierra de las cabinas de media tensión.
- Mando y señalización de las posiciones del regulador del transformador 220/30kV.
- Medida local y remota de la posición de línea en 220 kV, transformador 220/33 kV y líneas 33 kV.
- Señalización local y registro cronológico de alarmas de las posiciones de línea en 220 kV, transformadores y MT.

Tendrá comunicación con el sistema de telecontrol para enviar información y recibir órdenes de mando y disparo.

La configuración del sistema será la siguiente:

- Un equipo central (UCS) constituido fundamentalmente por unidades de procesos, módulos de memoria, módulos de comunicaciones y fuentes de alimentación. La pantalla será gráfica en color y en ella se representará el unifilar de la subestación, las medidas y el estado de los elementos y equipos.
- Equipos locales (UCP's) asociados a cada posición (líneas y transformador) e instalados en el armario de la unidad central existirán equipos locales constituidos fundamentalmente por módulos de entrada y salida, unidades de proceso, módulos de memoria, fuentes de alimentación y módulos de comunicación.
- Un equipo de transmisión remota vía GSM y mediante fibra óptica a través de la línea aérea de evacuación con cable OPGW.
- Un equipo TPU-1 para el telemando de cada posición de interruptor del transformador.
- Un equipo GPS para sincronización horaria.
- Un concentrador óptico.

2.5.2 Sistema de Protección

La subestación elevadora del presente proyecto, dispondrá de un sistema de protecciones que despeje las faltas selectivamente. Se dice que un esquema de protección es selectivo si ante cualquier falta reacciona disparando el mínimo número de interruptores necesarios para despejar dicha falta. Si el sistema de protección no está bien diseñado, ocurren los denominados falta de selectividad, cuando algún interruptor dispara innecesariamente y fuera de su zona de protección.

Adicionalmente a la selectividad del esquema de protección, este sistema está diseñado combinando protecciones de alcance abierto con las protecciones de alcance cerrado. Las protecciones de alcance cerrado ven faltas localizadas exclusivamente en la zona protegida delimitadas por los transformadores monofásicos de medida de intensidad, mientras que las de alcance abierto ven faltas localizadas en zonas adyacentes y más allá de la subestación siguiente. La función de protección diferencial es un ejemplo de protección de alcance cerrado y la función de protección de sobreintensidad es de alcance abierto.

Las protecciones no pueden prevenir faltas en el sistema, pero al despejar las faltas selectivamente en milisegundos, consiguen limitar el daño causado por la falta en las instalaciones eléctricas, protegen a las personas y garantizan el suministro.

El sistema de protección incluye todos los componentes necesarios para despejar las faltas que puedan afectar al sistema eléctrico de potencia. Los componentes del sistema de protección son:

- Transformadores monofásicos de medida de intensidad y tensión. Su principal función es garantizar la correcta operación de las protecciones y la precisión requerida en las medidas realizadas por los equipos de control y los contadores de energía.
- Cableado secundario. Incluye todas las conexiones eléctricas que requieren los componentes del sistema de protección.
- Equipos de protección.
- Interruptores. Elemento de maniobra que permite establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto con valores de servicio como de cortocircuito.
- Baterías. Proporcionan alimentación auxiliar en corriente continua que requiere el sistema de protección y control.

A continuación, se detalla el sistema de protecciones implementado en la subestación elevadora del proyecto. Dicho sistema puede ser visualizado en el plano de esquema unifilar de control y protección que acompaña a esta memoria descriptiva.

2.5.2.1 Protecciones del Sistema de 220 kV

El sistema de Alta Tensión en 220 kV de la subestación estará dotado de esquemas de protección principal o primario y esquemas de protección de respaldo o secundario que actúen sobre los equipos de la posición de línea y sobre el transformador de potencia. Las protecciones primarias se encargarán de despejar la falta en primera instancia y deben aislar la falta actuando exclusivamente sobre los interruptores que delimitan la zona de protección afectada. Las protecciones secundarias son las encargadas de despejar la falta en segunda instancia y deben actuar en caso de que hayan fallado las primarias. Para ello, estas protecciones secundarias operan con un retardo de tiempo respecto a las primarias para que tengan tiempo suficiente para despejar la falta en primera instancia.

Tanto el esquema de protección principal como el de protección secundaria, se basan en el relé diferencial junto a funciones complementarias, las cuales, han sido seleccionadas de acuerdo al alcance de la subestación. En caso de falta en el sistema eléctrico, los equipos de protección darán las órdenes de cierre y apertura/disparo de forma remota y/o automática sobre las bobinas del interruptor. Dichas bobinas, al ser excitadas, liberan un sistema de acumulación de energía (elástica por resortes, neumática por aire comprimido o hidráulica por gas y aceite) que es el que realiza la maniobra. El número de bobinas de accionamiento de cada interruptor son tres, una para el cierre y dos para la apertura/disparo. A continuación, se adjunta el sistema de protección implementado con sus correspondientes funciones (relés), especificando codificación ANSI:

DENOMINACIÓN FUNCIONAL	FUNCIONES (RELÉS)
Protección Principal de Transformador (PP-TR)	87T,87TN,50/51,50/51N,50/51G,25/25AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Secundaria de Transformador(PS-TR)	87T,87TN,50/51,50/51N,50/51G,25/25AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Principal de Línea (PP-L)	87L,21/21N,67/67N,25/2AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Secundaria de Línea (PP-L)	87L,21/21N,67/67N,25/2AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Principal de Interruptor (PI-L)	50BF,2,3,UCP,OSC,LOC
Protección Diferencial de Barras (PdB)	87B,86B,OSC

Tabla 32. Sistema de Protección Implementado en 220 kV

Respecto a la anterior tabla, se procede a definir el funcionamiento principal de los relés:

- Protección diferencial de Transformador, con puerto de comunicaciones óptico de propósito general (87T). La protección diferencial de transformador es una protección de alcance cerrado que genera un disparo instantáneo para todos los interruptores asociados al transformador en caso de faltas eléctricas internas, cortocircuitos y faltas a tierra en devanado y terminales. Su principio de funcionamiento se basa en la primera Ley de Kirchhoff, comparando las intensidades, de entrada y salida entre las fases del sistema, entre ambos extremos del elemento protegido.

- Protección diferencial de Transformador sobre el conductor neutro del sistema eléctrico (87TN).

- Protección diferencial de Línea (87L). Este relé se aplica tanto a líneas aéreas como a cables subterráneos de gran longitud y requiere la instalación de una red de comunicación mediante fibra óptica monomodo para intercomunicarse con la subestación colindante y poder así, permitir el intercambio de las medidas de intensidades entre los dos extremos de la línea. Cada equipo aplica el principio de protección diferencial (1ª ley de Kirchhoff) con sus propias intensidades y las recibidas del otro extremo.

- Protección Diferencial de Barras (87B). Tanto la protección diferencial de transformador 87T/87TN como la diferencial de línea 87L, no protegerían a la barra colectora en tiempo rápido y una falta en barras puede causar daños graves a las personas e instalaciones, compromete la estabilidad del sistema eléctrico en su conjunto y requiere tiempos de disparos muy rápidos entre 100 y 200 ms incluyendo el tiempo de actuación del interruptor. Por ello, es necesario instalar este relé en el sistema, actuando sobre los interruptores y seccionadores de cada posición instalada en la subestación.

- Protección de fallo del interruptor (50BF, también denotado por el relé 50S-62). Su principio de funcionamiento es el de comprobar si continúa el paso de corriente después de un intervalo de tiempo tras el arranque de la protección principal. Esto se debe a que existe el riesgo de que no se produzca la apertura del circuito por falta en el interruptor al realizar dicha maniobra.

- Protección de sobreintensidad para faltas entre fases, tierra y neutro instantáneos y de tiempo inverso (50/51,50G/51G, 50N/51N). Por un lado, el relé 50 de sobreintensidad de actuación instantánea, operará siempre en el mismo tiempo para todo valor de intensidad ajustado en el propio relé, mientras que, el relé 51 de sobreintensidad a tiempo inverso, operará en un tiempo en función del valor de la corriente: cuanto mayor sea el valor, menor será el tiempo de actuación.

- Protección de sobreintensidad direccional para fases y neutro del sistema (67/67N). Estos relés están formados por un elemento direccional que controla el sentido de circulación de la potencia y un elemento de sobreintensidad que

controla la magnitud de la corriente. Esta protección, a diferencia de la anteriormente comentada, permite la actuación cuando la corriente de la falta circula en un sentido determinado, evitando el despeje de líneas “sanas”. Esta direccionalidad se consigue mediante la medición de tensiones.

- Protección de distancia o impedancia (21/21N). Este relé controla la impedancia de la línea que depende de sus características físicas (tipo de conductor) y constructivas. El relé realiza el cálculo de la impedancia a partir de las medidas de tensión e intensidad para cada fase (21) y para el neutro (21N). En el caso que ocurra una falta, la intensidad aumentará y la tensión disminuirá, haciendo que el valor de la impedancia medida sea inferior al nominal de la línea. Para una línea en concreto, este valor de impedancia nominal se corresponde con un valor de distancia a la falta, por ello a este relé también se le conoce como protección de distancia.

- Protección de sincronismo y comprobación de sincronismo (25,25AR). Los equipos eléctricos pueden conectarse entre sí siempre que estén en sincronismo, es decir que tengan el mismo módulo de tensión, misma frecuencia y misma secuencia de fases. El cierre del interruptor cuando los equipos no están en sincronismo, provoca un cortocircuito. El relé 25 recibe el valor del nivel de tensión aguas arriba y aguas abajo del interruptor y permite la orden de cierre del dispositivo, es decir, si al recibir la orden de cierre del interruptor hay condiciones de sincronismo, el relé permite la orden de cierre, en caso contrario, el relé bloqueará la orden. Adicionalmente, el relé 25AR informa de las razones por las que no hay sincronismo (diferencia excesiva de módulo sobre/sub frecuencia…).

- Protección de máxima y mínima tensión (sobretensiones y subtensiones), relés 59/27. Corrigen la desviación del nivel de tensión ante sobretensiones y deben operar en un tiempo prudencial para que no se sobrepase un determinado valor que pueda dañar los equipos de la subestación.

- Reenganche (79). Su función es la de emitir orden de cierre al interruptor después de actuar las protecciones que deban iniciar la secuencia de reenganche. Tras un tiempo de espera, la protección ordena el cierre de la línea.

- Protección de frecuencia (81M/m). Esta protección trata de mantener la frecuencia de la red constante en 50 Hz con unas variaciones mínimas ya que las frecuencias fuera de rango supondrían un problema de inestabilidad del sistema, originándose un desequilibrio entre la generación real y la demanda de carga, entre otros. La frecuencia alta / baja de una red indica que la generación es alta/baja en comparación con la demanda de la carga conectada a la red de potencia. Por ello, el relé 81M/m detecta estas situaciones y proporciona una señal de salida adecuada para actuar sobre el sistema.

- Supervisión de bobinas (3). Se encargan de supervisar y vigilar la continuidad eléctrica de los circuitos de disparo del interruptor para cada polo, realizando la supervisión en las dos posiciones del interruptor: abierto y cerrado.

- Discordancia de Polos (2). Esta protección vigila que los tres polos del interruptor estén en la misma posición, bien los 3 abiertos bien los 3 cerrados. Su actuación no corta corrientes de cortocircuito ya que no tiene por qué haber ocurrido ninguna falta eléctrica en el sistema.

- Localizador de Faltas (LOC).

- Osciloperturbógrafo (OSC).

Además de los sistemas principales, de respaldo y de protección del interruptor, cabe destacar los siguientes relés incluidos en la bahía de línea:

- Relé de disparo con bloqueo (86). Los relés de bloqueo al cierre de cada posición, aunque se les conoce como relés 86 de barras, no actúan cuando hay un problema en barras sino cuando ha actuado la protección de fallo del interruptor 50S-62. Cuando este relé actúa, se envía una señal a la PDB (87B) y ésta energiza el relé 86B, abriendo el contacto del circuito de cierre del interruptor y, por tanto, bloqueando el cierre.

- Teledisparo. Es el envío de un disparo al interruptor del otro extremo de la línea. Cuando se recibe esta señal se energiza una bobina 94TD. Para ello, tanto la protección primaria como la secundaria, debe tener cerrado sus contactos que hacen referencia a recepción de teledisparo. Esta bobina cierra el contacto del circuito de disparo por bobinas del interruptor. También cierra otros contactos que manda la señal a las protecciones primaria y secundaria, para que sepan que se ha recibido la señal de teledisparo, y una señal al centro del control. De la misma forma, las protecciones primaria y secundaria o la protección 50S-62 pueden mandar la señal de teledisparo al otro extremo de la línea.

2.5.2.2 Protecciones Internas del Transformador de Potencia

Complementando al sistema de protección implementado principal y secundario del transformador y protección principal del interruptor, se debe resaltar las protecciones internas propias del transformador de potencia.

A continuación, se procede a describir dichas protecciones:

- Relé Buchholz (63/63B). Se encarga de detectar los gases originados dentro de los transformadores como consecuencia de cualquier anomalía magnética o eléctrica de un transformador, que da origen a calentamientos locales que descomponen el aceite o dan lugar a combustiones de los aislantes. También detectan un descenso anormal del nivel de aceite. Se localiza en el depósito de expansión y en la tubería más alta de la cuba del transformador.

- Protección Jansen (63BJ). Es un relé Buchholz que vigila el aceite del cambiador de tomas en carga del transformador. Su función es detectar anomalías en el regulador de carga, dejando bloquead la actuación del mismo, originando el desenganche de la máquina y el bloqueo de sus interruptores.

- Válvula liberadora de presión (63L). Actúa cuando la presión del aceite en el interior de la cuba es muy elevada. Supone un fallo catastrófico en el interior de la máquina, por lo que su actuación es instantánea.

- Protección de temperatura (26). Las pérdidas de energía del transformador (pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault y pérdidas en el Cu por efecto Joule) provocan un calentamiento tanto en el núcleo como en los devanados. Si el transformador está sometido a fuertes sobrecargas durante un tiempo prolongado resultando insuficientes los sistemas de refrigeración propios del transformador, se producirá un calentamiento excesivo. Por ello, se colocan termostatos que controlan la temperatura con dos temperaturas de tarado, una de alarma (100ºC) y otra de disparo (110 ºC).

- Protección de imagen térmica (49). Permite obtener una reproducción de la temperatura en el interior del transformador y así detecta posibles sobrecalentamientos en el cobre. Esta protección está formada por una sonda termométrica situada en el interior de un cilindro aislante que enrolla una resistencia de caldeo, recorrida por la intensidad de carga del transformador. La sonda mide la temperatura que es suma de la temperatura del aceite más el aporte calórico de la resistencia de caldeo.

- Indicador magnético de nivel de aceite del depósito de expansión 63NT.

Los relés de protección, tanto para el lado de 220 kV como de 33 kV, serán de tipo numérico y permitirán el registro de fallas, osciloperturbografías, registro de eventos y alarmas de operación. La información necesaria se integrará a los sistemas de control y comunicaciones existentes de la subestación, permitiendo el funcionamiento coordinado de las instalaciones y del sistema en general.

Las protecciones utilizarán bloques de pruebas para aislar las señales de corriente, tensiones y disparos durante la puesta en marcha y en mantenimientos periódicos.

Los equipos de protección y control estarán sincronizados por un reloj maestro GPS (existente) mediante IRIG-B.

La transmisión de datos entre equipos se realizará preferiblemente por fibra óptica o por cable Ethernet categoría 5. El protocolo de comunicación entre los relés y sistemas de control seguirá el estándar IEC 61850.

Los equipos de protección y control estarán instalados en un armario metálico autoportante para instalación interior, con acceso frontal y compuestos por:

- Placa de montaje en el fondo y laterales para la colocación de canaletas, borneros, pequeño material de protección y relés auxiliares.
- Bastidor pivotante para la colocación de relés de protección, equipos de control y bloques de pruebas.
- Puerta transparente.

La alimentación de los equipos se realizará en CC desde los cuadros correspondientes de forma que se asegure en lo posible la redundancia (protecciones principales y de respaldo desde interruptores distintos).

El sistema dispondrá de pantalla en su frontal para la supervisión de la bahía (posición de la aparamenta, medidas y alarmas). Se dispondrá de entradas y salidas digitales para la gestión de las alarmas y disparos del transformador de potencia.

El relé de protección del nivel de 33 kV se situará en el mismo armario de protección y control y tomará la medida de tensión e intensidad desde los transformadores correspondientes de su nivel de tensión y actuará sobre el propio interruptor automático.

Los relés se conectarán a un switch de comunicaciones para la integración de la información en el sistema de control y para la transmisión de datos para la supervisión desde la central de generación fotovoltaica.

2.6 Servicios Auxiliares

Los Servicios Auxiliares de la subestación serán los sistemas encargados de proporcionar alimentación eléctrica en B.T. tanto en corriente alterna como en continua, a los distintos servicios que puedan necesitarlos, como protecciones y control, comunicaciones, fuerza y alumbrado, etc.

Servicios auxiliares de C.A.

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna para la subestación será la alimentación de las siguientes cargas:

- Cargadores de las baterías de corriente continua.
- Alumbrado y fuerza de la subestación.
- Regulador en carga y ventiladores, en su caso, de los transformadores de potencia.

La alimentación a los servicios auxiliares de corriente alterna se realizará mediante un transformador trifásico cuya alimentación vendrá dada desde la distribuidora zonal. Para ello, se deberá gestionar un enganche en MT, objeto de otro proyecto. Las principales características del transformador instalado se adjuntan en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Instalación	Exterior
Tipo	Trifásico, de tipo seco
Tensión primaria/secundaria	33.000/400 V
Grupo de conexión	Dyn11
Potencia nominal	150 kVA
Frecuencia	50 Hz
Sistema de refrigeración	AN
Aislamiento	Resina epoxi

Tabla 33. Características transformador SS.AA.

Como apoyo al sistema de alimentación de corriente alterna se instalará además en su caso un grupo electrógeno de las siguientes características:

Características Grupo Electrógeno		
Potencia nominal	kVA	150
Potencia activa	kW	127,5
Régimen de funcionamiento	r.p.m.	1500
Tensión estándar	V	400
Tensiones disponibles	V	400/230-230/132-230
Potencia Motor Principal	kW	130
Generador Síncrono –Conexión		4 polos/ estrella-serie

Tabla 34. Características Grupo Electrógeno Subestación

Servicios auxiliares de C.C.

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente continua de la subestación será la alimentación de las siguientes cargas:

- Circuitos de control.
- Protecciones.
- Mandos.
- Señalización.

Dichos sistemas se alimentarán a través de C.C. de 125 V y 48 V. Para conseguir dicha tensión, se instalarán dos módulos de rectificadores y baterías de 150 Ah. 125 V. c.c. que tendrán las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS GENERALES	VALOR
Tensión nominal	125 V + 10% - 15%
Consumo de permanencia	10 A

Tabla 35. Características generales SS.AA. C.C.

CARACTERÍSTICAS BATERÍA	VALOR
Tipo	Estacionaria Ni-Cd
Nº de elementos	92
Tensión de flotación	1,495 V
Capacidad nominal	100 A en 5 horas
Intensidad máxima de descarga	700 A
Tensión final de descarga	106,25 V

Tabla 36. Características baterías SS.AA.

CARACTERÍSTICAS CARGADOR	VALOR
Tensión de carga en flotación	128,8 V
Tensión de carga rápida	137,5 V
Intensidad nominal salida	30 A
Alimentación	Trifásica 400 V+10%-10%

Tabla 37. Características cargador batería

Cada rectificador irá provisto de como mínimo alarmas de ausencia de tensión en la red, anomalía en el rectificador y fusión de uno de los fusibles de salida.

Para otros sistemas será necesario alimentación a 48 V DC, por lo que se instalarán dos convertidores redundantes de las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Intensidad nominal	15 A
Potencia de pico	153% Pot. nominal
Tensión de entrada	125 V ± 20% DC
Tensión de salida	48 V DC estabilizada
Forma de onda	Cuadrada
Marcha-Paro	Manual

Tabla 38. Características convertidores SS.AA.

2.7 Sistema de Medida de Energía Para Facturación

El sistema de medida, propuesto a instalar, tiene por objeto garantizar la correcta gestión técnica y obtención de datos de medida en la subestación. Para el correcto diseño del sistema de medida, existen dos normativas que nos rigen los respectivos puntos de medida en una subestación. Estas dos normativas son:

Real Decreto 1110/2007, del 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Respecto a la ilustración anteriormente representada, cabe resaltar que en el alcance del proyecto se instalará un punto o sistema de medida principal, en el lado de AT del transformador que, servirá de medida principal tanto de la posición de Línea-Transformador 220 kV de la subestación como de los parques solares fotovoltaicos, junto a sistemas de medidas comprobante en el sistema de 33 kV.

De acuerdo al Reglamento RD 1110/2007, los puntos de medidas en la subestación son puntos de medida tipo 1 ya que se trata de puntos fronteras de generación cuya potencia aparente nominal es superior a 12 MVA. Con este requerimiento, podemos establecer el índice de clase de los transformadores monofásicos de medidas que alimentan a dicho sistema de medida. Para ello, nos basaremos en el artículo 9 del Reglamento RD 1110/2007, específicamente el punto 10: La clase de precisión de los transformadores de medida y los contadores de energía activa y reactiva que deberán cumplir los equipos de medida se resume en el siguiente cuadro:

Tipo de Punto	Clase de precisión			
	TTs	TIs	Contadores activa	Contadores reactiva
1	0,2	0,2s	≤0,2 S	≤0,5
2	≤0,5	≤0,5S	≤C	≤1
3	≤1	≤1	≤B	≤2
4	≤1	≤1	≤B	≤2
5			≤A	≤3

Tabla 39. Índice de clase de precisión de acuerdo al tipo de punto de medida.

De la anterior tabla, obtenemos que el índice de clase de precisión de los transformadores monofásicos de medida de tensión e intensidad, tanto para el sistema de 220 kV como para el sistema de 33 kV, son de 0,2 y 0,2s respectivamente. Además, se debe resaltar que los transformadores monofásicos de medida de tensión, destinados a la alimentación del sistema de medida, debe ser inductivo.

Respecto a los puntos de medida principal, comprobante o redundante, definidos en los puntos fronteras (Subestaciones Promotores 220 kV o Subestación Promotores 400 kV) hemos de ceñirnos a la Instrucción Técnica TEC/1281/2019. En dicha Instrucción, se exige al menos medida principal y de forma opcional la comprobante y no se exige la redundante. En la subestación, se ha propuesto un sistema de medida principal de la bahía de línea transformador de potencia y del parque fotovoltaico y un sistema de medida comprobante en el sistema de 33 kV.

Las medidas principales y comprobantes deben ser equipos de idénticas características e independientes ante cualquier fallo en los equipos. Es decir, un mal funcionamiento por fallo eléctrico del sistema principal no debe afectar al funcionamiento del sistema comprobante y viceversa. En caso de que se opte a instalar medida comprobante, hay que tener en cuenta que para puntos fronteras con una potencia nominal igual o inferior a 80 MVA, el equipo redundante puede compartir devanado secundario del transformador monofásico de medida de corriente de cualquier transformador de medida del equipo principal, siempre que lo permita la carga nominal del transformador.

Los armarios de contadores se instalarán en el interior del edificio de control y tomará las medidas de tensión del secundario de los transformadores monofásicos de medida. Además, se instalará armarios de medida en el sistema de MT que contabilice la inyección de energía en el parque y compruebe que las pérdidas sean lo mínimo posible.

Todos los puntos de medida fiscal estarán compuestos por un contador electrónico de potencia activa y reactiva. La medida se realizará en los cuatro cuadrantes.

Las cajas de bornas de los aparatos de medida serán precintables y los hilos de conexión discurrirán bajo tubo de acero en todo su recorrido.

Los instrumentos de medida deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión: Contadores de activa (0,2s) y de reactiva (0,5).
- Registradores de medida.
- 1 Modem de telecomunicaciones vía GSM o fibra óptica.
- Maxímetro configurable para cada una de las tarifas:
- Montaje saliente.
- Cajas de bornas de ensayo precintables.
- 2 Convertidores.

Todos los elementos del punto de medida cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida del Sistema Eléctrica Peninsular, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

2.8 Sistema de Puesta A Tierra

El sistema de puesta a tierra de la subestación estará formado por:

- Electrodo de puesta a tierra que será una malla enterrada de cable de cobre. Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento.

- Líneas de tierra que serán conductores de cobre desnudo, que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

- Para la protección de la subestación frente a descargas atmosféricas, frente de onda escarpado tipo rayo, se instalará una red de protección aérea basada en pararrayos de tipo Franklin, colocados sobre el pórtico de amarre y estructuras de red aérea.

Malla de puesta a tierra

La malla de tierra que se llevará a cabo para la conexión de los quipos y estructuras de la subestación transformadora cubrirá la superficie de la misma.

Dicha malla cumplirá los siguientes requisitos:

- Protección del personal y equipos.

- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.

- Establecer un paso a tierra para las corrientes originadas por descargas atmosféricas, descargas estáticas o defectos eléctricos.

- Facilidad de despeje de falta a tierra de los elementos de protección.

La malla de tierra se diseña a 0,80 m de profundidad, con una retícula 5x5 m, extendiéndose 1 metro al exterior de la SET, y con conductor de cobre desnudo de 150 mm^2. Este diseño se revalidará en fases posteriores del proyecto, en ingeniería de detalle, tras conocer el valor exacto de la resistividad del terreno.

Para el cálculo de los potenciales de paso y contacto se aplicarán los conceptos y formulación de la ITC-RAT 13 del reglamento de alta tensión RD 337/2014.

Puesta a tierra de protección

Todas las partes metálicas de la instalación que no se encuentren normalmente en tensión pero que en caso de defecto puedan estarlo (averías, descargas atmosféricas, accidentes o sobretensiones) se encontrarán conectadas a las tierras de protección. Algunas de estas partes:

- Vallado.
- Envolventes de armarios metálicos.
- Puertas metálicas.
- Chasis y bastidores de dispositivos de maniobra.
- Columnas, soportes y pórticos.
- Estructura y armadura edificio.
- Blindaje de cables.
- Carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Tuberías y conductos metálicos.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de la subestación.
- Se dispondrá así mismo de puestas a tierra específicas para los siguientes aparatos:
- El neutro del transformador de potencia.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores y pararrayos para la eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Puesta a tierra de servicio

Los elementos de la instalación se encontrarán conectados a las tierras de servicio.

Interconexión Red de Tierra Interior

La red de tierra interior se trata de una instalación de tierra general por lo que la puesta a tierra de protección y la de servicio estarán conectadas entre sí.

Red de Tierra Superior

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de puntas Franklin de 2,5 metros de longitud sobre columnas y pórtico de la subestación para protección contra las descargas atmosféricas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de conductores de cobre de 150 m² de sección, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

El diseño deberá ser validado por los correspondientes cálculos de cortocircuito y de tierras (tensiones de paso y contacto) y a la finalización de la construcción por los ensayos indicados en las normas.

El diseño de la malla será evaluado mediante las pruebas correspondientes.

2.9 Instalaciones Complementarias

2.9.1 Sistema de alumbrado

El sistema de alumbrado de la subestación estará formado por:

- Alumbrado exterior: Estará constituido por columnas de 3 metros con dos proyectores de 205 W para iluminación intensiva de mantenimiento. Esta iluminación estará normalmente apagada, y solo entrará en funcionamiento para tareas de emergencia por mantenimiento. También existirá iluminación perimetral permanente de seguridad que consistirá en proyectores con lámparas LED 105 W.

- Alumbrado interior: Estará constituido por pantallas LED 40 W en sala de control y pantallas estancas 2x36 W en las salas de celdas y de protecciones y SSSAA

- Alumbrado de emergencia: Estará constituido por luminarias autónomas con alimentación independiente del resto.

2.9.2 Sistema de Protección Contra Incendios

El alcance de los sistemas de protección contra incendios de la subestación será el siguiente:

Medidas activas

- Sistema automático de detección de incendios: Consistirá en un sistema de detección mediante detectores de humo, del tipo iónico, en la sala eléctrica y del tipo termovelocimétrico en las salas que contienen las cabinas de MT y en los transformadores de alimentación a los servicios auxiliares, se opta por un sistema de doble cámara de ionización. Todos estos sistemas de detección de incendios poseen pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.

- Sistema de alarma óptico/acústico basado en lámparas de flash y señalizadores.

- Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección, equipados por baterías con sus correspondientes cargadores.

- Extintores móviles. Se instalarán en el interior del edificio extintores móviles de CO2 de 3,5 Kg. en sala de control y de 5 Kg. en la sala de MT. Ubicado en las cercanías del transformador de potencia se instalará un extintor móvil de 25 Kg. de polvo polivalente.

Medidas pasivas

Se realizará una compartimentación en todas las salas con una RF-120. Se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento de Protección contra Incendios en Establecimientos Industriales, así como el Código Técnico de la Edificación, en caso de que aplique.

2.9.3 Sistema de Climatización y A.C.S.

La sala de control, protecciones y telecontrol, se dotará de aire acondicionado proporcionado por una máquina partida refrigerada por aire y sólo frío “free-cooling” con tecnología inverter. Igualmente, y en general donde pudiera haber personal de mantenimiento trabajando, se instalará en el equipo de aire acondicionado una bomba de calor para calefacción. Se utilizará un aerotermo eléctrico para proporcionar agua caliente sanitaria en la subestación en caso de ser necesario.

2.9.4 Sistema de Acceso

El sistema de acceso se realizará a través de un control numérico junto con un control de tarjetas magnéticas.

El sistema de control de acceso a la instalación constará de los siguientes elementos:

- Acceso de vehículos y peatones por una puerta doble de 6 metros de ancho a lo largo del perímetro de la subestación.
- SAI.
- Sistema de emisión de tarjetas de identificación.
- Sistema de control de accesos y presencia con torniquete doble bidireccional.

2.9.5 SCADA y Comunicaciones

El edificio de control en la subestación albergará todo el sistema de comunicaciones desde el que se monitorizan los datos, tales como la producción eléctrica, estado de cada elemento de corte (interruptores, seccionadores, etc.) valores recogidos por los distintos dispositivos de medida de tensiones y corrientes, estado de los autotransformadores (toma del regulador), etc., a través del hardware y el software específico para la monitorización SCADA de las subestaciones. Además, la subestación estará comunicada con los centros de control por una red de fibra óptica. Su diseño permite la operación de los distintos componentes de modo automático a través del sistema SCADA, o manualmente, en caso de avería de éste. Este sistema ejercerá la acción de control y supervisión.

2.10 Estructuras metálicas

Para soportes de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles de la serie de fabricación normalizada en este país, con acero A-42b (s/UNE 36008 rev. 3), exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma UNE 37501, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm² de superficie galvanizada.

El pórtico de salida de la subestación, formado por torres y viga, sirve de fijación de los conductores de amarre y se dimensiona considerando la acción conjunta de las siguientes cargas:

- Peso propio.
- Carga de nieve en zona A según RLAT y CTE.
- Acción de un viento de 140 km/h de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.
- Tiro de los conductores: 500 kg/fase. (“Vano flojo”). La distancia entre el pórtico de la subestación y el apoyo fin de línea es de 30 metros aproximadamente.
- Sismo según CTE.

Los soportes de aparatos se diseñarán para admitir:

- Peso propio.
- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos.
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparellaje de maniobra.
- Acción de un viento de 140 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.
- Carga según zona RLAT y CTE.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 kg/cm².

2.11 Obra Civil

Se deberán ejecutar todas las obras necesarias para la implantación de los equipos descritos en la sección anterior.

2.11.1 Terreno

La subestación transformadora se construirá sobre un terreno llano y compacto. El 8 propuesta de la subestación requerida se determinó en 5.544,00 m^2.

Para obtener un comportamiento geotécnico estable en la construcción de las diferentes estructuras de las mismas y conservar la resistencia del suelo, se creará una plataforma de suelo compactada al 95% con humedad óptima que permitirá mejorar el comportamiento de colapso del terreno existente.

La altura de la plataforma permitirá el diseño de un drenaje que retire el agua de las precipitaciones pluviales fuera del área de influencia de la cimentación.

El acabado superficial de intemperie será mediante capa de 15 cm de grava para conseguir un adecuado drenaje y mayor seguridad eléctrica ante las tensiones de paso y contacto de la instalación. Dada la reducida área se establecerán las pendientes adecuadas para adecuar el sistema de drenaje. Durante la obra se definirán las pendientes y requerimientos de drenaje.

2.11.2 Viales

- Vial interior para carga y descarga de equipos de 6 metros de anchura y formado por 10 cm de mezcla bituminosa tipo B-2 encima de 15 cm de hormigón HM-250.

- Vial interior para mantenimiento e inspección de 4 metros de anchura y formado por 10 cm de mezcla bituminosa tipo B-2 encima de 15 cm de hormigón HM-250.

2.11.3 Fundaciones

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón armado (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas.

Los criterios de diseño que se usarán para el cálculo de las diferentes cimentaciones serán:

- Las fundaciones de los transformadores se han diseñado como vigas elásticas apoyadas en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

- Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con las características del terreno. El método de cálculo empleado es el de Sulzberguer que confía la estabilidad de la cimentación a las acciones horizontales y verticales del terreno.

- Los valores de los coeficientes empleados en este método son los indicados en la ITC-LAT-07 para las cimentaciones de apoyos.
- No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.
- El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

2.11.4 Saneamientos y drenajes

El drenaje se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado. En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables.

Los colectores colocados en las zanjas de gravas evacuaran las aguas hacia una arqueta general de desagües que se conectará con la red de saneamiento de la zona o punto más próximo de evacuación.

El desagüe general exterior estará protegido contra la entrada de animales por medio de una malla metálica. La conexión de los bajantes del edificio se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada. Se incorporará una cuneta y un paso canadiense entre el borde del camino de acceso a la subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona.

2.11.5 Cimentación del transformador y cubetos de recogida de aceites

Para la cimentación y movimiento del transformador se realizará una bancada de raíles para facilitar su desplazamiento. Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador. La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de aceite de cada transformador, mayorada en la previsión de entrada de agua. Se estima un volumen de 60 m^3 para cada transformador, a falta de confirmación por parte de fabricantes.

La bancada del transformador se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción de 1,25 veces el peso del transformador más el preso propio.

2.11.6 Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales

Para el abastecimiento de agua corriente se utilizará un depósito prefabricado de 1.000 litros de capacidad. El agua será suministrada por una empresa autorizada.

Las aguas fecales pasarán desde el aseo a fosas sépticas prefabricadas que llevará incorporado su correspondiente filtro biológico. El vaciado de la fose será realizar por un gestor autorizado.

2.11.7 Vallado

El vallado consistirá en un cerramiento perimetral formado por una valla metálica de 2,50 metros de altura coronada por alambre invertido, con una puerta de acceso peatonal y para vehículos de 6 metros.

Para el acceso de vehículos y personal se utilizarán los accesos actuales que enlazan con la carretera de acceso al sitio.

A lo largo de todo el vallado perimetral se dispondrá de señales de peligro por alta tensión para advertir a las personas ajenas al servicio.

2.11.8 Malla de Tierra

Toda la instalación eléctrica deberá disponer de instalación de tierra diseñada de forma que en cualquier punto accesible no se sobrepasen las tensiones de paso y contacto durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

Tal y como indicado, se instalará una red de tierra de conductor desnudo de cobre de 150 mm2, formando una malla con una retícula de conductores de 5 metros. Esta malla está situada a una profundidad de 80 cm medida respecto de la capa superficial de grava. Todas las uniones de la red mallada estarán unidas por una soldadura aluminotérmica, lo que permitirá así dar una configuración homogénea a la malla.

Con el fin de aumentar la resistividad de la capa superficial de terreno y mejorar las condiciones de seguridad respecto de las tensiones de paso y contacto, se dispondrá en toda la superficie interior del patio de alta tensión de una capa de 15 cm de grava.

2.11.9 Canalizaciones Subterráneas

Los conductores de energía eléctrica en el interior del recinto de la instalación se dispondrán en conducciones o canalizaciones de baja tensión y de control que conectarán con el centro de control. En los cruces con viales se utilizarán cables pasatubos reforzados.

En los recorridos por el patio de alta tensión, los conductores de baja tensión (en AC y DC) podrán compartir las canalizaciones.

La fibra óptica, si es el caso, podrá discurrir por las mismas canalizaciones, pero se deberá proteger mediante su instalación en tubo independiente en todo su recorrido.

Los tipos de canalizaciones empleados en la subestación serán los siguientes:

- Canalizaciones de los conductores de baja tensión para líneas de alumbrado y fuerza en AC.
- Canalizaciones de los conductores de baja tensión para mando, medida y protección.
- Canalización del conductor de tierra.

2.11.10 Edificio de Control

Será el edificio destinado a albergar la sala eléctrica, albergará celdas/cabinas de MT, sala de CCTV y SCADA y sala de armarios, la cual incluye bastidores integrados de control y protección, armarios de medida y SS.AA. y telecomunicaciones.

La subestación eléctrica SET Burguillos 33/220 kV, objeto del presente proyecto, dispondrá de un único edificio en el que se instalarán las siguientes salas:

- Sala de Armarios de Guillena. En dicha sala, se instalarán los bastidores integrados de control y protección, contadores de medidas, baterías, sistema de alimentación ininterrumpible (SAI), unidades de control y armario de telecomunicaciones. Esta sala recoge la parte de control, protección, medidas, servicios auxiliares y telecomunicaciones correspondiente a la calle de Guillena que recoge la potencia generada por los parques FV Guillena 1 y FV Guillena 2.
- Sala de Cabinas MT de Guillena. En esta sala, se instalarán todas las cabinas necesarias para el correcto funcionamiento de la posición de Guillena en la subestación. Específicamente, se instalará las siguientes cabinas o celdas de Media Tensión:
    - (3) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Guillena 1.
    - (4) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Guillena 2.
    - (2) Cabinas de servicios auxiliares que alimentará un único transformador de servicio auxiliar.
    - (2) Cabinas de medidas.
    - (2) Cabinas de Protección.

- Sala de CCTV y SCADA. Por un lado, la subestación estará correctamente equipada con un sistema de seguridad perimetral para evitar cualquier intrusión no deseada con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y alta definición de todo el perímetro de la subestación, incorporando sistema de grabación de vídeo incorporado. Por otro lado, en dicha sala, se dispondrá de software SCADA/HMI local para la supervisión y control de subestaciones en tiempo real.

- Sala de Cabinas MT de Gerena. En esta sala, se instalarán todas las cabinas necesarias para el correcto funcionamiento de la posición de Gerena en la subestación. Específicamente, se instalará las siguientes cabinas o celdas de Media Tensión:

    - (3) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Gerena 1.

    - (3) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Gerena 2.

    - (2) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Gerena 3.

    - (3) Cabinas de servicios auxiliares que alimentará un único transformador de servicio auxiliar.

    - (3) Cabinas de medidas.

    - (3) Cabinas de Protección.

- Sala de Armarios de Gerena. En dicha sala, se instalarán los bastidores integrados de control y protección, contadores de medidas, baterías, sistema de alimentación ininterrumpible (SAI), unidades de control y armario de telecomunicaciones. Esta sala recoge la parte de control, protección, medidas, servicios auxiliares y telecomunicaciones correspondiente a la calle de Guillena que recoge la potencia generada por los parques FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3.

- Instalaciones de Faenas que incluirá pasillo de acceso a aseos masculino y femenino junto a una cocina correctamente equipada.

- Almacén. La subestación contará con un almacén, junto al edificio eléctrico, donde se dispondrá de todos los elementos de repuestos de los equipos instalados en la subestación. El almacén tendrá una superficie total de 35,00 metros cuadrados con unas dimensiones rectangulares de (5,00 x 7,00) metros.

Si no existiera la posibilidad de conectarse a las redes de suministro y saneamiento de agua, se instalará un depósito externo y fosa séptica

El edificio estará formado por una nave única, cerrada con cubierta a cuatro aguas, cuyas principales características constructivas son:

- Materiales. El material empleado en la fabricación de las cimentaciones será hormigón armado y vibrado siendo su dosificación la adecuada para dar una resistencia a la compresión superior a 250 kg/cm2. Los paramentos están diseñados para aguantar los esfuerzos verticales de su propio peso y una presión horizontal superior a 100 kg/cm2. Toda la armadura es electrosoldada, garantizando su resistencia mecánica con redondos corrugados de 10 y 12 mm. de diámetro y con una malla de 150x150x6 mm. Calidad B-500-S lo que permite que se comporte como una Jaula de Faraday.

- Equipotencialidad. La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A). Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- Impermeabilidad. Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y entre techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con masilla especial para hormigón garantizando así una total estanqueidad.

- Grados de Protección. Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio será de IP23, excepto las ventanas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio son los que se indican a continuación:

- Bases: Cimentación a base de una zapata corrida de hormigón armado en la que se apoyan los cerramientos y losa de hormigón armado para entrada de cables.

- Paredes. Los cerramientos serán paneles prefabricados de hormigón que incluirán los huecos para puestas, ventanas y rejillas de ventilación.

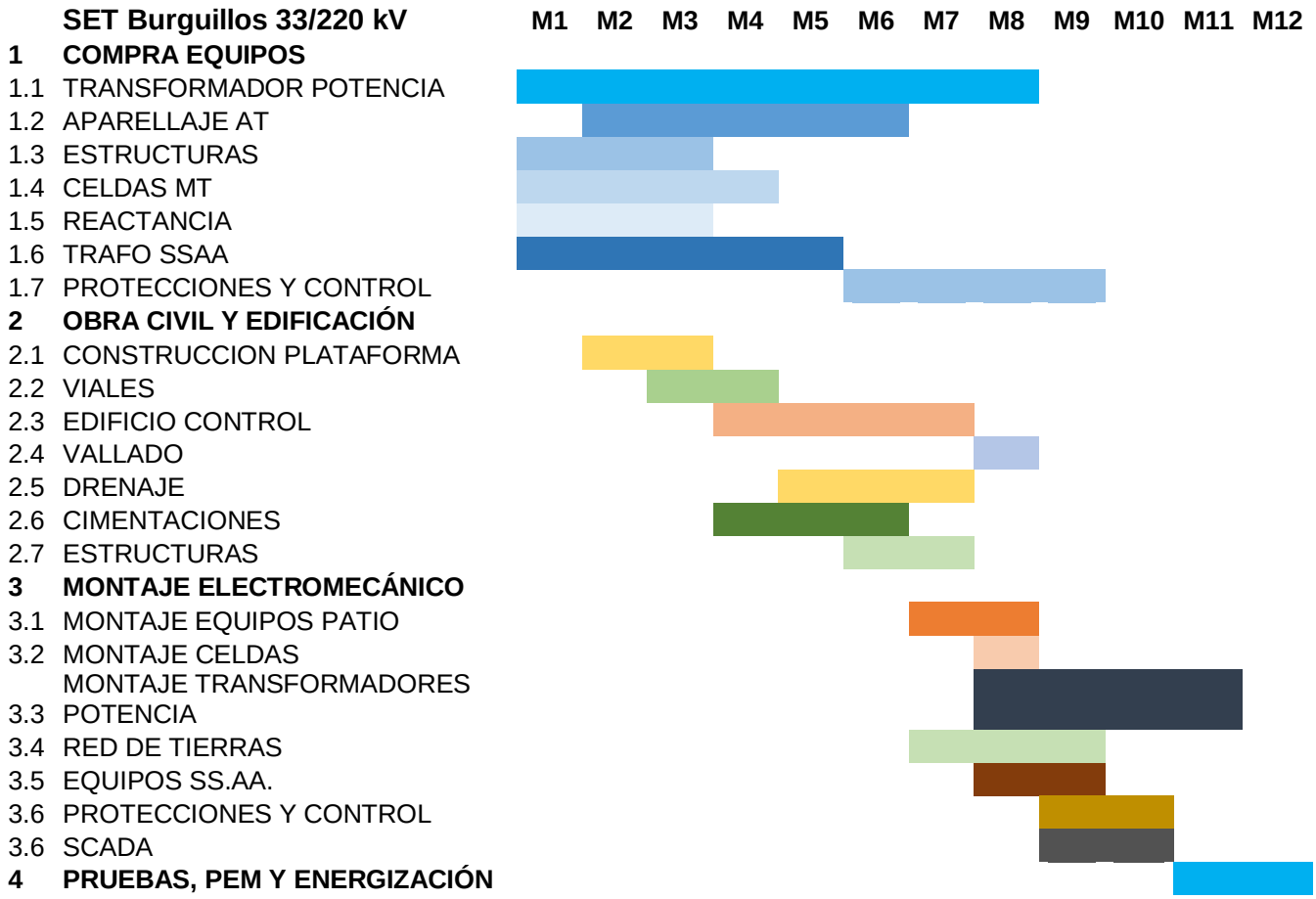
- Techos. Las cubiertas serán a dos aguas y estará formada por paneles tipo sándwich especial para cubiertas.

- Suelos. El suelo será de placas prefabricadas de hormigón para mejora de las tensiones de paso y contacto y en la sala de control se construirán canales para alojamiento de los cables.

El Edificio de Control de la subestación tendrá una superficie total de 380,10 m², formada por un rectángulo de 54,30 x 7,00 metros.

3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución de la obra se ha estimado en 12 meses, según el siguiente cronograma.



En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

ANEJO 1 – MEMORIA DE CÁLCULOS

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

1 TENSIONES NORMALIZADAS Y NIVELES DE AISLAMIENTO 4

2 DISTANCIAS MÍNIMAS 5

2.1 Distancias Mínimas Fase A Tierra y entre Fases 5

2.2 Altura Mínima de los Pasillos de Servicio 6

2.3 Zonas de Protección Contra Contactos Accidentales desde el Interior de la Instalación 6

2.4 Zonas de Protección Contra Contactos Accidentales desde el Exterior de la Instalación 6

2.5 Verificación Distancias Mínimas en Subestación 7

2.6 Distancias de Fuga 7

3 RED DE TIERRAS 8

3.1 Tensiones Máximas Admisibles 8

3.2 Resistencia de Puesta A Tierra de la Malla 9

3.3 Corriente de defecto a tierra y corriente por la puesta a tierra 10

3.4 Comprobación del Calibre del Conductor de Puesta A Tierra 10

3.5 Cálculo de las Tensiones de Paso y Contacto en la Subestación 10

3.6 Protección Contra Rayos 13

4 INTERCONEXIÓN DE LA APARAMENTA 15

4.1 Características Interconexión Equipos 220 kV 15

4.1.1 Capacidad de Corriente en Régimen Permanente 16
4.1.2 Capacidad de Corriente en Condiciones de Defecto 18
4.1.3 Conductor Seleccionado Para Conexión entre Equipos AT 19

4.2 Cálculo mecánico de Embarrados Rígidos 20

4.2.1 Hipótesis de Diseño 20
4.2.2 Condiciones de la instalación 20
4.2.3 Características de los materiales a emplear 21
4.2.4 Corriente de cortocircuito 22
4.2.5 Tensión en los embarrados 22
4.2.6 Reacciones sobre aisladores soporte 26

4.2.7 Flecha en los embarrados 27
4.2.8 Elongación de los Embarrados 28

4.3 Cálculo eléctrico Embarrados 28

4.3.1 Intensidad en Régimen Permanente 28
4.3.2 Esfuerzo Térmico en Cortocircuito 29

4.4 Características Embarrados en MT 30

4.5 Características Interconexión Equipos 33 kV 32

4.5.1 Datos Técnicos Básicos 32
4.5.2 Premisa de Cálculo 32
4.5.3 Intensidad Máxima Admisible 33
4.5.4 Cálculo de la Caída de Tensión 33
4.5.5 Cálculo de la Pérdida de Potencia 34
4.5.6 Presentación de Resultados 34
4.5.7 Sección del Conductor 34
4.5.8 Caída de Tensión 36
4.5.9 Pérdida de Potencia 38
4.5.10 Verificación por Efecto Corona 39

5 ESPECIFICACIÓN DE LOS PARARRAYOS 42

5.1 Tensión Máxima Del Sistema 42

5.2 Tensión de Operación Continua UC 42

5.3 Capacidad Energética Para Sobretensiones Transitorias 43

5.4 Capacidad Energética Para Sobretensiones por Maniobra 43

5.5 Capacidad Energética Para Sobretensiones Atmosféricas 46

5.6 Márgenes de Protección 46

5.7 Capacidad de Cortocircuito (Válvula de Alivio de Presión en los Pararrayos Con Cubierta de Porcelana) 48

5.8 Distancia de Fuga 48

6 CÁLCULOS ELECTROMAGNÉTICOS 49

6.1 Campo Electromagnético Causado por el Transformador 49

6.2 Campo Electromagnético Causado por la Corriente en Conductores 51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del conductor eléctrico en la Subestación. 15
Tabla 2. Densidad de corriente de los conductores de aluminio con alma de acero galvanizado..... 16
Tabla 3. Características eléctricas de los conductores aluminio/acero. 17
Tabla 4. Corrientes de cortocircuito de los conductores de aluminio/acero. 19
Tabla 5. Características cables unipolares Al, RHZ1-OL, 18/30kV..... 34
Tabla 6. Criterio intensidad máxima admisible en conductores MT FV Guillena 1 y 2. 35
Tabla 7. Criterio intensidad máxima admisible en conductores MT FV Gerena 1 y 2. . 35
Tabla 8. Criterio intensidad máxima admisible en conductores MT FV Gerena 3. 36
Tabla 9. Criterio Caída de Tensión en conductores MT FV Guillena 1 y 2. 36
Tabla 10. Criterio Caída de Tensión en conductores MT FV Gerena 1 y 2. 37
Tabla 11. Criterio Caída de Tensión en conductores MT FV Gerena 3. 37
Tabla 12. Pérdida de Potencia en conductores MT FV Guillena 1 y 2. 38
Tabla 13. Pérdida de Potencia en conductores MT FV Gerena 1 y 2. 38
Tabla 14. Pérdida de Potencia en conductores MT FV Gerena 3. 38

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tabla 3 de UNE-EN 60865-1. 24
Ilustración 2. Características de los embarrados de MT. 30
Ilustración 3. Características técnicas de los pararrayos 220 kV de ABB 42
Ilustración 4. Características técnicas de los pararrayos de 33 kV de ABB. 43
Ilustración 5. Capacidad energética de los pararrayos ante sobretensiones por maniobra. 45

1 TENSIONES NORMALIZADAS Y NIVELES DE AISLAMIENTO

La Subestación SET Burguillos 33/220 kV servirá para evacuar la energía generada por la plantas solares fotovoltaicas FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 que, transmitirán la energía generada mediante líneas soterradas en 33 kV hacia la subestación, objeto del proyecto. Por un lado, la generación de las plantas Guillena 1 y 2 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 400 kV, donde se elevará la tensión a 400 kV y desde aquí a través otra línea aérea de 400 kV hasta la subestación SE GUILLENA 400 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas. Por otro lado, la generación de las plantas Gerena 1, 2 y 3 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 220 kV y desde aquí a través otra línea aérea de 220 kV hasta la subestación SE GUILLENA 220 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas

De acuerdo al Reglamento de Alta Tensión, específicamente al apartado ITC-RAT 04, se presentan las siguientes tensiones normalizadas:

El sistema de 220 kV puede clasificarse, atendiendo al nivel de tensión, a un sistema de categoría especial. Dicho sistema presenta las siguientes características:

- Tensión nominal de la red: U_n = 220 kV
- Tensión más elevada de la red: U_s = 245 kV
- Tensión más elevada del material: U_m = 245 kV

Por otro lado, el nivel de tensión de 33 kV no está normalizado en España. Pese a ello, desde un punto de vista de diseño, podremos asimilarlo a un nivel de tensión 33 kV, puesto que según la Tabla 1 de ITC-RAT 04, los equipos con tensión nominal 33 kV están diseñados para poder funcionar con una tensión máxima de la red y del material de 36 kV. Por lo tanto, dicho sistema, presentará en diseño las siguientes características:

- Tensión nominal de la red: U_n = 33 kV.
- Tensión más elevada de la red: U_s = 36 kV.
- Tensión más elevada del material: U_m = 36 kV.

Para esas tensiones normalizadas, de acuerdo a ITC-RAT 12, le corresponden las siguientes características de aislamiento.

El sistema en 220 kV pertenece al Grupo B (U_m = 245 kV eficaces), con las siguientes características:

- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial: 460 kV eficaces.
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 1.050 kV de cresta.
- Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases: 2.100 mm.

El sistema en 33 kV pertenece al Grupo A ($U_m = 36\ kV\ eficaces$), con las siguientes características:

- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial: 70 kV eficaces.
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 170 kV cresta.
- Distancia mínima de aislamiento en aire (fase a tierra y entre fases): 320 mm.

2 DISTANCIAS MÍNIMAS

La subestación SET Burguillos 33/220 kV es una instalación eléctrica de exterior, a la intemperie, con aislamiento en aire. Las distancias que se muestran en los siguientes subapartados se centra en el Reglamento de Alta Tensión, específicamente en los apartados ITC-RAT 12 y ITC-RAT 15.

2.1 Distancias Mínimas Fase A Tierra y entre Fases

Las distancias mínimas de aislamiento basado en ITC-RAT 12, son las siguientes:

- Un = 220 kV: d=210 cm.
- Un = 33 kV: d=32 cm.

Las distancias mínimas entre fases en el aire o entre partes de una instalación que puedan separarse mediante un seccionador o distancia de seccionamiento equivalente (tanto entre conductores de una misma fase como de fases distintas) serán, al menos un 25 % superior a las distancias mínimas de aislamiento indicadas.

2.2 Altura Mínima de los Pasillos de Servicio

La altura a tierra se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$H=250+d$$

Donde:

H es la altura mínima de los pasillos de servicio (cm).

d es la distancia mínima a tierra (cm). El parámetro d se expresa en centímetros en la tabla 1, 2 y 3 de la ITC-RAT-12, dadas en función de la tensión nominal a impulsos tipo rayo. Estas distancias se han determinado en el subapartado 2.1.

- U_n = 220 kV: H=460 cm.
- U_n = 33 kV: H=282 cm.

La altura mínima de la base metálica donde se apoyan los aislamientos de los equipos debe tener una altura mínima respecto a tierra de 230 cm.

2.3 Zonas de Protección Contra Contactos Accidentales desde el Interior de la Instalación

La distancia horizontal mínima entre un objeto con tensión y una pared maciza de altura mayor a X=180 cm se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$B=d+3$$

Donde: B es la distancia horizontal (cm).

d es la distancia mínima a tierra (cm).

- U_n = 220kV: B=213 cm.
- U_n = 33 kV: B=35 cm.

2.4 Zonas de Protección Contra Contactos Accidentales desde el Exterior de la Instalación

La distancia horizontal mínima entre un objeto con tensión y un enrejado de cualquier altura k ≥220 cm se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$G=d+150$$

Donde: G es la distancia horizontal (cm).

d es la distancia mínima a tierra (cm).

- U_n = 220kV: G=360 cm.
- U_n = 33 kV: G=182 cm.

La cuadrícula del enrejado será máxima 50 x 50 mm.

2.5 Verificación Distancias Mínimas en Subestación

En los planos que acompañan esta memoria descriptiva, se muestran los diagramas de planta y corte de la Subestación, resaltándose de un modo genérico las distancias mínimas que deben ser acatadas. En la separación entre fases en el seccionador de alta tensión, el valor mínimo indicado corresponde tanto en posición cerrada como en posición abierta del mismo.

2.6 Distancias de Fuga

El aislamiento cumplirá con lo establecido en el apartado 2.3. de la Instrucción Técnica de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT-07.

La zona evaluada puede ser considerada como nivel de contaminación **III – Fuerte**, según la descripción indicada en ITC-LAT 07.

Para este nivel de contaminación, la distancia de fuga específica es de **25 mm/kV.**

Las distancias de fuga correspondiente a cada nivel de tensión es la siguiente:

Aparamenta en 220 kV:

Distancia de Fuga: 25 mm/kV · 245 kV = 6.125 mm.

Aparamenta en 33 kV:

Distancia de Fuga: 25 mm/kV · 36 kV = 900 mm.

3 RED DE TIERRAS

3.1 Tensiones Máximas Admisibles

Se consideraron las siguientes hipótesis de cálculo:

- Duración de la corriente de falla: t_F=0,5 s.
- Resistividad del terreno: Basado en ITC-BT 18, tabla 4, para terrenos cultivables poco fértiles y otros terrenos: ρ=500 Ω.m.
- Capa de grava de 15 cm de espesor (dato): h_S=0,15 m.
- Resistividad de la capa de grava: Basado en el estándar internacional IEEE Std. 80, la resistividad de este material está en un rango de 1000 – 5000 Ω.m, se selecciona un valor promedio: ρ^*=2500 Ω.m.
- Resistencia del calzado: Basado en ITC-RAT 13: R_{a1}=2000 Ω.

Según ITC-RAT 13 las tensiones aplicadas admisibles son las siguientes:

- Tensión de contacto aplicado admisible: U_{ca}=204 V.
- Tensión de paso aplicado admisible: U_{pa}=10 U_{ca}=2040 V.

Cálculo de las tensiones máximas admisibles:

$$C_s = 1 - 0{,}106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0{,}106} \right) = 1 - 0{,}106 \left(\frac{1 - \frac{500}{2500}}{2(0{,}15) + 0{,}106} \right) = 0{,}7911$$

$$\rho_S = \rho^* \, C_S = (2500)(0{,}7911) = 1.977{,}83 \; \Omega.m$$

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \, \rho_S}{1000} \right] = (204) \left[1 + \frac{\frac{2000}{2} + 1{,}5 \, (1.977{,}83)}{1000} \right] = 1.013{,}22 \; V$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2 \, R_{a1} + 6 \, \rho_S}{1000} \right] = (2040) \left[1 + \frac{2 \, (2000) + 6 \, (1.977{,}83)}{1000} \right] = 34.408{,}67 \; V$$

Las tensiones máximas admisibles obtenidas son las siguientes:

- Tensión de contacto máximo admisible: U_c=1.013,22 V.
- Tensión de paso máximo admisible: U_p=34.408,67 V.

3.2 Resistencia de Puesta A Tierra de la Malla

Se consideraron las siguientes hipótesis de cálculo:

- Área de la Subestación cubierta por la malla (dato):

$$A = L_x L_y = 5.544{,}00\ m^2$$

Donde $L_x\ y\ L_y$ son las longitudes horizontales y verticales de la subestación, respectivamente: $L_x = 88{,}00\ m$ y $L_y = 63{,}00\ m$

- Retícula de la malla (dato): 5 m x 5 m.

Se va a considerar conductores igualmente espaciados, de acuerdo con los datos indicados de área y tamaño de retícula. Por lo tanto, se establecerán 18 conductores de 5 metros de retícula en la dirección horizontal, dejando 1 metro adicional de red de tierra a las dimensiones de la subestación y, en cuanto a la dirección vertical, se establecerán 13 conductores de 5 metros de retícula dejando 1 metro de red de tierras adicional a las dimensiones de la subestación. Este último aspecto puede visualizarse en el plano de red de tierras que acompaña a esta memoria descriptiva.

Por lo tanto, el área a considerar de la red de tierras a instalar en la subestación es de:

- Área de la malla de tierra subterránea:

$$A = 90m\ x\ 65m = 5.850{,}00\ m^2$$

Por lo tanto, la longitud del conductor enterrado es de:

$$\mathrm{Lc} = (18 * 90{,}00) + (13 * 65{,}00) = 2.465{,}00\ \mathrm{m}.$$

Basado en ITC-RAT 13, la resistencia de puesta a tierra de la malla en la Subestación de Evacuación de la planta fotovoltaica, se estima mediante la siguiente relación:

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

Donde r es el radio de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla:

$$\mathrm{r} = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{5.850{,}00}{\pi}} = 43{,}15\ \mathrm{m}$$

La resistencia de la malla resulta:

$$\mathrm{R} = \frac{500}{4 * 43{,}15} + \frac{500}{2.465{,}00} = 3{,}100\ \Omega$$

3.3 Corriente de defecto a tierra y corriente por la puesta a tierra

En el lado de 33 kV se instalará una reactancia limitadora de la corriente por la red de tierras, por lo que la corriente máxima que debemos considerar es de **500 A,** la máxima corriente que permitiría dicha reactancia.

3.4 Comprobación del Calibre del Conductor de Puesta A Tierra

Se consideró la siguiente hipótesis de cálculo: conductor de cobre de 150 mm^2.

Basado en ITC-RAT 13, para conductores de puesta a tierra de cobre debe cumplirse con las siguientes premisas:

- Requisito térmico (1 s): 160 A/mm^2 con un mínimo de 25 mm^2.
- Requisito mecánico (corrosión): Sección mínima de 50 mm^2.

Basado en la corriente estimada y en la sección del conductor se tiene:

- Capacidad térmica del conductor: 160 A/mm^2 x 150 mm^2 = 24 kA superior al valor estimado de 20 kA.
- El calibre del conductor es superior al mínimo requerido por características mecánicas (corrosión).

3.5 Cálculo de las Tensiones de Paso y Contacto en la Subestación

Los cálculos se basaron en el procedimiento contenido en el estándar IEEE Std. 80.

TENSIÓN DE CONTACTO E_m

$$E_m = \frac{\rho \, I_G \, K_m \, K_i}{L_M}$$

Donde:

K_m: factor de geometría.

K_i: factor de corrección por geometría en forma de malla.

I_G: corriente máxima por la malla (A).

ρ: resistividad del suelo (Ω-m).

L_M: longitud efectiva de conductor enterrado (m).

K_m es un coeficiente que tome en cuenta el efecto del número de conductores en paralelo n, el espaciamiento D, el diámetro del conductor d y la profundidad de enterramiento h de los conductores que forman la malla, el cual se calcula según la fórmula:

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

Para mallas sin picas hincadas:

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

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

$$K_i = 0{,}644 + 0{,}148\, n$$

$$n = n_a\, n_b$$

$$n_a = \frac{2\, L_C}{L_P}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4\sqrt{A}}}$$

h_o: profundidad de referencia de la malla igual a 1 m.

D: espaciamiento de la malla.

h: profundidad de enterramiento de la malla (m).

n: número promedio de conductores paralelos.

L_C: longitud de conductor enterrado (m).

L_P: longitud del perímetro de la malla (m).

A: área de la malla (m^2).

d: diámetro del conductor (m).

TENSIÓN DE PASO E_S

$$E_S = \frac{\rho \, I_G \, K_S \, K_i}{L_S}$$

Donde:

L_s: longitud efectiva para voltaje de paso (m): $L_s = 0{,}75 \cdot L_C$

Para la profundidad de enterramiento usual de $0{,}25\ m < h < 2{,}5\ m$:

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

RESULTADOS:

CONFIGURACIÓN DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA PROPUESTA:

- Área de la malla de tierra: 5.850,00 m2.
- Perímetro de la malla de tierra: 310,00 m.
- Longitud de conductor: 2.465,00 m.
- Profundidad de enterramiento: h=0,8 m.
- Conductor de cobre de 150 mm^2, para un diámetro: d=0,01570 m
- Corriente máxima por la malla, para cable 150 mm^2, 2.500 A.

CÁLCULOS:

$$n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_P} = 15{,}903$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4\sqrt{A}}} = 1{,}007$$

$$n = n_a \, n_b = 16{,}008$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 0{,}6485$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_o}} = \sqrt{1 + \frac{0{,}8}{1}} = 1{,}3416$$

$$K_i = 0{,}644 + 0{,}148\, n = 3{,}013$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h}\ln\left(\frac{8}{\pi(2n-1)}\right)\right] = 0{,}6351$$

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D}(1 - 0{,}5^{n-2})\right] = 0{,}3175$$

$$L_s = 0{,}75 \cdot L_C = 1.848{,}75$$

$$E_m = \frac{\rho\, I_G\, K_m\, K_i}{L_M} = 970{,}40\ V$$

$$E_S = \frac{\rho\, I_G\, K_S\, K_i}{L_S} = 646{,}82\ V$$

COMPROBACIÓN:

En base a las aproximaciones consideradas, la red de tierras propuesta cumple con las condiciones de seguridad en condiciones de falla en el interior de la Subestación.

- La tensión de contacto E_m (970,40 V) es menor que la tensión de contacto máximo admisible U_c (1013,22 V).
- La tensión de paso E_S (646,82 V) es menor que la tensión de paso máximo admisible U_p (34.408,67 V).

3.6 Protección Contra Rayos

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

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

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

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a las correspondientes partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado (r) y que viene dado por la expresión:

$$r = 8 \times I^{0,65}$$

donde: I (kA) = 1,1 · U · N / Z, siendo:

- U = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1.050 kV
- N = número de líneas conectadas a la subestación = 1
- Z_G = Impedancia característica del cable de guarda

$$Z_G = f \cdot \ln(\frac{H_G}{r_G})$$

Donde:

- f = frecuencia de la red: 50 Hz
- H_G = altura del cable de guarda en el pórtico (mm) = 18,36 m
- r_G = radio del cable de guarda = 7,65 · 10^{-3} m para el OPGW-48

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$Z_G = f \cdot \ln(\frac{H_G}{r_G}) = 50 \cdot \ln(\frac{18{,}30}{7{,}65 \cdot 10^{-3}}) = 389{,}00\ \Omega$$

$$I = \frac{1{,}1 \cdot 1.050 \cdot 1}{389{,}00} = 2{,}97\ kA$$

$$r = 8 \cdot I^{0,65} = 8 \cdot 2{,}97^{0,65} = 16{,}23\ m$$

El radio crítico de 16,23 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

4 INTERCONEXIÓN DE LA APARAMENTA

4.1 Características Interconexión Equipos 220 kV

En este apartado, se especifican las características principales del conductor eléctrico utilizado en la interconexión entre los equipos de AT para las dos calles de la subestación. La subestación, contará con dos calles: (1) calle Gerena que consistirá en una posición de Línea-Transformador 33/220 kV para evacuar la potencia generada por las plantas fotovoltaicas FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 y (1) calle Guillena que consistirá en una posición de línea de salida en 220 kV formada por la aparamenta necesaria de medida, protección y maniobra, una posición de barras y una posición de Transformación 33/220 kV para las plantas FV Guillena 1 y FV Guillena.

Para dicha interconexión entre todos los equipos de la subestación, se empleará conductor aéreo dúplex 402-AL1/52-ST1A (LA 455 CONDOR), con las siguientes características:

CONDUCTOR	402-AL1 / 52-ST1A LA 455 CONDOR
Material	Conductor de aluminio con alma de acero galvanizado (AL1/ST1A).
Resistencia eléctrica c.c. a 20ºC (ohmios/km)	0,0719
Resistencia eléctrica c.c. a 85ºC (ohmios/km)	0,0907
Sección mm^2	Total = 454,50
	Aluminio = 402,30
Diámetro (mm)	Alma = 9,24
	Conductor = 27,70
Resistencia a la tracción asignada	123,75 kN

Tabla 1. Características del conductor eléctrico en la Subestación.

De la anterior tabla representada, se debe destacar que la designación del conductor empleado 402-AL1/52-ST1A hace referencia a conductores de aluminio con alma de acero galvanizado (AL1/ST1A).

Con esta configuración, la intensidad máxima que podrá circular vendrá dada por la limitante del conductor de interconexión entre equipos de 220 kV, esto es, Dúplex 402-AL1/52-ST1A (LA 455 CONDOR):

- Intensidad máxima admisible para el conductor simplex es de 806,66 A y para el dúplex 1.613,32 A.
- Intensidad de cortocircuito para el conductor simplex es de 23,38 kA y para el dúplex 46,75 kA.

4.1.1 Capacidad de Corriente en Régimen Permanente

El apartado 4.2.1 de ITC-LAT 07 establece las densidades máximas de corriente en régimen permanente, cuyos valores no deben ser superados. A continuación, se muestra la densidad de corriente en la siguiente tabla:

Código	Código antiguo	Coef. Reducción s/ITC LAT 07	Densidad Corriente sin corregir (A/mm2)
27-AL1/4-ST1A	LA 30	0,937	4,7255
47-AL1/8-ST1A	LA 56	0,937	3,8965
67-AL1/11-ST1A	LA 78	0,937	3,4296
94-AL1/22-ST1A	LA 110	0,916	2,988
119-AL1/28-ST1A	LA 145	0,916	2,77371429
147-AL1/34-ST1A	LA 180	0,916	2,592
242-AL1/39-ST1A	LA 280 HAWK	0,937	2,2067
337-AL1/44-ST1A	LA 380 GULL	0,95	1,988
402-AL1/52-ST1A	LA 455 CONDOR	0,95	1,86825
483-AL1/33-ST1A	LA 510 RAIL	0,97	1,7748
485-AL1/63-ST1A	LA 545 CARDINAL	0,95	1,72905
565-AL1/72-ST1A	LA 635 FINCH	0,95	1,60608

Tabla 2. Densidad de corriente de los conductores de aluminio con alma de acero galvanizado.

Respecto a la tabla anteriormente representada, destacar que se tomará el valor de la densidad de corriente correspondiente al conductor seleccionado y el resultado se multiplicará por un coeficiente de reducción de acuerdo a su composición aluminio/acero.

Para los conductores normalizados, se establecieron las secciones correspondientes a la tabla anterior y se determinaron sus respectivas capacidades límites de corriente en régimen permanente, resumidos en la siguiente tabla.

Código	Código antiguo	Coef Reducción s/ITC LAT 07	Densidad Corriente sin corregir (A/mm2)	I admisible (A)
27-AL1/4-ST1A	LA 30	0,937	4,7255	137,70
47-AL1/8-ST1A	LA 56	0,937	3,8965	199,35
67-AL1/11-ST1A	LA 78	0,937	3,4296	252,58
94-AL1/22-ST1A	LA 110	0,916	2,988	318,04
119-AL1/28-ST1A	LA 145	0,916	2,77371429	373,74
147-AL1/34-ST1A	LA 180	0,916	2,592	431,17
242-AL1/39-ST1A	LA 280 HAWK	0,937	2,2067	581,22
337-AL1/44-ST1A	LA 380 GULL	0,95	1,988	719,56
402-AL1/52-ST1A	LA 455 CONDOR	0,95	1,86825	806,66
483-AL1/33-ST1A	LA 510 RAIL	0,97	1,7748	889,70
485-AL1/63-ST1A	LA 545 CARDINAL	0,95	1,72905	898,99
565-AL1/72-ST1A	LA 635 FINCH	0,95	1,60608	971,31

Tabla 3. Características eléctricas de los conductores aluminio/acero.

Como análisis del sistema de transformación de la calle Guillena, se instalará un transformador trifásico elevador, inmerso en aceite, de potencia 85/100 MVA, según etapas de refrigeración ONAN/ONAF, con una relación de transformación de 33/33/220 kV y un grupo de conexión YNd11d11. La capacidad máxima del transformador es de 100 MVA, en condiciones ONAF, lo que equivale en corriente a:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\,V} = \frac{100\ MVA}{\sqrt{3}\ x\ 220\ kV} = 262{,}43\ A$$

En cuanto al sistema de transformación de la calle Gerena, se instalará un transformador trifásico elevador, inmerso en aceite, de potencia 78/104/125 MVA, según etapas de refrigeración ONAN/ONAF1/ONAF2, con una relación de transformación de 33/33/33/220 kV y un grupo de conexión YNd11d11d11. La capacidad máxima del transformador es de 125 MVA, en condiciones ONAF, lo que equivale en corriente a:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\,V} = \frac{125\ MVA}{\sqrt{3}\ x\ 220\ kV} = 328{,}04\ A$$

La especificación en corriente de diseño de los equipos de AT es de 2.000 A, para la posición de línea-transformador correspondiente a la calle Gerena y a la posición de transformación correspondiente a la calle Guillena.

4.1.2 Capacidad de Corriente en Condiciones de Defecto

En condiciones de falla, el calor producido debe ser absorbido por el material (proceso adiabático). la siguiente expresión relaciona la corriente en condiciones de falla, la duración y la temperatura alcanzada por el material.

$$I = \frac{A}{\sqrt{t}} \sqrt{\frac{c'\,\gamma}{\rho\,\alpha}\, ln\big(1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)\big)}$$

Donde:

θ_2: temperatura al finalizar el cortocircuito; según ITC-LAT 07 no mayor a 100ºC.

θ_1: temperatura al inicio del cortocircuito; según ITC-LAT 07 la temperatura máxima de servicio es de 85ºC.

c': calor específico del material; en el caso de conductores aluminio/acero es igual a 887 $\frac{Joule}{kg\,°C}$.

γ: densidad del material; en el caso de conductores aluminio/acero es igual a 0,00346 $\frac{Kg}{mm^2\,m}$.

ρ: resistividad del material; en el caso de conductores aluminio/acero es igual a $3{,}26786\ x\ 10^{-8}\ \Omega\, m$.

α: coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura; en el caso de conductores aluminio/acero es igual a $0{,}004\ \frac{1}{°C}$.

t: duración del cortocircuito; según ITC-LAT 07 se va a considerar igual a $0{,}5\ s$.

A: sección del conductor en mm^2.

II: corriente de cortocircuito.

En la siguiente tabla se muestra la capacidad de corriente de cortocircuito para los conductores normalizados.

Código	Código antiguo	Icc(kA)
27-AL1/4-ST1A	LA 30	1,61
47-AL1/8-ST1A	LA 56	2,82
67-AL1/11-ST1A	LA 78	4,06
94-AL1/22-ST1A	LA 110	6,04
119-AL1/28-ST1A	LA 145	7,64
147-AL1/34-ST1A	LA 180	9,43
242-AL1/39-ST1A	LA 280 HAWK	14,53
337-AL1/44-ST1A	LA 380 GULL	19,60
402-AL1/52-ST1A	LA 455 CONDOR	23,38
483-AL1/33-ST1A	LA 510 RAIL	26,32
485-AL1/63-ST1A	LA 545 CARDINAL	28,11
565-AL1/72-ST1A	LA 635 FINCH	32,73

Tabla 4. Corrientes de cortocircuito de los conductores de aluminio/acero.

La corriente de cortocircuito en 220 kV de diseño es de 40 kA, por lo que elegiremos un dúplex 402-AL1/52-ST1 (LA 455 CONDOR), que soportará 2x23,38 kA = 46,75 kA

4.1.3 Conductor Seleccionado Para Conexión entre Equipos AT

Basado en la evaluación en corriente en régimen permanente o de servicio y en condiciones de defecto o de cortocircuito, el mínimo calibre que cumple con ambos requisitos en el caso de la conexión entre equipos mediante cables el siguiente:

402-AL1/52-ST1A (LA 455 CONDOR) DÚPLEX.

4.2 Cálculo mecánico de Embarrados Rígidos

4.2.1 Hipótesis de Diseño

Se adoptan los siguientes valores de diseño en la subestación:

- Intensidad de cortocircuito en 220 kV (simétrica) = 40 kA.
- R/X (sistema) = 0,07.
- Duración del cortocircuito = 1 s.

En la subestación se empleará tubo de aleación de aluminio Ø150/134 mm como conductor de las barras principales.

Condiciones del vano.

La geometría y condiciones de anclaje en los extremos de los vanos considerados como más desfavorables son las siguientes:

Vano A: Barras principales 220 kV con las siguientes condiciones:

Longitud de vano:	13,5 m
Distancia entre fases:	3,5 m
Anclaje:	Elástico – fijo.

Vano B: conexión aislador-aislador en 220 kV:

Longitud de vano:	4 m
Distancia entre fases:	4 m
Anclaje:	Elástico – fijo.

4.2.2 Condiciones de la instalación

La subestación se encuentra en una parcela menor de 150 metros sobre el nivel del mar (zona A según RLAT). Por lo tanto, se consideran las siguientes condiciones climatológicas:

- Hielo: No se considera.
- Viento: Presión de viento a 140 km/h = 95,3 daN/m2.
- Sismo: No se considera pues la aceleración sísmica básica es menor que 0,04*g.

4.2.3 Características de los materiales a emplear

4.2.3.1 Tubo 150/134

Los embarrados principales de 220 kV serán de tubo de aleación de aluminio de las siguientes características:

- Aleación: E-AlMgSiO,5 F22.
- Diámetro exterior (D) e interior (d): 150/134 mm.
- Espesor de la pared (e): 8 mm.
- Peso propio unitario (Ppt): 9,63 kg/m.
- Sección (A): 3.569 mm2.
- Carga de rotura del material: 195 N/mm2.
- Momento de Inercia (J): 902 cm4.
- Módulo resistente (W): 120 cm3.
- Módulo de elasticidad (Young)(E): 70.000 N/mm2.
- Límite de fluencia mínimo del material (Rpo2): 160 N/mm2.
- Coeficiente de dilatación lineal (s): 0,023 mm/mºC.
- Intensidad máxima: 3.250 A.

4.2.3.2 Características de los aisladores soporte

En los tramos del vano A, correspondientes a las barras principales en 220 kV, se instalan aisladores C16-1550 con las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	16.000 N
Carga de rotura a torsión	6.000 N
Altura del aislador	3.350 mm
Altura de la pieza soporte	220 mm

En los tramos del vano B, correspondientes a las barras secundarias en 220 kV, se instalan aisladores C6-1050 con las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	6.000 N
Carga de rotura a torsión	3.000 N
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	140 mm

4.2.4 Corriente de cortocircuito

Como ya se ha dicho, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (Icc) a efectos de diseño es de 40 kA para 220 kV.

La intensidad asimétrica o de cresta, trifásica, (CEI 60909) viene dada por la expresión:

$$Ip = \chi \times \sqrt{2} \times Icc$$

donde χ es un factor dimensional que varía entre 1 y 2 y es función del cociente entre la resistencia (R) y la reactancia (X)

$$\chi = 1{,}02 + 0{,}98 \times e^{-3R/X}$$

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 típicamente 0,07.

$\chi = 1{,}814$, por lo que I_p = 102,64 kA.

4.2.5 Tensión en los embarrados

4.2.5.1 Tubo 150/134

Esfuerzos por viento:

Fv = 952,8 * 150 * 10^{-3} = 142,92 N/m

Esfuerzos por peso propio:

Fpp = 94,40 N/m

Cable amortiguador Rail = 15,70 N/m en los 4/3 del vano, equivalentes con:

Fpp'=4/3 * 15,10 = 20,90 N/m

En total, Fp = 115,30 N/m

Esfuerzos por hielo:

Fh = 0

Esfuerzos por cortocircuito:

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión:

$$F_{m3st} = \frac{\mu_o \times I_p^2 \times sen(120^{\circ})}{2 \times \pi \times a}$$

Donde

μ_0= permeabilidad magnética del vacío ($4\pi 10^{-7}$ (N/A^2))

I_p = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico

a = Distancia media entre fases.

Sustituyendo y operando:

F_{m3st} = 521,31 N/m

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:

Vσ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico

Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale según UNE-EN 60865-1:

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

Donde:

I = inercia de la sección

m = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador.

E = Módulo de Young del material

l = longitud del vano

γ = coeficiente del tubo y los apoyos, 1,57 en este caso, según tabla 3 de UNE-EN 60865-1.

Tabla 3 – Factores α, β y γ para diferentes disposiciones de apoyos de embarrados

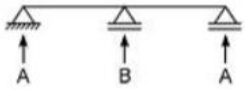
Tipo de viga y de soporte			Factor α	Factor β*	Factor γ
Vigas de un solo vano	A y B: soportes simples		A: 0,5 B: 0,5	1,0	1,57
	A: soporte empotrado B: soporte simple		A: 0,625 B: 0,375	$\frac{8}{11} = 0{,}73$	2,45
	A y B: soportes empotrados		A: 0,5 B: 0,5	$\frac{8}{16} = 0{,}5$	3,56
Vigas continua con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

Ilustración 1. Tabla 3 de UNE-EN 60865-1.

Sustituyendo y operando,

fc = 1,970 Hz

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema (50 Hz) establece los valores de Vσ y Vr.

fc/50 = 0,039

En estas condiciones,

Vσ = 0,31

Vr = 1,80

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito teniendo en cuenta que es necesario considerar la superposición de esfuerzos en el apoyo más desfavorable, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \times V_r \times \beta \times \frac{F_{m3st} \times l^2}{8 \times Z}$$

Donde:

β = 1,0 según UNE-EN 60865-1

Z = Módulo resistente de la sección.

Con esto, la tensión de trabajo por esfuerzo dinámico de cortocircuito nos da:

σ_m = 54,20 N/mm2

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, considerando todas las cargas uniformemente repartidas y aplicando del mismo modo superposición de esfuerzos,

$$\sigma_i = \frac{1}{8} \times \frac{P \times l^2}{Z}$$

Donde:

l_i = longitud del vano

Z = módulo resistente de la sección

P_i = carga repartida que produce el esfuerzo

Las tensiones producidas son, por lo tanto:

Por Viento:

$$\sigma_v = \frac{1}{8} \times \frac{142{,}9 \times 13{,}5^2}{120{,}32} = 27{,}06\ N/mm^2$$

Por Peso Propio

$$\sigma_p = \frac{1}{8} \times \frac{115{,}30 \times 13{,}5^2}{120{,}32} = 22{,}42\ N/mm^2$$

Por Peso de Hielo

$$\sigma_h = 0\ N/mm^2$$

La suma de estas tensiones, teniendo en cuenta su dirección, da como resultado una tensión de módulo:

$$\sigma_t = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2} = 84{,}29\ N/mm^2$$

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

Límite de fluencia/tensión calculada=160/84,29= 1,90.

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma UNE-EN 60865-1 establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que

$$\sigma_t \leq q \times R_{p0,2}$$

Donde q = factor de resistencia del conductor, que vale 1,344 para tubo 150/134, y $R_{p0,2}$ = 160 N/mm^2 (el límite de fluencia).

De esta forma se debe verificar 84,29≤ 1,344 * 160 = 215 N/mm^2.

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

4.2.6 Reacciones sobre aisladores soporte

El máximo esfuerzo en los vanos considerados se producirá en los aisladores soporte de los extremos. Para realizar los cálculos de este apartado se aplica, como para el resto de cálculos hechos, superposición de esfuerzos y además se pondera cada esfuerzo producido en un vano con un coeficiente de 0,5 según Norma UNE-EN 60865-1.

Las acciones a considerar en este caso son solo horizontales:

Viento sobre el tubo:

Fv = 952,8 * 150 * 10^{-3} = 142,92 N/m

Esfuerzo en cortocircuito:

Según la norma UNE-EN 60865-1, el valor de esfuerzo sobre los soportes tiene la expresión:

$$F_{m3d} = V_f \times V_r \times \frac{\mu_o \times I_p^2 \times sen(120^{\circ})}{2 \times \pi \times a}$$

Donde Vf = factor de carga, dependiente de f/fn = 0,039, que vale 0,345.

Así, F_{m3d} = 0,345 x 1,8 x 521,31= 323,53 N/m

Aplicando superposición, la suma de esfuerzos sobre el soporte debidos al cortocircuito y al viento sobre el tubo resulta:

$$F_t = \sum_{i=1}^{2} [F_V + F_{m3d}]_i \times l_i \times \alpha_i$$

α_i = 0,5 como coeficiente de reparto para el soporte crítico en ambos vanos según la Norma UNE-EN 60865-1.

Así, F_t = 3.148,51 N

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 170 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto,

$$F_t = 3.148{,}51\ x\ \frac{(2.300 + 170)}{(2.300)} = 3.381{,}23\ N$$

El aislador trabajará en las peores condiciones considerando un aislador que soporte dos tubos, y el coeficiente de seguridad frente al de carga inferior de rotura será:

$$\frac{10.000{,}00}{2 \times 3.381{,}23} = 1{,}48$$

4.2.7 Flecha en los embarrados

4.2.7.1 Tubo 150/134

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \frac{\alpha_f}{185} \times \frac{P \times l^4}{E \times I}$$

Donde:

P = carga vertical distribuida

l = longitud del vano

E = módulo de Young

I = Inercia de la sección

α_f: factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1.

La carga a considerar, en este caso, es el peso propio del tubo más el cable amortiguador.

El resultado es 0,94 cm.

4.2.8 Elongación de los Embarrados

4.2.8.1 Tubo 150/134

El tubo que forma el embarrado, por efectos térmicos se dilatará, de acuerdo con la expresión:

$$\Delta l = l_0 \times \alpha \times \Delta\theta$$

Donde:

l_0 = longitud inicial del tubo

Δl = coeficiente de dilatación lineal del tubo = 0,023 mm/mºC

Δθ = incremento de temperatura entre la de montaje (35º) y la de servicio (85º)

En estas condiciones, Δl =8 * 0,023 * 50 = 9,20 mm.

Dada la elongación del vano se instalarán piezas especiales que permitan absorber esta dilatación.

4.3 Cálculo eléctrico Embarrados

4.3.1 Intensidad en Régimen Permanente

Tubo 150/134

La intensidad nominal teórica del tubo elegido, según fabricante es de 3.250 A con 30 ºC de temperatura ambiente y 65 ºC de temperatura de trabajo del tubo.

Según DIN 43670, esta intensidad debe ser corregida con distintos factores en función de la composición del tubo, la altitud, la temperatura máxima de trabajo (Según RAT 5).

Así, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

k1 = 0,925 por la aleación elegida

k2 = 1,25 para temperatura final de 85 ºC

k3 = 1 por ser tubo

k4 = 0,98 para instalación a menos de 1000 m.s.n.m.

Según la citada norma, Imáx = In * k1 * k2 * k3 * k4.

Así, Imáx = 3.682,70 A, equivalentes 2.553 MVA, potencia muy superior a la potencia de diseño.

4.3.2 Esfuerzo Térmico en Cortocircuito

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según UNE-EN 60865-1 por la expresión:

$$I_\theta = I_p \times \sqrt{(m+n)}$$

Donde m y n son coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 0,758, según la Figura 12 de dicha norma.

$$I_\theta = 128{,}269 \cdot \sqrt{0{,}097 + 0{,}758} = 118{,}605\ kA$$

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito ρ de 118 A/mm^2, calculado según norma UNE-EN 60865-1, para una temperatura inicial del conductor de 85º C (temperatura máxima de trabajo) y una final de 200ºC, temperatura máxima recomendada en dicha norma para conductores de aluminio.

Para el tubo actual, la capacidad térmica es S * ρ = 8.259 * 118 = 974,56 kA, muy superior a la corriente térmica de cortocircuito de la instalación.

4.4 Características Embarrados en MT

Respecto al embarrado de MT en 33 kV, se utilizará el siguiente tubo:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 6063 T6 / CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 6063 T6

Tabla 5 / Quadro 5

Denominación / Denominação	Características físicas / Características físicas				Características eléctricas / Características eléctricas		Características estáticas / Características estáticas	
Ø ext / Ø int / Ø ext / Ø int	**Ø ext. (mm)** / Ø ext. (mm)	**Espesor (mm)** / Espessura (mm)	**Sección (mm²)** / Secção (mm2)	**Peso (g/m)** / Peso (g/m)	**Intensidad adm. desde 65ºC (A)** / Intensidade adm. desde 65 ºC (A)	**Intensidad adm. desde 85ºC (A)** / Intensidade adm. desde 85 ºC (A)	**Momento inercia (cm⁴)** / Momento inércia (cm4)	**Momento de elasticidad (cm³)** / Momento de elasticidade (cm3)
40/36	40	2	239	645	559	742	4,40	2,20
40/34		3	349	942	675	869	6,10	3,10
40/32		4	452	1.221	770	1.014	7,60	3,80
40/30		5	550	1.484	821	1.111	8,80	4,40
40/28		6	641	1.730	869	1.208	9,70	4,90
45/40	45	3	334	901	569	752	7,56	3,36
50/44	50	3	443	1.196	773	1.063	12,50	5,00
50/42		4	578	1.561	918	1.208	15,70	6,30
50/40		5	707	1.909	1.014	1.353	18,50	7,40
50/38		6	829	2.239	1.111	1.449	20,80	8,30
50/34		8	1.056	2.850	1.256	1.642	24,60	9,80
50/30		10	1.257	3.393	1.353	1.787	27,20	10,90
60/50	60	5	864	2.333	1.024	1.354	32,93	10,98
63/57	63	3	565	1.527	966	1.304	26,00	8,20
63/55		4	741	2.002	1.111	1.497	33,00	10,50
63/53		5	911	2.460	1.256	1.642	39,30	12,50
63/51		6	1.074	2.901	1.353	1.787	44,90	14,30
63/47		8	1.382	3.732	1.546	2.077	54,40	17,30
68/60	68	4	804	2.171	1.038	1.371	41,34	12,16
70/60	70	5	1.021	2.757	1.182	1.563	54,24	15,50
80/74	80	3	726	1.959	1.208	1.594	54,90	13,70
80/72		4	955	2.579	1.353	1.836	70,40	17,60
80/70		5	1.178	3.181	1.497	2.077	84,80	21,20
80/68		6	1.395	3.766	1.642	2.222	97,90	24,50
80/64		8	1.810	4.886	1.884	2.560	121,00	30,20
80/60		10	2.199	5.938	2.077	2.802	140,00	35,00
90/80	90	5	1.335	3.605	1.491	1.971	121,00	26,89
100/94	100	3	914	2.468	1.449	1.932	110,00	21,90
100/92		4	1.206	3.257	1.642	2.222	142,00	28,40
100/90		5	1.492	4.029	1.836	2.512	172,00	34,40
100/88		6	1.772	4.784	1.980	2.705	200,00	40,00
100/84		8	2.312	6.243	2.270	3.140	251,00	50,20
110/100	110	5	1.649	4.453	1.792	2.369	227,81	41,42
120/112	120	4	1.458	3.936	1.932	2.608	250,00	41,70
120/110		5	1.806	4.877	2.125	2.947	305,00	50,80
120/108		6	2.149	5.802	2.319	3.188	357,00	59,40
120/104		8	2.815	7.600	2.657	3.671	452,00	75,30
120/100		10	3.456	9.331	2.995	4.058	537,00	89,50
150/136	150	7	3.145	8.491	2.793	3.692	805,76	107,43
150/134		8	3.569	9.636	2.976	3.933	902,38	120,32
150/125		13	5.400	14.579	3.660	4.838	1.286,63	171,55

Ilustración 2. Características de los embarrados de MT.

Observamos que el embarrado elegido de la anterior tabla soporta la intensidad máxima correspondiente a las potencias de evacuación en 33 kV.

La Subestación contará con un embarrado en MT 33 kV que recolectará la energía generada por los parques fotovoltaicos FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3.

En primer lugar, analizaremos la calle Guillena que recolectará la energía generada por FV Guillena 1 (49,98 MWp/ 42,50 MWn) y FV Guillena 2 (49,98 MWp /42,50 MWn). Por lo que la intensidad nominal de MT en cada embarrado viene dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\,V} = \frac{50\ MVA}{\sqrt{3}\ x\ 33\ kV} = 874{,}77\ A$$

A continuación, realizaremos el mismo análisis para la calle Gerena que recolectará la energía generada por FV Gerena 1 (49,98 MWp/ 35,00 MWn), FV Gerena 2 (49,98 MWp /35,00 MWn) y FV Gerena 3 (42,01 MWp /30,00 MWn. Por lo que la intensidad nominal de MT en cada embarrado viene dada por la siguiente expresión:

FV Gerena 1: 42,64 MVA

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3}\,V} = \frac{42{,}64\ MVA}{\sqrt{3}\ x\ 33\ kV} = 746\ A$$

FV Gerena 2: 42,64 MVA

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3}\,V} = \frac{42{,}64\ MVA}{\sqrt{3}\ x\ 33\ kV} = 746\ A$$

FV Gerena 3: 36,52 MVA

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3}\,V} = \frac{36{,}52\ MVA}{\sqrt{3}\ x\ 33\ kV} = 638{,}93\ A$$

Para estos valores de intensidad nominal en MT el embarrado seleccionado es óptimo ya que soporta un valor superior de 1.353 A (T=65ºC) y 1.836 A (T=85ºC).

4.5 Características Interconexión Equipos 33 kV

Para la conexión de los embarrados de las cabinas de MT con el transformador de potencia se utilizarán conductores de aluminio aislados tipo AL RHZ1-OL.

4.5.1 Datos Técnicos Básicos

Los valores eléctricos conocidos son los siguientes:

- Tensión nominal..... 33 kV
- Frecuencia..... 50 Hz

La intensidad nominal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

- S: Potencia Aparente en MVA.
- I_L: Intensidades Nominales en A
- V: Tensión Nominal en V = 33 kV

El diseño correspondiente al dimensionado de los cables se realiza tomando en cuenta las instrucciones técnicas complementarias ITC LAT-06.

4.5.2 Premisa de Cálculo

Definida la intensidad nominal a suministrar en condiciones nominales, se debe entonces establecer la sección mínima requerida para el cable de potencia de media tensión para cada tramo de interconexión que conforman los circuitos.

Se debe asegurar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- El cable seleccionado tendrá capacidad para soportar una intensidad nominal permanente de al menos la calculada en el punto anterior de este documento y para la longitud del circuito.
- Al evaluar la caída de tensión, se debe obtener un rango de regulación con una caída no mayor al 1,00%.
- Los cables deben soportar la Intensidad de cortocircuito máxima esperada sin que se dañen.

4.5.3 Intensidad Máxima Admisible

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se aplicará lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 06 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS CON CABLES AISLADOS del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

En dicha ITC se da unas intensidades admisibles en función del aislamiento y tipo de conductor y sistema de instalación (directamente enterrado o en tubo), profundidad, temperatura y resistividad del terreno, así como una serie de factores de corrección para condiciones distintas y para más de una terna por zanja.

$$IMA = INOR \cdot KT \cdot KR \cdot KA \cdot KP \geq IL$$

Donde:

- IMA= Intensidad máxima admisible en condiciones del circuito en A.
- INOR= Intensidad máxima admisible condiciones estándar en A.
- IL = Intensidad Nominal en A.
- KT = Corrección por temperatura suelo.
- KR = Corrección por resistividad térmica suelo.
- KA = Corrección por agrupamiento de ternas o circuitos.
- KP = Corrección por profundidad de emplazamiento.

4.5.4 Cálculo de la Caída de Tensión

La caída de tensión puede aproximarse con mucha exactitud según la siguiente fórmula:

$$\Delta U(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \times 100}{U}$$

Donde:

$\Delta U(\%)$= Caída de tensión en %.

- I_L = Intensidad Nominal en A.
- L = Longitud en km.
- R = Resistencia del conductor en Ω/km..
- X = Reactancia del conductor en Ω/km.
- U = Tensión nominal en V.
- φ = desfase entre tensión e intensidad (cos φ = Factor de Potencia).

4.5.5 Cálculo de la Pérdida de Potencia

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en cada terna de la línea viene dada por la expresión:

$$Pp = 3 * R * I^2 * L.$$

4.5.6 Presentación de Resultados

Los tipos de cables considerados estándar y sus características técnicas principales para el caso de evaluación se indican en la siguiente tabla:

Características de los cables unipolares de Al, tipo RHZ1-OL, 18/33 kV:

SECCIÓN (mm^2)	RESISTENCIA T máx (90 ºC) (Ohm/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ohm/km)	I enterrada RHZ (XLPE) A	I en tubo RHZ (XLPE) A
95	0,379	0,135	205	190
150	0,240	0,126	260	245
240	0,150	0,116	345	320
400	0,090	0,106	445	415
630	0,057	0,009	545	505

Tabla 5. Características cables unipolares Al, RHZ1-OL, 18/30kV.

4.5.7 Sección del Conductor

Cada circuito de 33 kV, estará formada por cables aislados, unipolares, material de Al, tipo RHZ1-OL, 18/33 kV, de sección indicada en los cálculos, con una separación mínima de 20 cm entre ternas donde la profundidad mínima de la línea será de 1,25 metros (medido hasta la parte superior del cable). Todos los cálculos se realizan en los supuestos del RLAT: terreno de resistividad térmica media de 1,5 km/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C.

Las interconexiones desde la sala de media tensión al transformador elevador de potencia deben permitir la evacuación de la potencia generada.

Aplicando la metodología descrita para la determinación de la intensidad máxima admisible, y tomando los coeficientes del tramo más desfavorable: **EN TUBO HORMIGONADO, 1,25 m de profundidad, 0,20 m entre ternas,** se obtienen los resultados, en ambos embarrados, que se muestran en forma resumida en la siguiente tabla.

FV Guillena 1 y FV Guillena 2. Potencia de evacuación 50 MVA

S (MVA)	Un (kV)	IL (A)	Reducción I max ad					In (A)	Cables por fase	Secc (mm2)	Int. Adm. (A)	Cumple ??
			KT	KR	KP	KA	Ktotal					
50,00	33,00	874,77	1,00	1,00	0,98	0,83	0,81	505,00	3	630	1.113,53	SI

Tabla 6. Criterio intensidad máxima admisible en conductores MT FV Guillena 1 y 2.

Se adoptarán, respecto la interconexión de los cables de MT procedente de la sala de cabinas de la calle de Guillena hasta los devanados de MT de su respectivo transformador elevador, 3 cables unipolares por fase de Al, sección 630 mm2, tipo RHZ1-OL, 18/33 kV, dispuestos en canalizaciones subterráneas, tal y como se muestra en el plano de disposición de equipos en planta que acompaña a la memoria descriptiva. Dichos cables permiten una intensidad de 1.113,53 A, superior a los 874,77 A, calculados anteriormente.

FV Gerena 1 y FV Gerena 2. Potencia de evacuación 42,64 MVA

S (MVA)	Un (kV)	IL (A)	Reducción I max ad					In (A)	Cables por fase	Secc (mm2)	Int. Adm. (A)	Cumple ??
			KT	KR	KP	KA	Ktotal					
42,64	33,00	746,01	1,00	1,00	0,98	0,83	0,81	505,00	2	600,00	821,53	SI

Tabla 7. Criterio intensidad máxima admisible en conductores MT FV Gerena 1 y 2.

Se adoptarán, respecto la interconexión de los cables de MT procedente de la sala de cabinas de la calle de Gerena hasta los devanados de MT de su respectivo transformador elevador, 2 cables unipolares por fase de Al, sección 630 mm2, tipo RHZ1-OL, 18/33 kV, dispuestos en canalizaciones subterráneas, tal y como se muestra en el plano de disposición de equipos en planta que acompaña a la memoria descriptiva. Dichos cables permiten una intensidad de 821,53 A, superior a los 746,01 A, calculados anteriormente.

FV Gerena 3. Potencia de evacuación 36,52 MVA

S (MVA)	Un (kV)	IL (A)	Reducción I max ad					In (A)	Cables por fase	Secc (mm2)	Int. Adm. (A)	Cumple ??
			KT	KR	KP	KA	Ktotal					
50,00	33,00	874,77	1,00	1,00	0,98	0,75	0,74	505,00	3	630	1.113,53	SI

Tabla 8. Criterio intensidad máxima admisible en conductores MT FV Gerena 3.

Se adoptarán, respecto la interconexión de los cables de MT procedente de la sala de cabinas de la calle de Gerena hasta los devanados de MT de su respectivo transformador elevador, 2 cables unipolares por fase de Al, sección 630 mm2, tipo RHZ1-OL, 18/33 kV, dispuestos en canalizaciones subterráneas, tal y como se muestra en el plano de disposición de equipos en planta que acompaña a la memoria descriptiva. Dichos cables permiten una intensidad de 821,53 A, superior a los 638,93 A, calculados anteriormente.

4.5.8 Caída de Tensión

Seleccionada la sección mínima requerida por la línea, se procede a la verificación de la caída de tensión según el procedimiento descrito y de esta forma comprobar que se cumple el criterio de caída de tensión.

Los resultados obtenidos se muestran en forma resumida en la siguiente tabla:

FV Guillena 1 y FV Guillena 2. Potencia de evacuación 50,00 MVA

								CAIDA TENSIÓN (TRAMO)		
LONG (km)	S (MVA)	Un (kV)	IL (A)	Cables por fase	Secc (mm2)	R (Ω/KM)	X (Ω/KM)	(V)	(%)	Cumple ??
0,05	50,00	33,00	874,77	3,00	630,00	0,06	0,01	1,40	0,0042332%	SI

Tabla 9. Criterio Caída de Tensión en conductores MT FV Guillena 1 y 2.

La sección de cable seleccionada cumple con el criterio de porcentaje de caída de tensión.

FV Gerena 1 y FV Gerena 2. Potencia de evacuación 42,64 MVA

								CAIDA TENSIÓN (TRAMO)		
LONG (km)	S (MVA)	Un (kV)	IL (A)	Cables por fase	Secc (mm2)	R (Ω/KM)	X (Ω/KM)	(V)	(%)	Cumple ??
0,05	42,64	33,00	746,01	2,00	630,00	0,06	0,01	1,79	0,0054151%	SI

Tabla 10. Criterio Caída de Tensión en conductores MT FV Gerena 1 y 2.

La sección de cable seleccionada cumple con el criterio de porcentaje de caída de tensión.

FV Gerena 3. Potencia de evacuación 36,52 MVA

								CAIDA TENSIÓN (TRAMO)		
LONG (km)	S (MVA)	Un (kV)	IL (A)	Cables por fase	Secc (mm2)	R (Ω/KM)	X (Ω/KM)	(V)	(%)	Cumple ??
0,05	36,52	33,00	638,93	2,00	630,00	0,06	0,01	1,53	0,0046379%	SI

Tabla 11. Criterio Caída de Tensión en conductores MT FV Gerena 3.

La sección de cable seleccionada cumple con el criterio de porcentaje de caída de tensión.

Cálculos realizados con F.P. = 0,9

4.5.9 Pérdida de Potencia

FV Guillena 1 y FV Guillena 2. Potencia de evacuación 50,00 MVA

LONG (km)	P (MW)	Un (kV)	IL (A)	Cables por fase	Sección (mm2)	R (Ω/KM)	Pérdida Potencia (kW)	(%)
0,05	45,00	33,00	787,30	3,00	630,00	0,06	1,77	0,0039330%

Tabla 12. Pérdida de Potencia en conductores MT FV Guillena 1 y 2.

FV Gerena 1 y FV Gerena 2. Potencia de evacuación 42,64 MVA

LONG (km)	P (MW)	Un (kV)	IL (A)	Cables por fase	Sección (mm2)	R (Ω/KM)	Pérdida Potencia (kW)	(%)
0,05	38,38	33,00	671,41	2,00	630,00	0,06	1,93	0,0050311%

Tabla 13. Pérdida de Potencia en conductores MT FV Gerena 1 y 2.

FV Gerena 3. Potencia de evacuación 36,52 MVA

LONG (km)	P (MW)	Un (kV)	IL (A)	Cables por fase	Sección (mm2)	R (Ω/KM)	Pérdida Potencia (kW)	(%)
0,05	32,87	33,00	575,04	2,00	630,00	0,06	1,42	0,0043090%

Tabla 14. Pérdida de Potencia en conductores MT FV Gerena 3.

Cálculos realizados con F.P. = 0,9

4.5.10 Verificación por Efecto Corona

Las descargas por corona ocurren cuando la intensidad del campo eléctrico en la superficie del conductor, que depende de la tensión y de su geometría, provoca la ionización en el aire y la aparición de descargas eléctricas en el área circundante al conductor. Esta ionización se produce cuando se supera un valor mínimo o umbral, conocido como "gradiente de inicio corona". Estas descargas generan múltiples afectaciones en el conductor, entre los cuales figuran pérdidas de potencia, ruido audible y cambios físico-químicos sobre el conductor. La metodología de cálculo presentada se basa en el estándar internacional IEEE Std.605: “IEEE Guide for Bus Desing in Air Insulated Subestations”.

Para el cálculo de la tensión crítica disruptiva (Uc) a partir de la cual el efecto corona puede manifestarse, y aplicada a conductores cilíndricos, puede aplicarse la fórmula de Peek:

$$U_C = m \cdot \delta \cdot E_{0f} \cdot R \cdot \ln\left(\frac{D}{R}\right)$$

Donde:

- m = coeficiente de irregularidad del conductor. Para tubos, este coeficiente tiene un valor m=1, y para conductores trenzados está entre 0,83 y 0,87, por lo que tomaremos el valor medio m=0,85.
- δ = densidad relativa del aire.
- R = radio exterior del conductor o radio equivalente del haz del conductors, en cm.
- D = distancia media geométrica entre fases en cm.
- E_{0f} = valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona, en kV/cm.

Uc'=Tensión Crítica Disruptiva para niebla, nieve o tempestad, debe considerarse disminuida en un 20%, es decir, en este caso:

$$U'_C = 0{,}8 \cdot U_C$$

E_{0f} se calcula según la siguiente fórmula:

$$E_{0f} = \frac{m \cdot E_0 \cdot \delta}{\sqrt{2}} \cdot \left(1 + \frac{C}{\sqrt{\delta \cdot R}}\right)$$

Donde:

- E0 = constante empírica = 33 kV/cm
- C = constante empírica = 0,301 1/cm

Para haz de dos cables, el radio equivalente es:

$$R = \sqrt{r' \cdot l}$$

- r' = radio del subconductor (cm)
- l = separación entre subconductores de la misma fase (cm)

La densidad relativa del aire δ, es una función de la altitud y la temperatura y viene dada por la expresión:

$$D_a = \left(\frac{273 + T_0}{273 + T}\right)\frac{P}{P_0}$$

Donde:

T= Temperatura ambiente,considerada igual a 40ºC

P= Presión ambiental en kPa

T0 = Temperatura ambiental de referencia = 20ºC

P0= Presión ambiental de referencia = 100 kPa

La relación entre presión y altitud se puede expresar mediante la siguiente relación:

$$\frac{P}{P_0} = 1 - \frac{A}{10.000}$$

Donde A=Altura sobre el nivel del mar (m)

Resultados

Datos Subestación			
a.s.n.m.	105	m	
T máxima	40	ºC	
Densidad Relativa Aire	0,916789137		
Tipo de conductor	**Cable**	220	kV
Tipo Cable	LA 455 CONDOR		
Configuración	Duplex		
Radio Conductor	13,85	mm	
Separación Conductores	100	mm	
Separación Fases	4.000	mm	
m	0,85		
Req	37,22	mm	
DMG	5.039,68	mm	
			Campo Eléctrico (valor
Eof	19,22	kV/cm	eficaz)
Uc	273,66	kV	Buen Tiempo
U'c	218,93	kV	Mal Tiempo
Tensión Eficaz máx Fase-Tierra	141,45	<Uc'?	VERDADERO
Tipo de conductor	**Tubo**	220	kV
Diámetro Ext	150	mm	
Separación Fases	4.000	mm	
m	1		
Radio Conductor	75	mm	
DMG	5.039,68	mm	
			Campo Eléctrico (valor
Eof	21,68	kV/cm	eficaz)
Uc	627,24	kV	Buen Tiempo
U'c	501,79	kV	Mal Tiempo
Tensión Eficaz máx Fase-Tierra	141,45	<Uc'?	VERDADERO

Como se ve los valores obtenidos están muy alejados de la tensión eficaz entre fase y tierra de los conductores por lo que no es de esperar que el efecto corona se produzca.

5 ESPECIFICACIÓN DE LOS PARARRAYOS

La especificación de los pararrayos se basa en UNE-EN 60099-4: “Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna”.

5.1 Tensión Máxima Del Sistema

La tensión máxima del sistema considera variaciones por regulaciones del sistema, se considera un 10 %.

Sistema en 220 kV: $V_{MAXIMO} = 1{,}1\ (220\ kV) = 242\ kV$

Sistema en 33 kV: $V_{MAXIMO} = 1{,}1\ (30\ kV) = 36{,}3\ kV$

5.2 Tensión de Operación Continua U_C

Sistema en 220 kV: $U_C \geq \frac{242\ kV}{\sqrt{3}} = 139{,}7\ kV$

Sistema en 33 kV: $U_C \geq \frac{36{,}3\ kV}{\sqrt{3}} = 20{,}96\ kV$

Utilizando como referencia el catálogo ABB modelo EXLIM Q-D:

Sistema en 220 kV: $U_C = 156\ kV\ \ (U_r = 198\ kV)$

Utilizando como referencia el catálogo ABB modelo EXLIM R:

Sistema en 33 kV: $U_C = 26{,}4\ kV\ \ (U_r = 33\ kV)$

En las siguientes figuras se anexa la hoja técnica contenida en el catálogo ABB.

EXLIM Q-D

Guaranteed protective data

Max. system voltage	Rated voltage	Max. continuous operating voltage [1]		TOV capability [2]		Max. residual voltage with current wave						
		as per IEC	as per ANSI/IEEE			30/60 µs			8/20 µs			
U_m	U_r	U_c	MCOV	1 s	10 s	0.5 kA	1 kA	2 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}
245	180	144	144	208	198	346	357	371	402	423	466	521
	192	154	154	222	211	369	381	396	429	452	497	555
	198	156	160	229	217	381	393	408	443	466	512	573
	210	156	170	243	231	404	417	433	469	494	543	608
	216	156	175	250	237	415	428	445	483	508	559	625
	219	156	177	254	240	421	434	451	489	515	567	634
	228	156	180	264	250	438	452	470	510	536	590	660

Ilustración 3. Características técnicas de los pararrayos 220 kV de ABB

EXLIM R
Guaranteed protective data

Max. system voltage	Rated voltage	Max. continuous operating voltage [1]		TOV capability [2]		Max. residual voltage with current wave						
						30/60 µs			8/20 µs			
		as per IEC	as per ANSI/IEEE									
U_m	U_r	U_c	MCOV	1 s	10 s	0.5 kA	1 kA	2 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{rms}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}	kV_{peak}
36	24	19.2	19.5	27.8	26.4	49.4	51.3	53.8	58.7	62.2	69.7	79.6
	30	24.0	24.4	34.8	33.0	61.7	64.2	67.2	73.3	77.7	87.1	99.5
	33	26.4	26.7	38.2	36.3	67.9	70.6	73.9	80.6	85.5	95.8	110
	36	28.8	29.0	41.7	39.6	74.1	77.0	80.6	88.0	93.3	105	120
	39	31.2	31.5	45.2	42.9	80.3	83.4	87.3	95.3	102	114	130

Ilustración 4. Características técnicas de los pararrayos de 33 kV de ABB.

5.3 Capacidad Energética Para Sobretensiones Transitorias

Típicamente se considera las sobretensiones producto del desplazamiento del neutro asociado a un defecto a tierra del sistema; en cuyo caso la sobretensión va a depender de la conexión neutro-tierra del sistema. Considerando el factor de defecto de tierra (k) en el límite para un sistema sólidamente puesto a tierra.

$$V_{FASE-TIERRA\ FALLA} = k\, V_{FASE-TIERRA\ NOMINAL}$$

$$k \leq 1{,}4 \ \ para\ un\ sistema\ sólidamente\ puesto\ a\ tierra$$

Sistema en 220 kV: $V_{FASE-TIERRA\ FALLA} = (1{,}4)\ (139{,}7\ kV) = 195{,}6\ kV$

En el modelo de referencia del catálogo ABB modelo EXLIM Q-D: Hasta un tiempo de 10 s, el modelo de descargador seleccionado soporta 217 kV, superior a la tensión que va a experimentar el pararrayos en esta condición de sobretensión temporal.

Sistema en 33 kV: $V_{FASE-TIERRA\ FALLA} = (1{,}4)\ (20{,}96\ kV) = 29{,}34\ kV$

En el modelo de referencia del catálogo ABB modelo EXLIM R: Hasta un tiempo de 10 s, el modelo de descargador seleccionado soporta 33 kV, superior a la tensión que va a experimentar el pararrayos en esta condición de sobretensión temporal.

5.4 Capacidad Energética Para Sobretensiones por Maniobra

Típicamente se considera la energización como la maniobra representativa. En esta condición se determina la energía que debe soportar el descargador $\left({}^{kJ}/_{kV}\right)$, a partir del cual se selecciona la clase energética del mismo (clasificado del 1 al 5).

En el caso de líneas aéreas (sistema en 220 kV), el procedimiento de cálculo es el siguiente:

- Corriente por el pararrayos (I_d) durante el transitorio de energización:

$$I_d = \frac{U_{ST} - U_{res}}{Z}$$

Donde:

U_{ST} máxima tensión en el extremo de la línea (se estima como 2 $U_{SISTEMA}$)

U_{res} tensión residual ante corrientes de descarga por maniobra $(onda\ 30/60\ \mu s)$

Z impedancia característica de la línea

- Tiempo de actuación (T) del pararrayos durante el transitorio de energización:

$$T = 2\left(\frac{L}{v}\right)\ (recierres)$$

Donde:

L longitud de la línea

v velocidad de propagación de la onda

- Energía (W) manejada por el pararrayos durante el transitorio de energización:

$$W = U_{SISTEMA}\ I_d\ T$$

Esa energía (W) expresada en función de la tensión del pararrayos (U_C), determina la exigencia energética $\left({}^{kJ}/_{kV}\right)$ durante el transitorio de energización.

- Se selecciona una clase del pararrayos que soporte una capacidad energética superior.

No se dispone de información de la línea aérea, lo que impide evaluar esta característica energética. El pararrayos utilizado como referencia ABB modelo EXLIM Q-D, es de Clase 3, con una capacidad energética ${}^{kJ}/_{kV}$ indicada en la siguiente figura.

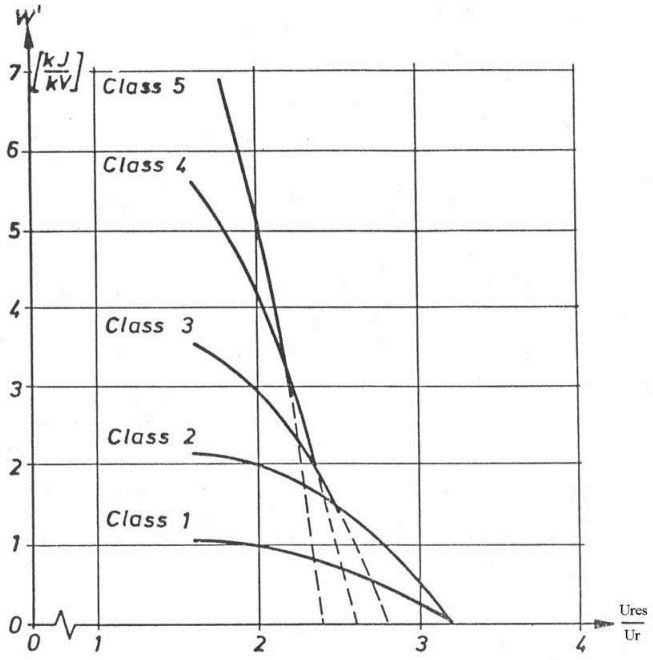


Ilustración 5. Capacidad energética de los pararrayos ante sobretensiones por maniobra.

En el caso de líneas en cable (sistema en 33 kV), el procedimiento de cálculo es el siguiente:

- Energía (W) manejada por el pararrayos durante el transitorio de energización:

$$W = \frac{1}{2}\, C\, \left[\left(3\sqrt{2}\, U_0\right)^2 - \left(\sqrt{2}\, U_r\right)^2\right]$$

Donde:

C es la capacitancia total del cable (μF)

U_0 tensión de servicio fase-tierra del sistema (kV)

U_r tensión nominal del descargador (kV)

La capacitancia es de $0{,}452\ {}^{\mu F}/_{Km}$, con una longitud aproximada de 1,8 Km.

$$W = \frac{1}{2}\,(0{,}452)(1{,}8)\left[\left(3\sqrt{2}\left(\frac{33}{\sqrt{3}}\right)\right)^2 - \left(\sqrt{2}\,(33)\right)^2\right] = 1{,}77\ kJ$$

Expresado en función de U_r:

$$\frac{kJ}{kV} = \frac{1{,}77}{33} = 0{,}053$$

El pararrayos utilizado como referencia es Clase 3, cuyo límite energético es el siguiente:

$$\frac{U_{res}}{U_r} = \frac{77{,}7}{33} = 2{,}35$$

$$\frac{kJ}{kV} = 1{,}5$$

Valor superior al estimado durante la maniobra de conexión del cable.

5.5 Capacidad Energética Para Sobretensiones Atmosféricas

Esta especificación depende de la severidad de las sobretensiones en el lugar de su instalación, la cual depende de factores como los siguientes:

- Nivel ceráunico $(días\ de\ tormenta/año)$
    - Impedancia de puesta a tierra
    - Importancia de los elementos protegidos
    - Aislamiento de las líneas
    - Condiciones de apantallamiento
    - Confiabilidad del sistema

En el caso de los dos modelos de referencia utilizado, son de 20 kA para el sistema de 220 kV y de 10 kA para el nivel de 33 kV.

5.6 Márgenes de Protección

Los pararrayos protegen al transformador de potencia, por lo cual las máximas sobretensiones transitorias que experimente sea inferior a los máximos valores residuales del pararrayos, cumpliendo con un margen de protección adecuado.

- Para sobretensiones atmosféricas:

$$MP = \left(\frac{BIL}{U_{res}} - 1\right) 100\ > 15\ \%$$

Donde:

BIL nivel de aislamiento del transformador ante sobretensiones atmosféricas

U_{res} tensión residual ante corrientes de descarga atmosférica $(onda\ 1{,}2/50\ \mu s)$

- Para sobretensiones por maniobra:

$$MP = \left(\frac{BSL}{U_{res}} - 1\right) 100 \ > 20\ \%$$

Donde:

BSL nivel de aislamiento del transformador ante sobretensiones por maniobra

Se puede estimar como $0{,}83\ (BIL)$

U_{res} tensión residual ante corrientes de descarga por maniobra $(onda\ 30/60\ \mu s)$

Para el lado de 220 kV del transformador de potencia: modelo ABB modelo EXLIM Q-D:

- Para sobretensiones atmosféricas:

$$MP = \left(\frac{1050}{466} - 1\right) 100 = 125{,}3\ \%$$

- Para sobretensiones por maniobra:

$$MP = \left(\frac{0{,}83\ (1050)}{408} - 1\right) 100 = 113{,}6\ \%$$

Se cumplen los márgenes de protección requeridos para la protección ante sobretensiones del transformador de potencia en el lado de alta tensión.

Para el lado de 33 kV del transformador de potencia: modelo ABB modelo EXLIM R:

- Para sobretensiones atmosféricas:

$$MP = \left(\frac{170}{77{,}7} - 1\right) 100 = 118{,}8\ \%$$

- Para sobretensiones por maniobra:

$$MP = \left(\frac{0{,}83\ (170)}{67{,}2} - 1\right) 100 = 110{,}0\ \%$$

Se cumplen los márgenes de protección requeridos para la protección ante sobretensiones del transformador de potencia en el lado de baja tensión. Estos resultados igual aplican a la protección del cable.

5.7 Capacidad de Cortocircuito (Válvula de Alivio de Presión en los Pararrayos Con Cubierta de Porcelana)

El pararrayos debe ser capaz de soportar el valor de la corriente de defecto a tierra en el punto donde esté instalado.

Para los modelos de pararrayos tomados como referencia:

- Modelo ABB modelo EXLIM Q-D: 65 kA
- Modelo ABB modelo EXLIM R: 50 kA

Son valores superiores a los máximos valores de corriente de defecto o cortocircuitos considerados.

5.8 Distancia de Fuga

Los modelos utilizados como referencia, están especificados con $31\ {}^{mm}/_{kV}$, lo cual es superior a la distancia de fuga establecido en el apartado (2) de este anexo.

6 CÁLCULOS ELECTROMAGNÉTICOS

El presente apartado tiene como objeto la comprobación de que no se supera el valor máximo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas en la subestación y sus alrededores.

6.1 Campo Electromagnético Causado por el Transformador

La subestación SET Burguillos 33/220 kV dispone de dos transformadores de potencia, uno de 100 MVA y otro de 125 MVA. Tomaremos el de mayor potencia para los cálculos. El nivel de 33 kV, que se corresponde con la intensidad máxima, marcará la intensidad que focalizará el estudio.

La intensidad máxima por fase será de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{125.000}{\sqrt{3} \cdot 33} = 2.186{,}93\ A$$

Para calcular el valor eficaz de campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético, es decir, correspondería con el punto de conexión del cableado de MT con el transformador, emplearemos la ley de Biot-Sabart, aplicando la siguiente fórmula:

$$B = \mu \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Siendo:

- I intensidad de corriente por fase
- r distancia al punto donde se quiere calcular el campo magnético
- B valor de campo magnético en Teslas

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculará como 5/f, siendo f la frecuencia en KHz. De esta manera, el límite de campo magnético para una frecuencia de 50 Hz es de 100 µT.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (µT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m^2)
0-1 Hz	–	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	–
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	–
3-150 kHz	87	5	6,25	–
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	–
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	–
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037\ f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Considerando como máximo el valor admitido el indicado por el Real Decreto, y como intensidad que puede circular por los conductores la máxima indicada para el transformador de 65 MVA, procedemos a calcular la distancia r a la que el campo magnético alcanza los valores reglamentarios, que en nuestro caso será de:

$$r = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot I_{125\ MVA}}{2 \cdot \pi \cdot B_{max}} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2.186{,}93}{2 \cdot \pi \cdot 100\ \mu T} = 4{,}37\ m$$

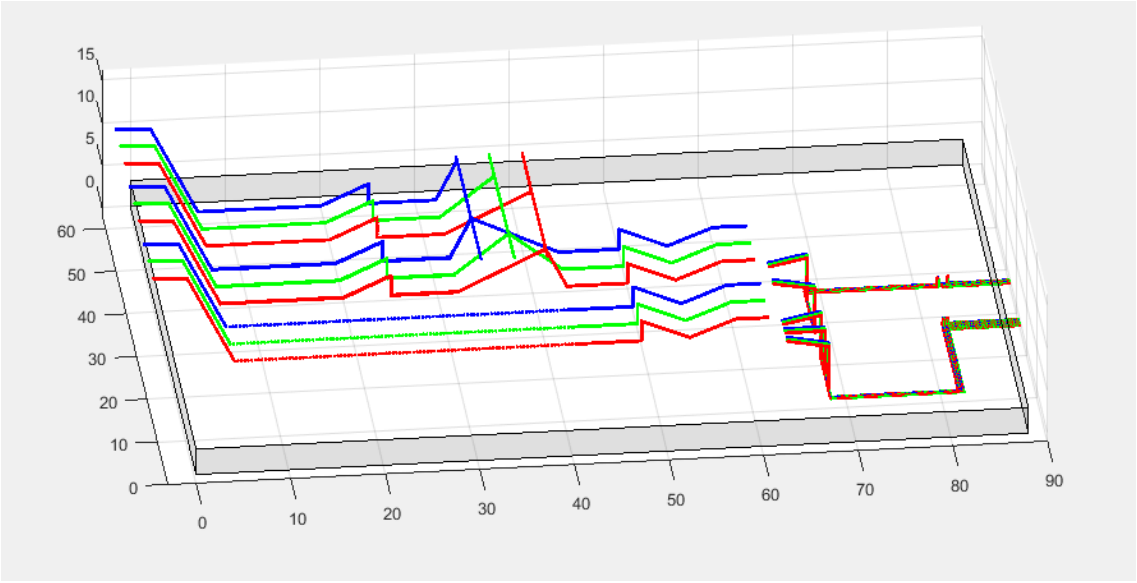
En nuestro caso, los conductores sin apantallamiento son los bornes del transformador, por lo que estos deben quedar a la distancia mínima antes indicada del cerramiento de la subestación para cumplir el requerimiento normativo, circunstancia que se cumple sobradamente.

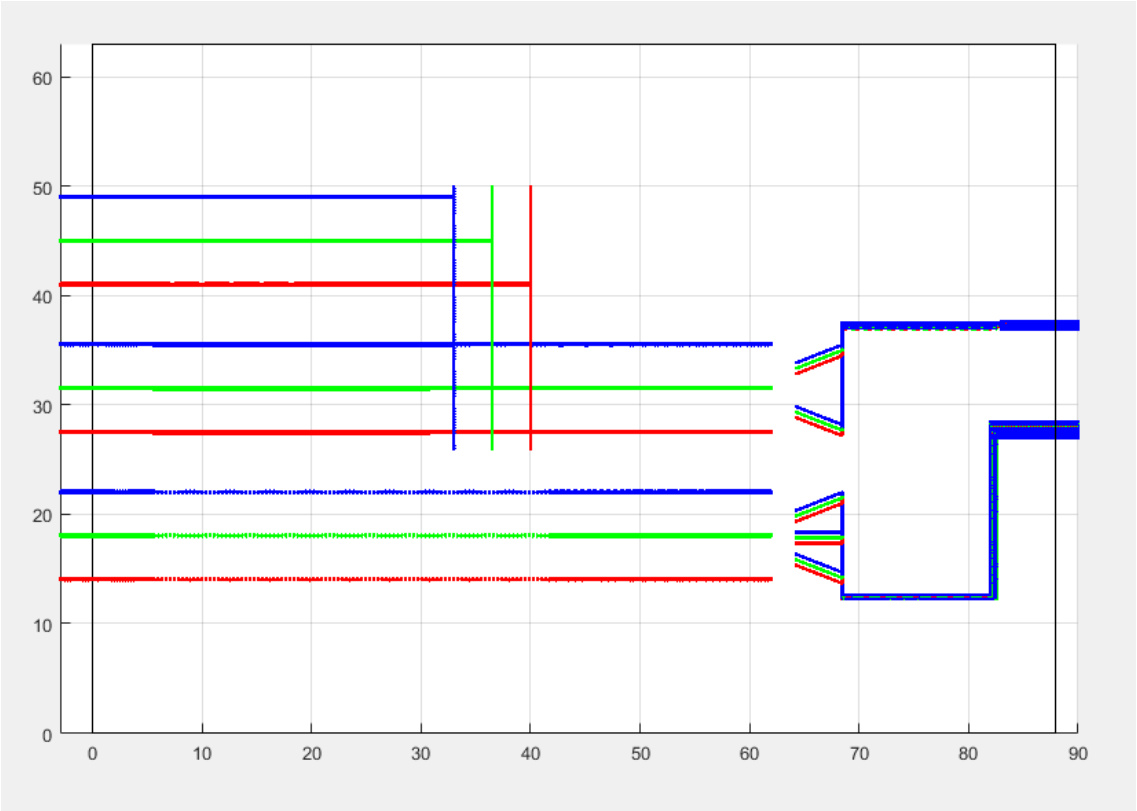
Efectuando el mismo cálculo para el lado de 220 kV, la distancia evaluada es de 0,66 m, distancia muy inferior a la que ya de por sí se debe respetar por distancias de seguridad reglamentarias.

En consecuencia, y como conclusión, el campo magnético en el exterior de la Subestación originado por los transformadores será siempre inferior al permitido según el Real Decreto 1066/2001.

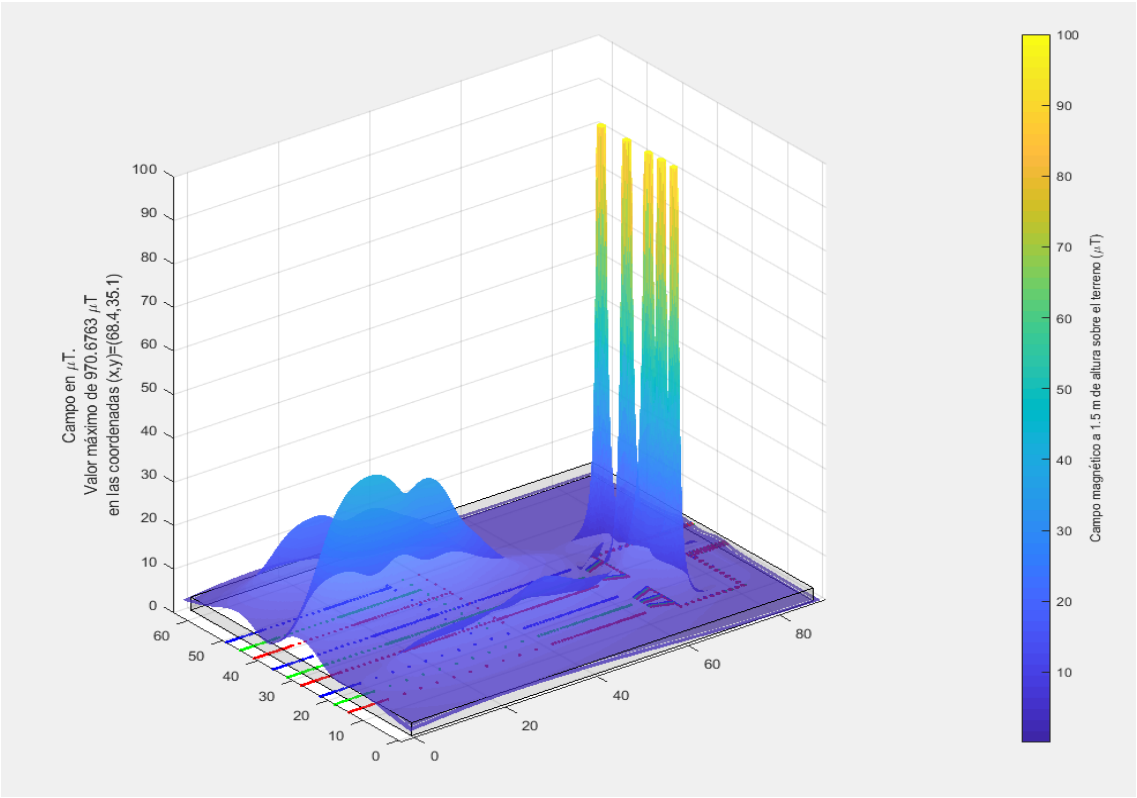
6.2 Campo Electromagnético Causado por la Corriente en Conductores

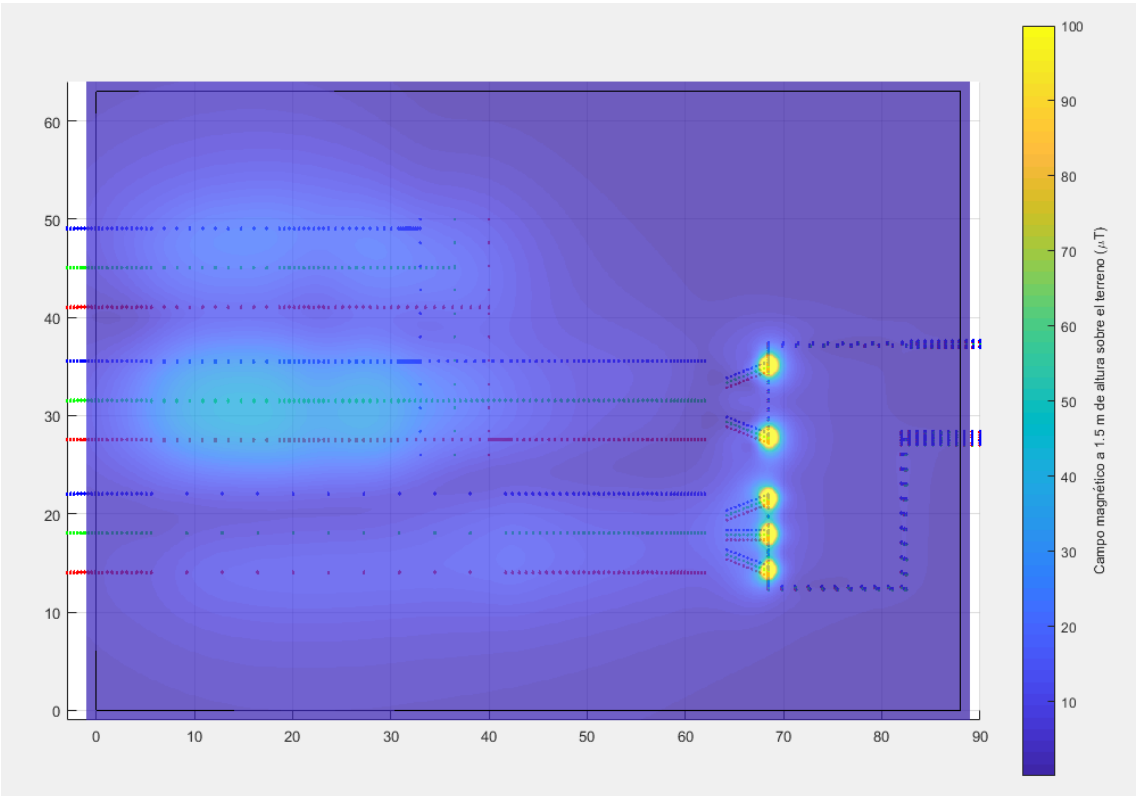
Para el cálculo del valor del campo electromagnético, usaremos el programa CRMag. Primero, modelaremos la subestación, colocando en el espacio 3D los conductores, con sus secciones e intensidades. La coordenada 0,0 corresponde con el vértice inferior izquierdo de la imagen.





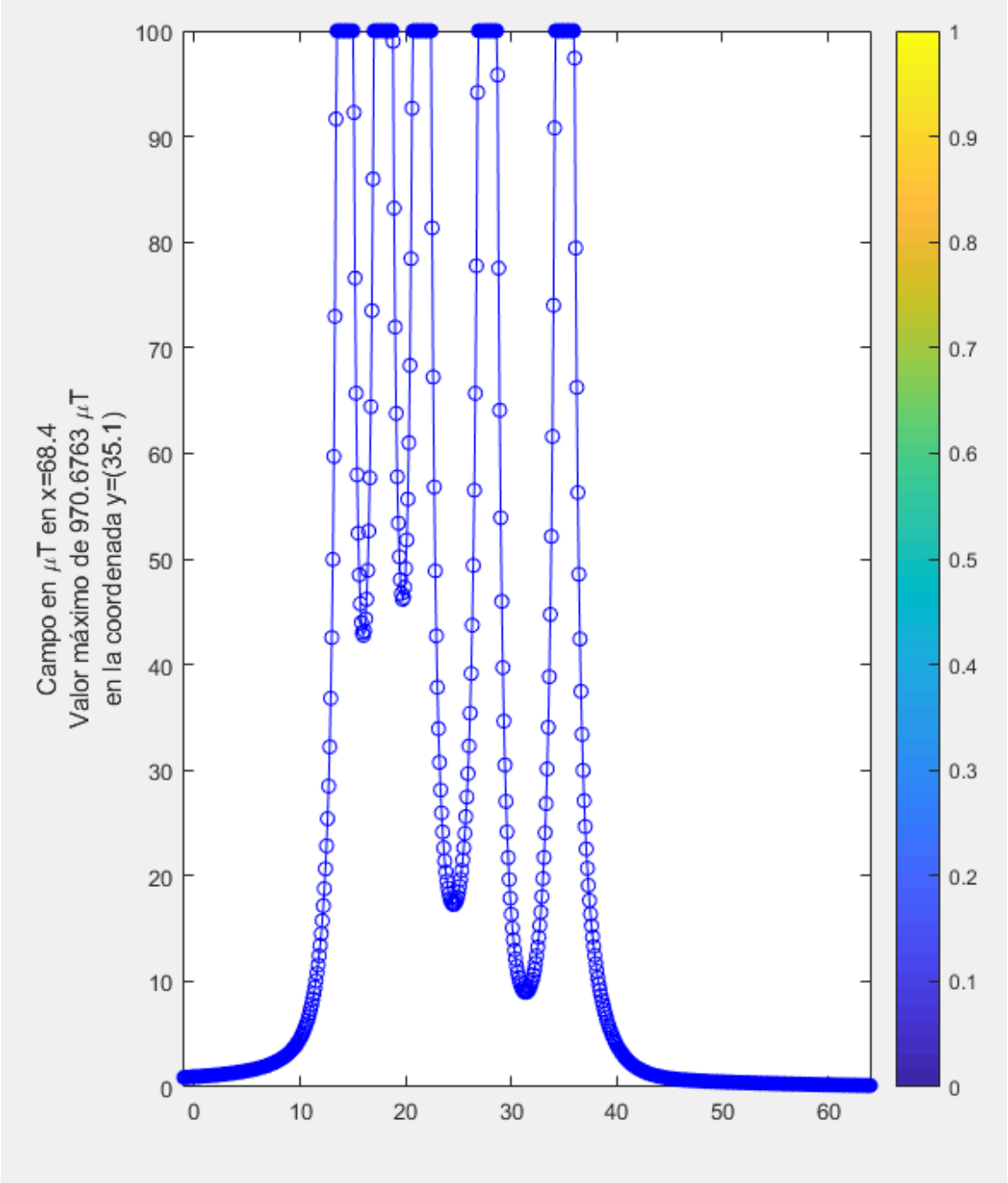
Una vez modelada la subestación, el programa calculará el valor del campo magnético en el plano Z que le indiquemos. Lo calcularemos a Z=1,5 m, que es una altura media que puede afectar a la mayoría de la población.





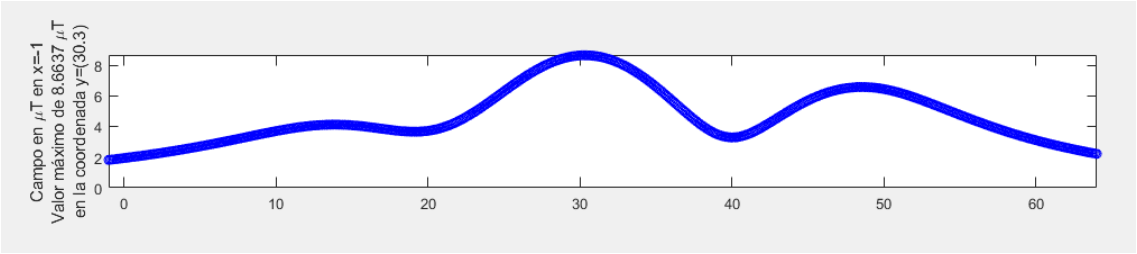
El programa calcula 5 picos de campo magnético, con valor superior a 100 µT, coincidentes con la subida de los cables de M.T.hacia los transformadores elevadores. **El valor máximo del campo magnético es970,6763 µT, en el punto X=68,4,5 Y=35,1.**

Aunque se alcanzan valores que superan los 100 µT, esos puntos no son zonas en la normalmente se halle personal, y, además, el valor del campo cae rápidamente con la distancia a valores permisibles, como se puede observar en la gráfica anterior.

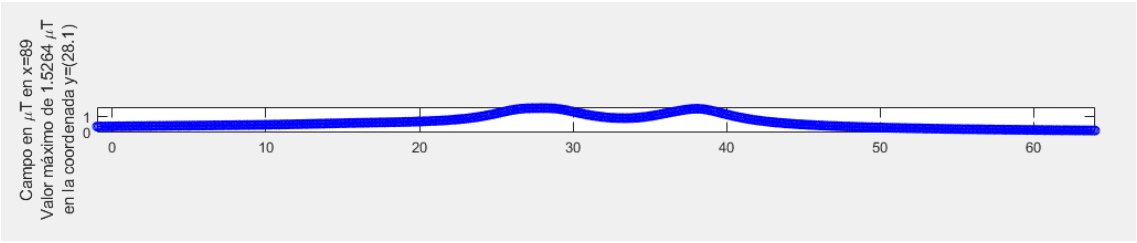


Campo Magnético en plano x=68,4 m

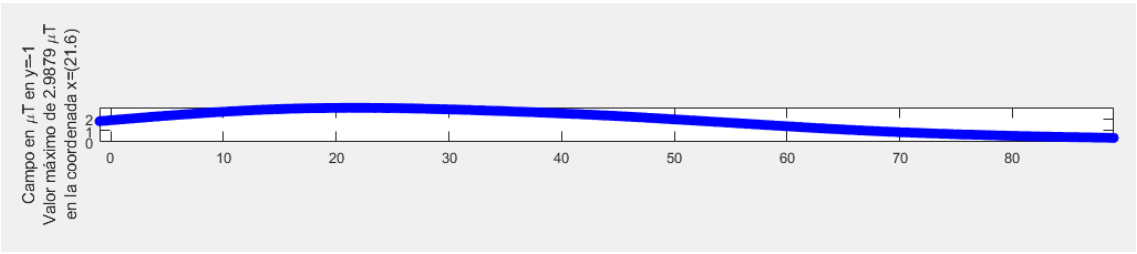
Vamos a representar los valores a 1 m fuera del vallado para comprobar que los valores también son inferiores al máximo legal permitido.



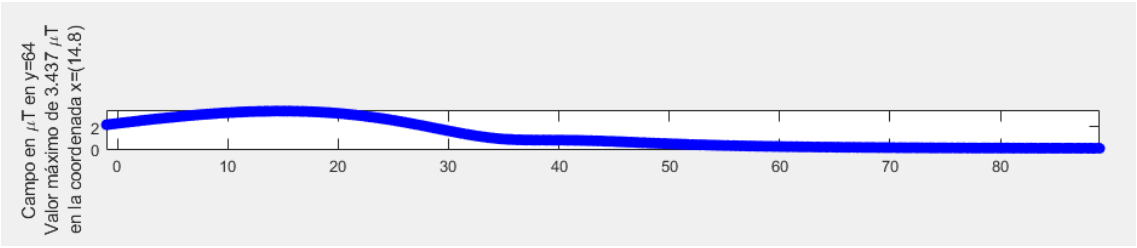
Campo Magnético en plano x= -1 m



Campo Magnético en plano x= 89 m



Campo Magnético en plano y= -1 m



Campo Magnético en plano y= 64 m

Comprobamos que, en todos los casos, los valores son muy inferiores a 100 µT en el exterior de la subestación, por lo que no se produce riesgo para personas ni es necesario tomar medidas adicionales para limitar el campo magnético.

En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

ANEJO 2 – GESTIÓN DE RESÍDUOS

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE 2

2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS 3

3 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA 4

4 RESÍDUOS GENERADOS EN LA OBRA 4

5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 5

6 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 8

7 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS 10

8 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS 11

9 ESTIMACION DE LOS RESIDUOS A GENERAR 18

10 PRESUPUESTO 26

1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición del Proyecto Subestación Transformadora SET Burguillos 33/220 kV, se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. La disposición transitoria única de este Real Decreto, regula la aplicación del mismo, para los proyectos de obra de titularidad pública cuya aprobación se produzca después del 14 de febrero de 2009.

El objetivo de este Real Decreto es conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva estableciendo unos requisitos mínimos de producción y gestión, fomentando, por este orden: la prevención, reutilización, reciclado y valorización frente al depósito en vertedero.

Según dicha normativa el contenido mínimo del estudio ha de ser:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra bajo la codificación de la orden MAM/30/2002.
- Las medidas para la prevención de residuos.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones:
    - Hormigón.
    - Ladrillos, tejas, cerámicos.
    - Metal.
    - Madera.
    - Vidrio.
    - Plástico.
    - Papel y cartón.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación de los residuos.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas en relación al almacenamiento, manejo, separación y en su caso, otras operaciones de gestión dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición.

2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS

El objeto de la presente memoria es la definición básica de la infraestructura de interconexión (subestación de alta tensión) para la evacuación de las plantas solares fotovoltaicas FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 que, transportarán su energía mediante líneas soterradas en 33 kV hacia la subestación SET Burguillos 33/220 kV.

Por un lado, la generación de las plantas Guillena 1 y 2 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 400 kV, donde se elevará la tensión a 400 kV y desde aquí a través de otra línea aérea de 400 kV hasta la subestación SE GUILLENA 400 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas. Por otro lado,la generación de las plantas Gerena 1, 2 y 3 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 220 kV y desde aquí a través otra línea aérea de 220 kV hasta la subestación SE GUILLENA 220 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas.

La fase de construcción de la subestación consistirá en las siguientes fases:

- Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:
    - Preparación de los terrenos.
    - Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
    - Construcción de los accesos y viales internos.
    - Excavaciones de cimentaciones.
    - Cimentación del edificio.
    - Cimentación del centro de la subestación.
    - Estructura del centro de la subestación.
    - Cerramiento del centro de la subestación.
- Fase 2: Montaje: Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.
- Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la subestación tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimiento de tierras para la explanación minimizando la gestión de las mismas.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

3 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA

Las características generales de la obra para el proyecto SET Burguillos 33/220 kV, son los siguientes:

Localización: Término municipal de Burguillos en la provincia de Sevilla.

Tipo de obra: Se trata de la ejecución una Subestación Transformadora.

Existencia o no de demolición: No.

Superficie de la obra: La superficie ocupada por la SET es de 5.544,00 metros cuadrados.

4 RESÍDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

- Tierras limpias y materiales pétreos. **17.05.04.**

- Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

- RCD:
  - RCD de naturaleza pétrea:
    - **17.01.01**. Hormigón.
    - **17.01.02**. Ladrillos.
    - **17.09.04**. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.
  - RCD de naturaleza no pétrea:
    - **17.02.01** Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
    - **17.02.03** Plásticos.
    - **17.04.05**. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.

- **17.04.11**. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
- **17.03.02**. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.

- Otros residuos:
  - Residuos peligrosos:
    - **15.02.02** Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
    - **15.01.11** Aerosoles.
    - **15.01.10**. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
  - **20.01.01**. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
  - **20.01.39**. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
  - **20.03.01**. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

5 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- 1) Adquisición de materiales.
- 2) Comienzo de la obra.
- 3) Puesta en obra.
- 4) Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.

- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.

- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.

- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.

- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.

- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.

- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.

- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.

- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.

- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.

- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.

- Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.

- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.

- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.

- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.

- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

6 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero.	Planta reciclaje RCD / Vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero.	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero.
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero.	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD.
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO	DESTINO
			Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado.
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

7 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

Se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T

Papel y cartón	0,50 T

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

En caso concreto de esta obra las cantidades a generar se estiman en el apartado 9.

8 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.

- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.

- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Respecto a la segregación de los residuos:

- La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.
    - En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
    - En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
        - Hormigón: 80 t
        - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
        - Metal: 2 t
        - Madera: 1 t
        - Vidrio: 1 t
        - Plástico: 0,5 t
        - Papel y cartón: 0,5 t

- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

<u>En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:</u>

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.

- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001):
    - Definir una zona específica.
    - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
    - ¿Dónde situarlo?
        - En el exterior bajo cubierta,
        - Dentro de la nave,
        - En intemperie en envases herméticamente cerrados
    - Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
        - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
        - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
        - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
        - Alejado de la red de saneamiento
    - Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
    - 1 recipiente/cada tipo de residuo
    - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
    - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98 /CE:
    - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
    - Fechas de envasado.
    - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/. o Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
    - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
    - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
    - Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos,

tres años. (Artículo 40; Ley 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

- Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):
    - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
        - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
        - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
        - Periodicidad estimada de los traslados.
        - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
        - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 22/2011, de 28 de julio.
        - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
    - Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.
        - Número de documento de identificación.
        - Número de notificación previa.
        - Fecha de inicio del traslado.
        - Información relativa al operador del traslado.
        - Información relativa al origen del traslado.
        - Información relativa al destino del traslado.
        - Características del residuo que se traslada.
        - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
        - Otras informaciones.
    - Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

- Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
- Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
- El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
- En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,
- En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

  - Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
  - Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

- Según el RD 833/1988 se deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - art. 15. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

- DOCUMENTACIÓN QUE SE GENERARAN EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS peligrosos:

FASE	DOCUMENTACION	LEGISLACION
Inicio de obra	Plan de gestión de residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 22/2011 (art.29)
Fase de obra	Datos Gestor Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	RD 833/1988 (art.17)
	Documentos de aceptación*	
	Documentos de Control y seguimiento*	RD 833/1988 (art.16)
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 22/2011 (art.25)
	Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

*Se deben guardar durante cinco años

9 ESTIMACION DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.

Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación.

La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo.

Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la subestación tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimiento de tierras para la explanación.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 1.20 m de profundidad y 0,80 m de ancho de media. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar los cables con aportación de arena para posteriormente rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes. Se incluyen también los restos de asfaltado de viales.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

- 02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación.

Bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, se estima como más desfavorable su retirada completa a vertedero.

Estimando un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 0,02 t/m^3:

DESBROCE

SUPERFICIE PARCELA	5.544,00	m2
ESPESOR	0,20	m2
VOLUMEN	1.108,80	m3
ESPONJAMIENTO	1,30	m
DENSIDAD	0,02	t/m3

RCD VOLUMEN TOTAL	=	1.108,80	m3	x	1,30		=	**1.441,44**	**m3**
RCD PESO TOTAL	=	1.441,44	m3	x	0,02	t/m3	=	**28,83**	**t**

Tierras y pétreos procedentes de demolición.

- RCD de naturaleza pétrea
    - 17 01 01 Hormigón y 17 01 02 Ladrillos

    Al no haber demoliciones no se esperan residuos de esta naturaleza.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

- 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones:

Consideramos un aprovechamiento del 10%, un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 1,80 t/m3:

CIMENTACION

		UD		L(m)		A(m)		P(m)			
Cimentación Edificio	VOL. =	1,00	x	54,30	x	7,00	x	1,50	=	570,15	m3
Bancada Reactancia	VOL. =	5,00	x	3,10	x	2,60	x	0,35	=	14,11	m3
Bancada Trafo	VOL. =	2,00	x	9,60	x	6,10	x	1,30	=	152,26	m3
Cim. TI	VOL. =	9,00	x	1,00	x	0,80	x	1,05	=	7,56	m3
Cim. Interruptor monopolar	VOL. =	9,00	x	1,00	x	0,80	x	1,00	=	7,20	m3
Cim. Seccionador con PaT	VOL. =	2,00	x	1,00	x	0,80	x	1,05	=	10,08	m3
Cim. Seccionador sin PaT	VOL. =	2,00	x	1,00	x	0,80	x	1,05	=	10,08	m3
Cim.TT	VOL. =	9,00	x	1,10	x	0,80	x	1,05	=	8,32	m3
Cim AV	VOL. =	9,00	x	0,80	x	0,80	x	1,05	=	6,05	m3
Cim Aisladores	VOL. =	24,00	x	0,80	x	0,80	x	1,05	=	16,13	m3
Cim Portico de Línea	VOL. =	2,00	x	1,20	x	1,00	x	2,00	=	9,60	m3
Cim Barra colectora	VOL. =	3,00	x	1,20	x	1,00	x	2,00	=	14,40	m3
Cim. Seccionador MT	VOL. =	5,00	x	0,80	x	0,50	x	1,05	=	4,20	m3
Cim. Trafos SS.AA.	VOL. =	1,00	x	2,50	x	2,00	x	1,05	=	5,25	m3
Cim. Grupo Electrógeno	VOL. =	1,00	x	3,20	x	2,00	x	1,05	=	6,72	m3

Cim. Luminaria exterior e interior	VOL.	=	14,00	x	1,50	x	1,50	x	1,05	=	33,08 m3
Cim.Vallado	VOL.	=			302,00	x	0,40	x	0,20	=	24,16 m3

TOTAL	=	**899,33**	**m3**
APROVECHAMIENTO	=	10,00%	
		809,40	**m3**
ESPONJAMIENTO	=	1,30	
DENSIDAD	=	1,80	t/m3

RCD VOLUMEN TOTAL	=	809,40	m3	x	1,30	=	**1.052,21**	**m3**
RCD PESO TOTAL	=	1.052,21	m3	x	1,80	=	**1.893,98**	**t**

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

- RCD de naturaleza pétrea
  - 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

HORMIGON

	UD		L(m)		A(m)		HORMIGÓN (m3/ud)		Hormigón (m
Cimentación Edificio	1,00	x	54,30	x	7,00	x	1,50	=	81,45 m3
Bancada Reactancia	5,00	x	3,10	x	2,60	x	5,50	=	27,50 m3
Bancada Trafo	2,00	x	9,60	x	6,10	x	35,00	=	70,00 m3
Cim. TI	9,00	x	1,00	x	0,80	x	2,00	=	14,40 m3
Cim. Interruptor monopolar	9,00	x	1,00	x	0,80	x	3,00	=	21,60 m3
Cim. Seccionador con PaT	2,00	x	1,00	x	0,80	x	1,50	=	14,40 m3
Cim. Seccionador sin PaT	2,00	x	1,00	x	0,80	x	2,00	=	19,20 m3
Cim.TT	9,00	x	1,10	x	0,80	x	1,50	=	11,88 m3
Cim AV	9,00	x	0,80	x	0,80	x	10,50	=	60,48 m3
Cim Aisladores	24,00	x	0,80	x	0,80	x	10,50	=	161,28 m3
Cim Portico de Línea	2,00	x	1,20	x	1,00	x	1,50	=	3,60 m3
Cim Barra colectora	3,00	x	1,20	x	1,00	x	4,00	=	14,40 m3
Cim. Seccionador MT	5,00	x	0,80	x	0,50	x	1,50	=	6,00 m3
Cim. Trafos SS.AA.	1,00	x	2,50	x	2,00	x	2,00	=	10,00 m3
Cim. Grupo Electrógeno	1,00	x	3,20	x	2,00	x	0,20	=	1,28 m3
Cim. Luminaria exterior e interior	14,00	x	1,50	x	1,50	x	1,00	=	31,50 m3
Cim.Vallado			302,00	x	0,40	x	1,50	=	453,00 m3

Para el hormigonado se estima que se generará como residuo un 5%, el esponjamiento del hormigón de 1,75 veces el volumen y la densidad de 2,5 t/m3:

TOTAL	**1.001,97 m3**
RESI	0,05
ESP	1,75
DE	2,50

RCD VOLUMEN TOTAL	=	50,10	m3	x	1,75	=	**87,67**	**m3**	
RCD PESO TOTAL	=	87,67	m3	x	2,50	=	**219,18**	**t**	

- <u>- 17 01 02 Ladrillos</u>

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante de la albañilería de la ejecución del edificio.

EDIFICIO

Perímetro Cerramiento Edificio	Volumen	=	122,60	x	0,30	x	3,50	=	**128,73**	m3
TABIQUES INTERIORES	Volumen	=	5,00	x	0,15	x	3,50	=	**2,63**	m3
							TOTAL		**131,36**	**m3**

Para la albañilería se estima que se generará como residuo un 15%, siendo el esponjamiento de los materiales de construcción de 1,75 veces el volumen y la densidad de 2,5 t/m^3:

RCD VOLUMEN TOTAL	=	19,70	m3	x	1,75	=	**34,48**	**m3**	
RCD PESO TOTAL	=	34,48	m3	x	2,50	t/m3 =	**86,20**	**t**	

- RCD de naturaleza no pétrea
    - 17 02 01 Madera

      Puede generarse por su presencia en palets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

    - 17 02 02 Vidrio

      Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

    - 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

      Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

    - 17 04 05 Hierro y acero

      En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

    - 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

      Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

- Otros residuos:
    - 20 01 01 Papel y cartón

      Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

    - 20 01 39 Plásticos

      Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado

- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

A continuación, adjuntamos resumen de las cantidades de residuo que se van a generar en esta obra.

RESIDUOS VEGETALES PROCEDENTES DEL DESBROCE DEL TERRENO			
		M3	T
02 01 07	RESIDUOS DE LA SELVICULTURA	228,62	4,57
TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE DEMOLICION			
		M3	T
17 01 01 y/o 17 01 02	HORMIGÓN Y/O LADRILLOS	0,00	0,00
TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACION			
		M3	T
17 05 04	TIERRAS DE EXCAVACION	603,65	1.086,58
RESULTANTES DE LA EJECUCION DE LA OBRA			
		M3	T
17 01 01	HORMIGÓN	16,10	40,24
17 01 02	LADRILLOS	26,13	65,32

A continuación, adjuntamos la estimación de cantidades estimadas por tipología de obra de residuos peligrosos.

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	CANTIDAD
Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	0,0538	0,0269
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	0,0652	0,109536
Aceites usados (RP)	0,0198	0,0198
Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)	0,0208	0,0024752
Cables aislados (RP)	0,0338	0,054925

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

TIPO DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS INCLUYENDO ALQUILER, TRANSPORTE, TASAS Y GESTION	PRECIO (€)	PRECIO/VOL.
SACA DE 1 M3	50,00	50,00
BIDON DE 1 M3	100,00	100,00
CONTENEDOR DE MEDIA CAPACIDAD (5-10 M3, NORMALMENTE DE 7 M3	150,00	20,00
CONTENEDOR DE ALTA CAPACIDAD (MAS DE 12 M3)	396,00	33,00
CAMION DE TRANSPORTE HASTA 10 T	85,00	8,50
SACA DE 1 M3 RESIDUOS PELIGROSOS	1.500,00	1.500,00
BIDON DE 1 M3 RESIDUOS PELIGROSOS	1.500,00	1.500,00

10 PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
RESIDUOS DE LA SELVICULTURA	28,83	8,50	245,04
HORMIGON / LADRILLO DE DEMOLICION		8,50	0,00
TIERRAS DE EXCAVACION	1.052,21	8,50	8.943,82
HORMIGON	87,67	33,00	2.893,19
LADRILLO	34,48	33,00	1.137,86
RESIDUOS PELIGROSOS	0,19	1.500,00	290,10

TOTAL	**13.510,01**

En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

ANEJO 3 – PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Ric Energy

INCOMA
INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LA SUBESTACIÓN 2

2 MEDIDAS PREVENTIVAS EN LAS FASES DE PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN Y DESMANTELAMIENTO 3

3 MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO 4

1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN EN LA SUBESTACIÓN

En aplicación de las prescripciones de la ITC-RAT 15, apartado 6.1 “Sistemas contra incendios”, se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación al exterior.

Los transformadores y aparamenta cuentan con dispositivos de protección que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos. Además, se usarán aceites dieléctricos con inflamabilidad o punto de combustión por encima de los 300ºC.

Con el fin de dar cumplimiento a la ITC-RAT 15, apartado 6.1 epígrafe 2 d), los transformadores disponen de un foso de recogido de aceite, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que pudiera recibir. Estos fosos estarán rellenos de cantos de grava. Dicha grava tiene la función de disgregar el volumen de aceite que, por incendio del transformador, pudiera caer ardiendo, actuando por tanto de cortafuegos. Se prevé un único cubeto compartido con los tres transformadores de 50 m³.

También se aplicarán las prescripciones de la ITC-RAT 14 (apartado 5.1) para prevención de incendios en los edificios de la SET. Asimismo será de aplicación el RSCIEI (Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales).

De acuerdo con la ITC-RAT 14 5.1 apartado b.2, no es necesaria la instalación de un equipo de extinción automática por la elección del dieléctrico de alto punto de combustión.

No obstante, deberán ubicarse en el edificio de control instalaciones fijas para extinción de incendios. Así pues, se situarán dos extintores, de eficacia 21A 144B, en el interior del edificio.

Además, se instalará un sistema de alarma, con detector de incendios, que deberá de integrarse también en el control de la subestación, o directamente en el centro de control, y desde donde se pueda controlar.

Por otro lado, en aquellas arquetas compartidas con líneas de Baja Tensión (BT), y en los casos en que se constate la existencia de empalmes o derivaciones, el tendido en media tensión (MT), se deberá establecer una separación física sobre la línea de Baja Tensión mediante, por ejemplo, una placa de material cerámico, manta retardarte al fuego u otro dispositivo físico. También, si lo anterior no fuese posible, se colocará el tendido MT en el nivel inferior, y el tendido BT por encima de ese nivel si fuera viable.

2 MEDIDAS PREVENTIVAS EN LAS FASES DE PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN Y DESMANTELAMIENTO

A continuación, se describe el periodo y zona de riesgo de incendio a tener en cuenta según la Administración a pesar de que la zona no es forestal:

- La Administración establece la época de peligro alto de incendios forestales desde el 1 de junio hasta el 15 de octubre.
- El departamento competente en materia de medio ambiente podrá declarar de alto riesgo aquellas zonas que, por sus características, muestren una mayor incidencia y peligro en el inicio y propagación de los incendios o de la importancia de los valores amenazados precisen de medidas especiales de protección.
- Dicha declaración de Alto Riesgo conllevará la aprobación de un plan de defensa que contenga la delimitación de dichas zonas y las medidas a aplicar, así como el restante contenido que prevea la legislación básica estatal, y que se incluirá en el apartado de prevención contra incendios forestales del plan de ordenación de los recursos forestales correspondiente a la comarca donde se ubiquen.

En la Fase de proyecto de construcción de la Subestación SET Burguillos 33/220 kV se tendrá en cuenta:

- Generación de polvo, en las fases de construcción y desmantelamiento, que podría ser, si se diesen las circunstancias oportunas, explosivo, y por ello, ser fuente generadora de incendio.
- Acumulación y acopio de materiales fácilmente inflamables o capaces de originar focos de fuego en días calurosos, como pueden ser metales o materiales reflectantes.
- Reducción del campo visual de los observatorios de prevención de incendios.
- Utilización de maquinaria que, en su arranque o durante su funcionamiento, podría originar chispas y ser detonante de un incendio.
- Limitación de los medios aéreos en las labores de extinción.
- Entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales.

3 MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO

En primer término, se analizan los posibles impactos negativos, diferenciándolos en los generados en fase de ejecución y desmantelamiento, como son la producción de incendios forestales, entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales, de los de explotación.

A continuación, se proponen una serie de Medidas para cada una de las fases:

Fase de Ejecución y Desmantelamiento

- Según Normativa, durante la fase de construcción y desmantelamiento se quedará prohibido el empleo de fuego en la zona.
- Se evitará la instalación de la línea en el entorno de puntos de agua con posibilidades de carga de helicópteros.
- Limpiar la zona en la que se efectúen actividades en las que se utilice un soplete o elemento similar, en un radio de 3.5 m. Dichas tareas, se efectuarán con un radio mínimo de 10 m de distancia de árboles que posean una circunferencia mayor de 60 cm, medida ésta a 1,20 m del suelo.
- En todas las actuaciones en las que intervengan máquinas, sean automotrices o no, que utilicen materiales inflamables y que puedan ser generadoras de riesgo de incendio o de explosión, se facilitará un extintor (tipo ABC) de 5 Kg a menos de 5 m de la misma.
- Contemplar en la restauración la pendiente adecuada.
- La maquinaria que funcione defectuosamente será sustituida, ya que puede producirse un incendio al saltar una chispa.
- Para evitar el incremento de partículas en suspensión, polvo, etc. durante las obras, y que de esta forma se produzca una mínima alteración del medio ambiente atmosférico, se proponen las siguientes medidas:
    - Evitar que el material removido quede directamente a merced del viento, acopiando el mismo a reparo, o mantenerlo constantemente húmedo ante la previsión de vientos, evitando así la voladura de los materiales más finos del suelo.
    - Regar periódicamente los accesos y todas aquellas vías que sean necesarias para el acceso a la obra y que estén desprovistos de capa asfáltica de rodadura, para reducir al mínimo el levantamiento de polvo durante la fase de obras.
- En todo momento se mantendrán en buen estado de conservación y libres de obstáculos los caminos y pistas forestales afectados por los trabajos, de tal

manera que no interrumpa el funcionamiento normal de los medios de prevención y extinción de incendios.

- Se retirarán inmediatamente todos los restos de los desbroces.
- Seleccionar, dentro de las especies adecuadas para la revegetación en esta zona, aquellas menos inflamables.
- Se realizará de manera general la mejora de los accesos y del firme para facilitar la llegada de los vehículos de extinción, disponiendo viales interiores para facilitar las tareas de mantenimiento y acceso a la línea.
- Para el adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad, se alertará del riesgo de incendios forestales con la colocación de carteles informativos, en aquellas áreas más susceptibles de sufrir un incendio (masas forestales, matorrales...) además de en los principales accesos a la obra.
- En la revegetación de taludes, las especies forestales que se utilicen tendrán que mantener un contenido de humedad elevado durante la época de máximo riesgo de incendio.

Fase de Explotación

- La línea dispondrá de señales y balizamientos que faciliten su detección por medios aéreos.
- Se vigilarán así mismo las instalaciones, de manera que éstas estén en perfectas condiciones y no puedan provocar riesgos de incendio. En esta fase, la vigilancia se llevará a cabo por el personal dedicado al mantenimiento de los parques.
- Se reforzará la vigilancia en la zona de influencia, bien mediante sistemas automáticos de detección de incendios forestales o mediante el personal de los parques a los que sirve esta SET.

En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

02 – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Ric Energy

INCOMA
INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

1. OBJETO 5
2. DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA 5
3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN 5
4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 6
5. LIMPIEZA 6
6. ORGANIZACIÓN 6
7. MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO 7
8. OBRAS AUXILIARES 7
9. PRUEBAS PARA LA RECEPCION DE LAS OBRAS 8
10. MARCO NORMATIVO 9
10.1. MARCO NORMATIVO 9
10.2. OTRAS NORMAS 11
11. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS 11
12. DIRECCION E INSPECCIÓN 12
13. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN 12
14. MEDIOS Y METODOS DE CONSTRUCCION 13
15. MATERIALES QUE NO REÚNEN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO 13
16. SUMINISTRO DE AGUA 13
17. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 13
18. CONSTRUCCIONES AUXILIARES 14
19. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES 14
20. RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES 14
21. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO 14
22. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL 15
23. SUBCONTRATOS 15

24. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS 15
25. CONDICIONES DE LOS MATERIALES 16
25.1. PROCEDENCIA 16
25.2. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO 17
25.3. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES 17
25.4. MATERIALES DEFECTUOSOS 18
26. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO 18
27. EXPLANACIONES 19
27.1. CONDICIONES PREVIAS 19
27.2. EJECUCIÓN 19
27.3. CONTROL 21
27.4. MEDICIÓN 22
27.5. MANTENIMIENTO 22
28. ZANJAS 22
28.1. CONDICIONES PREVIAS 22
28.2. EJECUCIÓN 23
28.3. CONTROL 24
28.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN 25
28.5. RELLENO EN LAS ZANJAS 25
29. ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA 25
30. ZAHORRA ARTIFICIAL 26
31. MADERA 26
32. HORMIGONES Y MORTEROS 26
32.1. AGUA 26
32.2. CEMENTO 26
32.3. ÁRIDOS PARA HORMIGONES 27
32.4. PRODUCTOS DE ADICIÓN 27
32.5. TIPOS DE HORMIGÓN 27

32.6. TIPOS DE CEMENTO 28
32.7. DOSIFICACIÓN 28
32.8. PRUEBAS PREVIAS 28
32.9. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO 29
33. NORMATIVA DE APLICACIÓN 30
34. DISPOSICIONES APLICABLES 44
35. DISPOSICIONES LEGALES 44
36. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES 44
37. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA 44
38. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 45
38.1. Descripción General de la Instalación 45
38.2. Posiciones 47
38.2.1.1. Calle Guillena 47
38.2.1.1.1. Posición 220 kV 47
38.2.1.1.2. Posición 33 kV 52
38.2.1.1.3. Celdas M.T. 54
38.2.1.2. Calle Gerena 60
38.2.1.2.1. Posición 220 kV 60
38.2.1.2.2. Posición 33 kV 63
38.2.1.2.3. Celdas M.T. 65
38.3. Embarrados y Conductores de Interconexión 74
38.4. Sistema de Protección y Control 76
38.4.1.1. Descripción Posición de Control 77
38.4.1.1.1. Sistema de Protección 78
38.4.1.1.2. Protecciones del Sistema de 220 kV 79
38.4.1.1.3. Protecciones Internas del Transformador de Potencia 83
38.5. Servicios Auxiliares 85
38.6. Sistema de Medida de Energía Para Facturación 88
38.7. Sistema de Puesta A Tierra 90
38.8. Instalaciones Complementarias 92
38.8.1.1. Sistema de alumbrado 92
38.8.1.2. Sistema de Protección Contra Incendios 92
38.8.1.3. Sistema de Climatización y A.C.S. 93
38.8.1.4. Sistema de Acceso 93

38.8.1.5. SCADA y Comunicaciones 94
38.9. Estructuras metálicas 94
38.10. Obra Civil 95
38.10.1.1. Terreno 95
38.10.1.2. Viales 95
38.10.1.3. Fundaciones 95
38.10.1.4. Saneamientos y drenajes 96
38.10.1.5. Cimentación del transformador y cubetos de recogida de aceites 96
38.10.1.6. Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales 97
38.10.1.7. Vallado 97
38.10.1.8. Malla de Tierra 97
38.10.1.9. Canalizaciones Subterráneas 97
38.10.1.10. Edificio de Control 98
38.11. CONSERVACION DE LA OBRA 101

CAPITULO I: CONDICIONES GENERALES

1. OBJETO

El objeto de este Pliego es la ordenación de las condiciones técnicas generales que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de las obras relativas a movimiento de tierras, obra civil e instalaciones electromecánicas del presente Proyecto de construcción de la "Subestación SET Burguillos 33/220 kV". La planta solar fotovoltaica FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 transportarán su energía a 33 kV a través de líneas soterradas de media tensión hacia la subestación eléctrica transformadora SET Burguillos 33/220 kV.

2. DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas, en forma expresa por la Propiedad.

Asimismo, el Contratista está obligado al cumplimiento de todas las Instrucciones, Pliegos o Normas de toda índole promulgadas con anterioridad a la fecha de inicio de los trabajos y que sean de aplicación a los trabajos a realizar, tanto si están especificadas como si no lo están en la relación anterior.

Si algún concepto fuera condicionado de manera distinta en el presente Pliego y cualquiera de las disposiciones a las que se ha hecho referencia anteriormente, prevalecerá lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En caso de discrepancia entre algunas condiciones impuestas por las normas señaladas, y no existiendo en el presente Pliego definición concreta de la aplicable, prevalecerá la más restrictiva.

3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos o resto de documentos del presente proyecto, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre documentos, prevalecerá lo prescrito en el presente Pliego de Prescripciones, salvo criterio en contra del Director de las Obras.

Las omisiones en documentos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en ellos, o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el Pliego de Prescripciones y en los planos o resto de documentos.

4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las prescripciones contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, que se adjunta en el Proyecto, se considerarán a todos los efectos como formando parte del presente Pliego.

El Contratista adjudicatario, vendrá obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Será de obligación del Contratista, igualmente, la colocación de dos cartelones indicadores de las obras en la situación que disponga la inspección Facultativa de las mismas y del modelo que se determine.

5. LIMPIEZA

Una vez que las obras finalicen, todas instalaciones, depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio en obra, deberán ser desmontados y los lugares de emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circundante.

Además, el Contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el período de construcción y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, explosivos, etc., cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abono por su realización.

6. ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.

7. MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista y a los mismos precios que la principal.

Las variaciones del proyecto que supongan la inclusión de nuevas unidades de obra se valorarán conforme a los siguientes criterios, por orden de preferencia:

a) Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.

b) Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.

c) Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.

d) Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.

8. OBRAS AUXILIARES

Las obras auxiliares que para la ejecución de todas las proyectadas haya de realizar el Contratista serán siempre por su cuenta, pero su disposición y planos habrán de ser aprobados previamente por el Director de Obra.

En cualquier caso, las obras auxiliares se ejecutarán también de acuerdo con las condiciones que se estipulen en este Pliego

9. PRUEBAS PARA LA RECEPCION DE LAS OBRAS

Para la recepción de las obras, una vez terminadas, la Dirección de la Obra, procederá en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente Proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión de servicio normal y demostrado su perfecto funcionamiento.

CAPITULO II: OBRA CIVIL

10. MARCO NORMATIVO

10.1. MARCO NORMATIVO

Será de aplicación la Normativa Técnica vigente en España en la fecha de la contratación de las obras. En particular se observarán las Normas o Instrucciones de la siguiente relación, entendiendo incluidas las adiciones y modificaciones que se produzcan hasta la citada fecha:

- Normas UNE de la Asociación Española de normalización y certificación. AENOR.
- Normas CEI.
- Recomendaciones UNESA
- R.D. 1313/88, de 28 de octubre, y la modificación de su anexo realizada por la O.M. de 4 de febrero de 1992, por el que se declara obligatoria la homologación de cementos para prefabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismo resistente (Parte general y edificación) NCSE-02.
- R.C.-08 Instrucción para la recepción de cementos.
- E.H E.-08 Instrucción de Hormigón Estructural
- R.P.H. Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón I.E.T.
- P.G.-3/75 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes, y sus modificaciones posteriores.
- I.F.F. Normas 6.1-I.C. sobre secciones de firmes.
- M.E.L.C. Métodos de Ensayo del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales.
- Documentos de Idoneidad Técnica (D.I.T.) concedidos por el I.E.T.C.C. para los diversos materiales.
- UNE 36065 Barras corrugadas de acero soldable con características especiales de ductilidad para armaduras de hormigón armado.

- UNE 36068 Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón armado.
- UNE 10025 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.
- UNE 36094 Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado.
- Instrucción Española de Carreteras, I.C.
- Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos.
- Recomendaciones para el control de calidad en obras de carreteras Dirección General de Carreteras Ministerio de Obras Públicas Y Urbanismo.
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos OC 321/95 T y P de la D.G.C.
- Recomendaciones sobre criterios de aplicación de pretiles metálicos en carretera OC 23/08 de la D.G.C.
- Recomendaciones sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas OC 28/2009 de la D.G.C.
- Instrucción 8.1-IC Señalización Vertical (BOE 29.01.00)
- O.M. de 16-Julio de 1987 sobre marcas viales (Norma 8.2. -I.C.).
- T.D.C. Pliego General de Condiciones Facultativas para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.
- Recomendación para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (THM/73, Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- UNE-EN 197-1; Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE 80303-1; Cementos con características adicionales. Cementos resistentes a los sulfatos
- UNE 80305; Cementos blancos.
- UNE 53127; Plásticos celulares. Determinación de las características de combustión de probetas en posición horizontal sometidas a una llama pequeña.

- UNE-EN ISO 2440; Materiales poliméricos celulares flexibles y rígidos. Ensayos de envejecimiento acelerado.
- UNE 67022; Cerámica. Toma de muestra para el control estadístico en recepción de la calidad de productos cerámicos utilizados en la construcción.

En caso de no existir Norma Española aplicable, se podrán aplicar las normas extranjeras (DIN, ASTM, etc.) que se indican en los Artículos de este Pliego o sean designadas por la Dirección de Obra.

10.2. OTRAS NORMAS

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- O.M. de 31 de agosto de 1987 sobre "Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado". Norma 8.3. -I.C. y en particular sus artículos 2 a 6, ambos inclusive.
- Ley 10/1998 de 21 de abril, de Residuos
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 3/1995 de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Normas ISO 9000 sobre Sistemas de Calidad e ISO 14000 sobre Sistemas de Gestión Medio-ambiental
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Toda otra disposición legal vigente durante la obra, y particularmente las de seguridad y señalización.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas sin poder alegar en ningún caso que no se le haya hecho comunicación explícita al respecto.

11. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, los planos y demás documentos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la propiedad sobre cualquier contradicción o error.

12. DIRECCION E INSPECCIÓN

La propiedad designará al Ingeniero Director que ha de dirigir e inspeccionar las obras, así como el resto del personal adscrito a la Dirección de Obra.

Las órdenes del Ingeniero Director deberán ser aceptadas por el Contratista como emanadas directamente de la propiedad, la cual podrá exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-administrativas.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la Dirección de Obra, crea oportuna hacer el Contratista, deberá ser formulada por escrito, dentro del plazo de quince (15) días después de dictada la orden.

El Ingeniero Director decidirá sobre la interpretación de los planos y de las condiciones de este Pliego y será el único autorizado para modificarlos.

El Ingeniero Director o sus representantes tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista les prestará la información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución a expensas del Contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del Ingeniero Director o sus representantes.

El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación y facilitando los medios necesarios para la inspección.

El Ingeniero Director podrá exigir que el Contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario que no sea competente, falto de subordinación, o que sea susceptible de cualquier otra objeción similar.

Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este Pliego no releva a la Contrata de sus responsabilidades en la ejecución de las obras.

13. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director o sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades tanto en medios como en mano de obra para replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales y equipos o se realicen trabajos para las obras.

14. MEDIOS Y METODOS DE CONSTRUCCION

A menos que se indique expresamente en los planos y documentación contractual, los medios y métodos de construcción serán elegidos por el Contratista, si bien reservándose el Ingeniero Director el derecho de rechazar aquellos medios o métodos propuestos por el Contratista que:

- Constituyan o pueden causar un riesgo al trabajo, personas o bienes.
- Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del Ingeniero Director o en su caso silencio, no eximirá al Contratista de la obligación de cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato. En el caso de que el Ingeniero Director rechace los medios y métodos del Contratista no se considerará como una base de reclamaciones por daños causados.

15. MATERIALES QUE NO REÚNEN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o lleguen al objeto a que se destinen.

Estos materiales se retirarán por el Contratista y los gastos serán de su cuenta.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden del Ingeniero Director para que retire de las obras los materiales defectuosos no ha sido cumplida, procederá a verificar esta operación la entidad Contratante y los gastos serán abonados por el Contratista.

Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el Contratista prefiera sustituirlos por otros adecuados.

16. SUMINISTRO DE AGUA

El Contratista tendrá obligación de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos para este fin.

17. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica es por cuenta del Contratista, quien deberá establecer la línea o líneas de suministro en alta tensión, subestaciones, red de baja, etc.

18. CONSTRUCCIONES AUXILIARES

El Contratista queda obligado, por su cuenta, a construir y a desmontar y retirar al final de las obras todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarios para la ejecución de los trabajos.

Todas estas construcciones estarán supeditadas a la aprobación del Ingeniero Director de la obra en lo que se refiere a su ubicación, dimensiones, etc.

19. INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES

El Contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionalmente, adaptadas en número y características a las exigidas por la reglamentación vigente, para ser utilizadas por los obreros y empleados en la obra en la forma y lugares debidamente aprobados por el Ingeniero Director.

A la terminación de la obra serán retiradas estas instalaciones procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso éstos limpios y libres de inundaciones.

20. RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES

A la terminación de las obras, el Contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc. y procederá a la limpieza general de la obra.

21. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO

El Contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras excepto aquellos que, por su índole específica sean competencia de la Administración.

La señalización de las obras, durante su ejecución, será de cuenta del Contratista que, asimismo, estará obligado a balizar, estableciendo incluso vigilancia permanente en aquellos puntos o zonas que, por su peligrosidad, puedan ser motivo de accidentes y en especial las zanjas abiertas y los obstáculos en vías abiertas al tráfico de vehículos o peatones.

Será también de cuenta del Contratista las indemnizaciones y responsabilidades que tuvieran lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización insuficiente o defectuosa.

El Contratista, bajo su responsabilidad, asegurará el tráfico durante la ejecución de las obras, bien por caminos existentes o por las desviaciones construidas a su cargo que sean necesarias, atendiendo a la conservación de las vías utilizadas en condiciones tales que el tráfico se efectué dentro de las exigencias mínimas de seguridad.

Finalmente, correrán a cargo del Contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios a terceros con motivo de las operaciones que requieran la ejecución de las obras o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo.

22. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista antes de iniciar la ejecución de las obras deberá contratar, a su cargo, seguro contra todo daño, pérdida o lesión que pueda producirse a cualesquiera bienes o cualquier persona por la ejecución o causa de la ejecución de las obras o en cumplimiento del contrato.

23. SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de las obras.

24. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse la recepción de las obras, se someterán a pruebas de resistencia, estabilidad, impermeabilidad, compactación, etc. y se procederá a toma de muestras para la realización de ensayos. Todos los ensayos y pruebas a realizar en la obra serán por cuenta del Contratista, estando incluidas en el precio de las diferentes unidades, hasta un 1% del presupuesto líquido vigente de las obras, incluidos todos los posibles adicionales que puedan producirse.

Si el Ingeniero Director exigiera mayor número de ensayos de los especificados en este Pliego y dieran resultados positivos, su costo será por cuenta de la Propiedad.

Los ensayos y pruebas de materiales y unidades de obra serán realizados por laboratorios especializados y reconocidos oficialmente que serán propuestos por el Contratista para su aprobación por la Dirección Facultativa de las obras.

En todo caso, la Propiedad se reserva el derecho de encargar, a costa de la Contrata, la ejecución de las pruebas y análisis preceptivos al Organismo Oficial que proceda.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista en la forma antes indicada, quien facilitará todos los medios que para ellos se requiera, y se entiende que no están verificadas totalmente hasta que den resultados satisfactorios.

Serán por cuenta del Contratista los asientos y averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción de las obras, es decir, la admisión de materiales o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones que tiene el Contratista de subsanar o

reponer las obras o instalaciones que resultaron inaceptables parcial o temporalmente en el acto de reconocimiento parcial, pruebas de recepción o plazo de garantía.

Si, de las comprobaciones efectuadas, los resultados no fueran satisfactorios, la Propiedad podrá optativamente dar por recibida provisionalmente la obra, recogiendo en el Acta las incidencias, o retrasar la recepción hasta tanto el Contratista acondicione debidamente las obras dejándolas en perfectas condiciones de funcionamiento.

25. CONDICIONES DE LOS MATERIALES

25.1. PROCEDENCIA

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista y procederán de los lugares, fábricas o marcas que, elegidas por dicho Contratista, hayan sido previamente aprobadas por el Director de las Obras. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de inicio de los trabajos.

El Contratista bajo su única responsabilidad y siempre que no se indique nada al respecto en los diferentes documentos del Proyecto, elegirá los lugares apropiados para la extracción de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, para la producción de los áridos para morteros y hormigones, para rellenos de zanjas u otros elementos, entendiéndose directamente con los propietarios de los terrenos en que yacen.

El Director de la obra, podrá aceptar o rehusar dichos lugares de extracción según sean los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados con las muestras de materiales que el Contratista está obligado a entregar a requerimiento de aquel, o que los lugares elegidos pudieran afectar al paisaje del entorno. En su caso, si fuera preceptivo, el Contratista deberá realizar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, sin cargo alguno para la Propiedad.

La aceptación por parte del Ingeniero Director del lugar de extracción de los materiales, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de los mismos y al volumen explotable.

El Contratista está obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de los yacimientos, y si durante la ejecución de las obras los materiales dejasen de cumplir las condiciones establecidas por el presente Pliego, o si la producción resultase insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista deberá buscar otro lugar de extracción, siguiendo las normas anteriores.

Si en algún caso se dispusiera de materiales aprobados para su utilización en zonas de la obra que no estuviesen preparados para su ejecución inmediata, el Contratista estará obligado a acopiarlos adecuadamente para su posterior utilización, sin que esta operación de retoma suponga, en ningún caso, un suplemento en el precio de las unidades de obra a construir.

Las zonas que proponga el Contratista para el acopio de estos materiales deberán ser de pendiente suave, habiéndose explanado las irregularidades que presenten hasta obtener una superficie razonablemente llana.

Antes de proceder a depositar los acopios, deberán eliminarse de la zona todos los elementos, que, por su naturaleza, pudieran contaminar los materiales que se vayan a depositar.

Todas las zonas de acopios deberán ser aprobadas por el Director de las Obras, antes de su utilización.

25.2. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO

Los materiales que sin especificarse en el presente Pliego hayan de ser empleados en la obra serán de probada calidad, debiendo presentar el Contratista para recabar la aprobación del Ingeniero Director cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos para identificar la calidad de los materiales a emplear, pudiendo, en cualquier caso, admitirlos o rechazarlos el Ingeniero Director, sin que el Adjudicatario de las Obras tenga derecho a reclamación alguna.

25.3. EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

Los materiales que se han de emplear en obra, podrán ser sometidos a todas las pruebas y ensayos que estime conveniente la Dirección de la Obra para conocer sus condiciones. A este fin, el Contratista estará obligado a presentar, con la anticipación debida, muestras o ejemplares de los distintos materiales.

Los ensayos se realizarán en el Laboratorio que designe el Ingeniero Director de las Obras.

Serán a cargo del Contratista todos los gastos de pruebas y ensayos de las distintas unidades de obra, que se realicen durante la ejecución de éstos, hasta un importe máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Aquellos ensayos que no hayan dado resultado satisfactorio o que no ofrezcan la debida garantía, a juicio del Director de Obra, deberán repetirse a cargo del Contratista, aun cuando con ello se rebase el importe máximo anteriormente indicado.

Realizados los ensayos y aceptado el material, no podrá emplearse otro que el de la muestra o ejemplar aceptado, sin que la aceptación exima de responsabilidad al Contratista, la cual subsistirá hasta que la obra sea recibida definitivamente.

25.4. MATERIALES DEFECTUOSOS

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en él exigida para cumplir con su finalidad, o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que a su costa se reemplacen por otros que satisfagan las mismas condiciones o cumplan el objeto a que se destinen.

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, podrán emplearse, siendo la Administración quien, después de oír al Contratista, señalará el precio a que deben cobrarse los materiales. Si el Contratista no estuviera conforme con el precio así fijado, estará obligado a sustituir dichos materiales por otros que cumplan con las condiciones señaladas en este Pliego.

26. DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO

Las operaciones de despeje y desbroce del terreno son las necesarias para dejar el terreno natural, entre límites de explanación, totalmente libre de obstáculos, maleza, árboles, tocones, vallas, muretes, basuras, escombros y cualquier otro material indeseable a juicio del Director de Obra, de modo que dichas zonas queden aptas y en condiciones para el inicio de los trabajos de excavación y/o terraplenado.

Esta unidad de obra incluye:

- La remoción de los materiales.
- La extracción de tocones.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales en vertedero, así como su apilado o almacenamiento provisional y cuantas operaciones sean precisas hasta su vertido definitivo.
- Todo elemento auxiliar o de protección necesario, como vallas, muretes, etc.
- La conservación en buen estado de los materiales apilados y de los vertederos donde se descarguen los materiales no combustibles y los cánones, indemnizaciones, impuestos, gastos, etc., de los vertederos y de los lugares de almacenamiento o el extendido y compactación de los materiales en el vertedero de proyecto.

- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

27. EXPLANACIONES

Se definen las explanaciones como los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación. Quedan excluidos los terrenos rocosos que precisen de explosivos o los muy blandos.

27.1. CONDICIONES PREVIAS

- Plantas, secciones y pendientes naturales acotadas de la explanación a realizar.
- Servidumbres que pueden ser afectadas por la explanación.
- Plano topográfico con curvas de nivel de la zona de la explanación, con los accidentes más notables.
- Cota del nivel freático y corrientes de agua subterránea.
- Desbroce y limpieza superficial.
- Replanteo.
- Se prestará especial atención a la posible existencia de servicios e instalaciones que puedan verse afectados por la explanación, tomando las medidas de conservación y protección necesarias.

27.2. EJECUCIÓN

- Se evitarán los deslizamientos por descalces, erosiones y filtraciones, tomando las medidas precisas para no alterar la resistencia del terreno sin excavar.
- Se colocarán puntos fijos de referencia exteriores al perímetro de la explanación, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontal como vertical.
- Se solicitará a las compañías suministradoras información sobre las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación.
- La Dirección Facultativa tomará siempre las decisiones que fueran necesarias en los siguientes aspectos:
    - En aquellas construcciones que rebasen los límites de la explanación.

- En aquellos terrenos en los que aparezca roca.
- En los bordes junto a construcciones ya establecidas.
- En aquellas zonas de la explanación en las que aparezcan cursos naturales de aguas superficiales o profundas.
- En aquellos taludes y paredes en los que sea necesario colocar un entubamiento o refuerzo.
- En la apertura de los préstamos que puedan ser necesarios.
- Por circunstancias imprevistas, anomalías o urgencias.

- Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.
- Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.
- Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2ºC.
- Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas ya compactadas.
- Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal, cunetas, etc., se realizarán inmediatamente después de la ejecución del talud.
- Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, se deberán dar al final unas pasadas sin aplicar vibración.
- La transición entre taludes de desmonte y terraplén se realizará suavizando al máximo la intersección.
- La tierra vegetal deberá separarse del resto de los productos explanados, permitiéndose su utilización posterior solamente en protección de taludes.
- Las zanjas de préstamo quedarán como mínimo a una distancia de 4 m de la base del terraplén.

27.3. CONTROL

Desmontes:

- Se hará un control de replanteo cada 50 m de perímetro y no menos de uno por desmonte, no aceptándose en casos de errores superiores al 2,5% o y variaciones de + 10 cm.
- Se hará un control de altura de la franja excavada cada 2.000 m^3, y no menos de uno al descender 3,00 m, no aceptándose, en caso de altura mayor de 1,65 m, la ejecución por con medios manuales.
- Se hará un control de nivelación de la explanada cada 1.000 m^2, y no menos de 3 por explanada, no aceptándose en caso de variaciones no acumulativas entre lecturas de 50 mm en general y de 30 mm en viales.
- Se hará un control de borde con talud permanente al descender 3,00 m y no menos de uno por talud, no aceptándose en caso de variación en el ángulo del talud superior a + 2º.

Base del terraplén:

- Se hará un control de las dimensiones del replanteo igual que en el desmonte.
- Se hará un control de excavación de la base del terraplén cada 1.000 m^2 en proyección y no menos de uno por explanada, no aceptándose si no se ha excavado la capa vegetal y si su profundidad es inferior a 15 cm; tampoco se aceptará en pendientes superiores a 1:5 que no se hayan realizado bermas y las mesetas no tengan la pendiente especificada.

Terraplén:

- Se hará un control de densidad “in situ” del relleno del núcleo cada 1.000 m^3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 92% del Proctor, ni a 1,45 kg/dm^3.
- Se hará un control de densidad “in situ” del relleno de coronación cada 1.000 m^3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 95% del Proctor, ni a 1,75 kg/dm^3.
- Se hará un control de nivelación de la explanada como en desmonte.
- Se hará un control de borde con talud permanente como en desmonte.

27.4. MEDICIÓN

- En desmontes, por m^3 de cubicación del volumen excavado sobre perfiles, incluso desbroce, replanteo y refinado, no considerando el esponjamiento, midiendo aparte la carga y transporte a vertedero.
- En terraplenes, por m^3 del volumen sobre perfiles, incluyéndose el transporte interior, midiendo aparte el exterior procedente de préstamos.
- Todas aquellas variaciones en exceso que surjan por negligencia de la Contrata, por conveniencia o erosión, no se abonarán.

27.5. MANTENIMIENTO

- Se mantendrán protegidos contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque.
- Los bordes ataluzados en su coronación se mantendrán protegidos contra la acumulación de aguas, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, cortando el agua junto a un talud cuando se produzca una fuga.
- No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m^2 junto a la parte superior de los bordes ataluzados, ni se socavará en su pie ni en su coronación.
- Se consultará a la Dirección de Obra si aparecieran grietas paralelas al borde del talud.

28. ZANJAS

Se definen las zanjas como excavaciones estrechas y largas que se hacen en el terreno para instalar una conducción subterránea.

28.1. CONDICIONES PREVIAS

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección de Obra haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas.
- Habrán sido investigados los servicios existentes que pueden ser afectados, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, redes de electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc.
- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.

- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.
- Evaluación de la tensión a compresión que transmitan al terreno las cimentaciones próximas.
- Las zonas a acotar en el trabajo de zanjas no serán menores de 1 m para el tránsito de peatones y de 2 m para vehículos, medidos desde el borde del corte.

28.2. EJECUCIÓN

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.
- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.
- El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para una posible entibación.
- La Dirección de Obra indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, siendo su acabado limpio.
- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno, que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección de Obra.
- La Dirección de Obra podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.
- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.
- El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera

debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado.

- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de ocho días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.
- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.
- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.
- Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

28.3. CONTROL

- Cada 20 m o fracción, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5% y variaciones superiores a + 10 cm, en cuanto a distancias entre ejes.
- El fondo y paredes de la zanja terminada, tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección de Obra, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de + 5 cm, respecto a las superficies teóricas.
- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.

28.4. MEDICIÓN Y VALORACIÓN

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m^3, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se considerarán los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.
- El Contratista podrá presentar a la Dirección de Obra para su aprobación el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando al comenzar las obras las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

28.5. RELLENO EN LAS ZANJAS

En las zanjas, la primera capa de relleno a colocar sobre la arena sobre la generatriz superior exterior del tubo, se efectuará con un material que reúna las condiciones indispensables para la buena trabazón y apisonado. No contendrá fangos, ni gruesos superiores a cinco centímetros (5 cm), así como raíces o residuos orgánicos. Se compactará según indicaciones marcadas en proyecto o por el Director de Obra.

El tamaño máximo del relleno superior no contendrá más de un 25% en peso de tamaño máximo veinte centímetros.

En el caso de que la zanja discurra por tierra de labor, la capa superior estará constituida por la tierra vegetal que previamente se haya extraído en la excavación.

En el caso de cauces de barrancos, se seleccionará para el relleno el material grueso.

29. ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA

La arena a utilizar para asiento de tuberías podrá ser natural, de machaqueo o mezcla de ambas, debiendo cumplir, en cualquier caso, las siguientes condiciones:

- El equivalente de arena será superior a setenta (70).
- El índice de plasticidad inferior a cinco (5).
- Por el tamiz número cinco (5) UNE, deberá pasar el cien por cien (100 %)
- El contenido de partículas arcillosas no excederá del uno (1 %) por cien del peso total.
- El contenido de azufre expresado en SO4 y referido al árido seco, no excederá del uno con veinte (1,20 %) por ciento del peso total.

- Los finos que pasen por el tamiz, 0,08 UNE, serán inferiores en peso al cinco (5 %) por cien del total.

30. ZAHORRA ARTIFICIAL

La composición granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites del huso ZA (25) para, según la clasificación establecida en el PG-3.

Cumplirá asimismo las prescripciones señaladas en el Artículo 501, "Zahorra artificial".

31. MADERA

Las maderas a emplear en entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás elementos auxiliares y carpintería de armar, cumplirá las prescripciones del Artículo 286 "Madera" del mencionado PG-3.

32. HORMIGONES Y MORTEROS

El tipo de hormigón a emplear en cada una de las unidades de obra proyectadas será el indicado en los planos y presupuesto en cada caso.

El tipo de mortero a emplear en fábricas de ladrillo, mampostería y bloques de hormigón, asiento de piezas prefabricadas, enfoscados y enlucidos se ajustará a lo indicado en el apartado 3, del Artículo 611 del PG-3.

32.1. AGUA

El agua para la confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en la Instrucción E.H.E.

La que se utilice para el lavado de áridos será sometida a la aceptación del Facultativo Director de la obra.

Por cada procedencia de agua no garantizada por la práctica, se realizará un análisis químico.

32.2. CEMENTO

El cemento satisfará las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas para la recepción de cementos y en el artículo 26 de la Instrucción de Hormigón Estructural. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el Artículo 30º de la citada Instrucción.

32.3. ÁRIDOS PARA HORMIGONES

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural, E.H.E.

Los áridos una vez limpios y clasificados, se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. El Facultativo Director de la obra podrá precisar la capacidad de almacenamiento de las diferentes categorías de áridos teniendo en cuenta el ritmo de hormigonado. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que los finos que se puedan acumular sobre el área del almacenamiento o silos, no puedan entrar a formar parte de los hormigones.

Los áridos más finos serán almacenados al abrigo de la lluvia, y el Facultativo Director de la obra fijará el límite por debajo del cual se tomarán dichas precauciones.

Los compuestos de azufre de los áridos referidos a su peso total en seco y expresados en porcentaje de SO4 serán inferiores al uno con dos por ciento (1,2 %).

32.4. PRODUCTOS DE ADICIÓN

Podrán utilizarse, con autorización previa del Facultativo Director de la obra, plastificantes y aceleradores del fraguado, si la correcta ejecución de las obras lo aconseja. Para ello se exigirá al Contratista que realice una serie completa de ensayos sobre probetas con el aditivo que se pretenda utilizar, comprobándose en qué medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados. En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

- Que la resistencia y la densidad seca sean iguales o mayores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivos.
- Que no disminuya la resistencia a las heladas.
- Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras, en su caso.

32.5. TIPOS DE HORMIGÓN

Para su empleo en las distintas partes de la obra y de acuerdo con su resistencia característica, determinada según las Normas UNE 7.240 y UNE 7.242, se establecen algunos de los siguientes tipos de hormigón:

TIPOS DE HORMIGÓN						
TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEF. MINOR.	ÁRIDO M/M	CEMENTO	CONSISTENCIA	UTILIZACIÓN
HL-150	Normal	--	20/40	I/32,5	Seca o plástica	Presoleras, zanjas, cimiento de bordillos
HM-20	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Pequeñas obras de fábrica, hormigón en masa
HA-25	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HA-30	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HA-35	Normal	1,50	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado

Características de Tipos de Hormigón

32.6. TIPOS DE CEMENTO

En la fabricación de hormigones se utilizarán los tipos de cementos indicados en el punto anterior.

A la vista de las características del terreno, el Director Facultativo podrá modificar el tipo de cemento a emplear.

Las unidades y zonas de empleo de los diferentes hormigones, sus resistencias características y niveles de control de ejecución, se detallan en los correspondientes planos.

32.7. DOSIFICACIÓN

Las dosificaciones se ajustan a las cantidades de cemento que especifica la EHE.

32.8. PRUEBAS PREVIAS

El contratista presentará toda la documentación de la planta necesaria para conocer la experiencia de la misma y los resultados obtenidos con hormigones similares, con tiempos de recorrido parecidos y con temperaturas similares a las esperadas durante el periodo de las obras. Como mínimo se presentará lo indicado en los artículos 68, 86 y siguientes de la EHE. - 08

A fin de comprobar que la dosificación es la adecuada, el tiempo de recorrido de los camiones indicado y que el hormigón H-30 llega a la obra en las condiciones previstas

se harán al menos dos amasadas con el volumen de la amasadora o, como mínimo de 2 m3 cada una, comprobándose la plasticidad en la llegada a la obra. Se prepararán 6 probetas de las que se romperán 2 a 7 días, 2 a 14 días y 2 a 28 días. De ser posible se usará este hormigón como de limpieza, en cuyo caso se abonará con HL-150. De lo contrario todos los gastos, incluso los de excavación para enterrarlo, serán a cargo del contratista.

Se considerará que las pruebas son satisfactorias cuando:

- El hormigón llegue a obra en condiciones adecuadas para su colocación.
- Tenga un tiempo de fraguado superior a 1 h 30 m desde su colocación.
- La resistencia característica a 7 días sea superior a 24 N/mm², la de 15 días a 28 N/mm² y la de 28 días a 30 N/mm².

A efectos de la clasificación de la planta en las clases A, B, C u otras, definidas en la tabla 80.4.b de la EHE el suministrador aportará el valor de δ correspondiente. Durante los ensayos previos se comprobará si la clasificación es adecuada o si procede asignarle otra clase.

No se autorizará el inicio del hormigonado hasta que las pruebas previas hayan dado resultado satisfactorio.

32.9. ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras a emplear en hormigón armado estarán constituidas por acero B-500-S, según se define en los planos y en el Artº. 31, 3 de la Instrucción E.H.E. y se realizarán con sujeción a lo prescrito en los artículos 241 y 600 del PG3.

Las características mecánicas mínimas garantizadas del acero serán:

MÍNIMOS GARANTIZADOS ACERO	
	B-500-S
Límite elástico (kg/cm^2)	5.100
Carga de rotura (kg/cm^2)	5.600
Alargamiento de rotura	12 %
Relación carga de rotura a límite elástico	1,05

Características mínimas del acero

CAPITULO III: OBRA ELÉCTRICA

33. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Serán válidas a todos los efectos las prescripciones señaladas en las Leyes, Reglamentos y Normas generales, así como todas aquellas que estén en vigor en el momento de ejecución de las obras.

En particular, serán de aplicación las siguientes Normas y Reglamentos:

Estatal:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto Ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- 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 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local.
- Real Decreto Ley 781/1986, de 16 de abril, sobre Texto refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de Régimen Local.
- Capítulo XVI de la Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del agua y de la planificación hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Agua, excepto los anexos 1 al 4, así como las órdenes ministeriales relacionadas con los mismos, derogados por el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11

de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.
- Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea.
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas.
- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa.
- Decreto de 26 de abril de 1957 por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa.

Instalaciones eléctricas:

- 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. En particular cumplimiento de las normas UNE citadas en la ITC-RAT 02.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51.
- 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 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.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de puntos de medida, aprobadas por Orden de 12 de abril de 1999.
- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Disposición Adicional Cuarta del Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero por el que se establecen el régimen retributivo de la actividad de distribución eléctrica.
- Normativa específica de aplicación para equipos eléctricos:
- IEC 60071 Insulation Coordination
- IEC 60076 Power Transformers
- IEC 60099 Oxide Surge Arresters without Gaps for AC Systems
- IEC 60185 Current Transformers
- IEC 60186 Voltage Transformers
- IEC 62271 High Voltage Switchgear and Controlgear
- IEC 62305 Protection Against Lightning
- IEEE Std. 80 Guide for Safety in AC Substations Grounding
- IEEE Std. 998 Guide for Lightning Stroke Shielding of Substations
- IEEE Std. 605 Guide for Bus Desing in Air Insulated Subestations

Estructuras de acero y hormigón:

- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Eurocódigo, en la parte que puedan resultar de aplicación durante el desarrollo del proyecto:
- EUROCODE 0 Structural Design Bases
- EUROCODE 1 Actions
- EUROCODE 2 Design of Concrete Structures
- EUROCODE 3 Design of Steel Structures
- EUROCODE 6 Design of Brick Structures

- EUROCODE 7 Geotechnical Design
- EUROCODE 8 Seismic Design
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, del Ministerio de Fomento sobre la Instrucción EHE-08 de hormigón estructural.
- Norma de Construcción Sismoresistente NCSE-02.
- Para diseño y fabricación y elección de materiales del seguidor las siguientes normas ASTM y las condiciones exigidas en la UNE-EN 1090-2 “Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero” si no entra en contradicción con ninguna norma o ley de ámbito nacional:
- A36 “Standard Specification for Carbon Structural Steel”.
- A53 “Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless”.
- A123 “Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products”.
- A500 “Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes”.
- A513 “Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Carbon and Alloy Steel Mechanical Tubing”.
- Los cálculos estructurales se podrán complementar con el “International Building Code” (IBC) y la normativa ASCE 7-10 (“Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures”) si no entra en contradicción con ninguna norma o ley de ámbito nacional.
- Otra normativa internacional de aplicación:
- ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete
- ACI 360R Design of Slab-on-Grade
- EN-ISO 4032 Hexagon Nuts
- EN-ISO 7091 Flat Washers
- EN-ISO 898 Bolts, Screws and Studs
- EN-ISO 1461 Hot Dip Galvanized
- EN 10025 Hot Rolled Products of Steel Structural
- EN 10080 Reinforcing Bars

- ASTM A 615 Concrete Reinforcement Steel

Ruido:

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE núm. 60 de 11 de marzo.
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el 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 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.
- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2003, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de proporcionar una base para el desarrollo de medidas comunitarias sobre el ruido ambiental emitido por las fuentes consideradas, es decir, las infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias así como el ruido industrial.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Seguridad y salud:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre; BOE de 10 de noviembre/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades preventivas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por lo que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Real Decreto 604/2006, por el que se modifican el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 250; 19.10.06

- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.

- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9/3/71) (B.O.E. 11/3/71).

- Resolución de 30 de abril de 1998 de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el registro y publicación del convenio colectivo general del sector de la construcción.

- Real Decreto 1561/1995 de 21 de septiembre (B.O.E. de 26 de septiembre de 1995), sobre jornadas especiales de trabajo.

- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.

- Real Decreto 1579/2008 de 26 de septiembre (B.O.E. de 04 de octubre de 2008), por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre

jornadas especiales de trabajo, y se regulan determinados aspectos de las condiciones de trabajo de los trabajadores móviles que realizan servicios de interoperabilidad transfronteriza en el sector del transporte ferroviario.

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Normas UNE de aplicación a los equipos de protección individual y colectivos.
- Convenios de la OIT suscritos por España.

Relación de normas de la ITC-RAT 02

Serán de aplicación tanto para este proyecto técnico administrativo como para la redacción de toda documentación relacionada con este proyecto, instalación, montaje, protocolos de pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento, las siguientes normas de la ITC-RAT 02.

Generales

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

Aisladores y pasatapas:

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta:

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271-1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores:

UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

UNE-EN 60265-1:1999	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN 60265-1 CORR:2005	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-104:2010	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001	Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).
UNE-EN 62271-106:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.
UNE-EN 62271-100:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:

UNE-EN 62271-200:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-201:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-203:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).
UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Transformadores de potencia:

UNE-EN 60076-1:1998	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A1:2001	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A12:2002	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60076-11:2005	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE 21428-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.

UNE 21428-1-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
UNE 21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
UNE-EN 50464-2-2:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN 50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados:

UNE-EN 62271-202:2007	Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE EN 50532:2011	Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS).

Transformadores de medida y protección:

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044-2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

Pararrayos:

UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Fusibles de alta tensión:

UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

Cables y accesorios de conexión de cables:

UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21027-9:2007/1C:2009	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
UNE 211620:2012	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.
UNE 211027:2013	Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
UNE 211028:2013	Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

34. DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este Pliego, serán de aplicación en todo lo no especificado en él, las siguientes:

El Contratista está obligado a cumplir la Ley de Contrato de Trabajo vigente y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrono y obreros, las de accidentes de trabajo, incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social y vigente o que en lo sucesivo se dicten.

Así mismo, el Contratista vendrá obligado a cumplir las Cláusulas Administrativas Particulares establecidas para la Contratación de estas obras.

En tal sentido, cuidará los árboles, hitos, vallas, pretiles y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidos en evitación de posibles destrozos que, de producirse, serán restaurados a su costa. Así mismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

35. DISPOSICIONES LEGALES

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de cuantas disposiciones legales, de carácter social, y otras que rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

36. PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES

El Contratista deberá obtener los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras y deberá abonar los cargos, tasas e impuesto derivados de la obtención de aquellos.

37. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes, los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso, los de conservación de las señales y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las

obras; los de reposición de instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para las obras, así como la adquisición de dicha agua y energía; los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Así mismo, el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y la liquidación de las obras.

38. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

38.1. Descripción General de la Instalación

La subestación, objeto de este proyecto será del tipo exterior aislada al aire, AIS (Air Insulation Switchgear, Aparamenta Aislada al Aire).

El recinto de la subestación contendrá un parque de intemperie de tipo convencional. Contendrá dos calles eléctricamente independientes, a las que llamaremos Calle Guillena y Calle Gerena.

Calle Guillena

A esta calle se conectará la generación de las plantas FV Guillena 1 y FV Guillena 2 con permiso de acceso en el nudo de 400 kV de la SE Guillena de REE.

Por lo tanto, la configuración técnica adoptada de la subestación es de:

- 1 Posición de Línea de salida que interconectará y evacuará la potencia total con la subestación colectora SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 400 kV.
- 1 Posición de Barra.
- 1 Posición de Transformación con la aparamenta necesaria de medida, protección y maniobra en 220 kV y un transformador elevador 33/220 kV, potencia de evacuación 100 MVA, sistema de refrigeración ONAN/ONAF y cambiador de tomas en carga OLTC (On-Load Tap Changer) en el devanado de AT, para evacuar la potencia generada por las plantas FV Guillena 1 y FV Guillena 2.

Calle Gerena

A esta calle se conectará la generación de las plantas FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 con permiso de acceso en el nudo de 220 kV de la SE Guillena de REE.

Contará una posición de línea-transformador de 220 kV, un transformador 33/220 kV, potencia de evacuación 125 MVA, sistema de refrigeración ONAN/ONAF y cambiador de tomas en carga OLTC (On-Load Tap Changer) en el devanado de AT.

Tanto para la posición de la calle de Guillena como para la calle de Gerena, se construirá un edificio eléctrico común que albergará sala de armarios de Guillena, sala de cabinas de MT de Guillena, sala de CCTV y SCADA, sala de cabinas MT Gerena, sala de armarios de Gerena, instalaciones de faena que incluirá pasillo de acceso a aseos masculino y femenino junto a una cocina correctamente equipada y almacén.

Para el control y protección de los equipos de la subestación, se dispondrá de una sala de mando y control para cada calle, ubicadas en el propio edifico y alojará los equipos de alimentaciones auxiliares, equipo rectificador-cargador de baterías y paneles de distribución), panel de protección de la posición de transformación y salida de línea, así como un armario homologado para la medida fiscal. Estos equipos se comunicarán en su caso con el sistema de control y protección existente de la red eléctrica nacional, para las funciones que se requieran.

El sistema de servicio auxiliar de corriente alterna (C.A.) y corriente continua (C.C.) se generarán en el propio edificio mediante transformador trifásico de alimentación a los servicios auxiliares, equipos rectificador-cargador de baterías, bancos de baterías y paneles de distribución de C.A. y C.C. con su aparamenta de protección asociada, a través de las correspondientes cabinas de media tensión.

38.2. Posiciones

38.2.1.1. Calle Guillena

Parque de 220 kV

- Calle 1: Posición de Línea de salida en 220 kV (L1).
- Calle 2: Posición de Transformación 33/220 kV (L2).
- Posición de Barra Colectora que interconecta las calles 2 y 3 con la calle 1.

Parque de 33 kV

Sistema de MT en 33 kV formado por equipos convencionales a la intemperie.

Celdas MT

Cabinas o celdas de 33 kV situadas en la sala de cabinas del edificio eléctrico.

38.2.1.1.1. Posición 220 kV

L1 - Posición exterior convencional de Línea de salida en 220 KV

3 Ud Pararrayos monofásicos, instalados en el pórtico de salida de la línea que sirven de protección frente a sobredescargas generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 245 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 156 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 198 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 20 kA.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

3 Ud Transformadores monofásicos de medida de tensión, tipo Inductivo.

- Relación de Transformación: (220/√3:0,11/√3-0,11/√3-0,11/√3) kV
- Número de devanados secundarios: 3.
    - 1er devanado de medida: 20 VA / CL. 0,2.
    - 2º devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.
    - 3er devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.

1 Ud Seccionador.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).
    - Clase M1.
    - El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

1 Ud Interruptor automático.

- Tipo: Trifásico en gas para instalación exterior, de operación monopolar, de Tanque Vivo y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m.
- Aislamiento: Gas Hexafluoruro de azufre (SF6).
- Cada polo debe disponer de densostato, para gas SF6, montado en el bastidor y 3 bobinas de operación: 1 de cierre y 2 de apertura.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.

- Se requieren 3 cabinas / cuadros de centralización y una caja de dispositivo de mando.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase M2.
    - Secuencia de maniobra asignada: O-0,3S-CO-1min-CO con interruptor cerrado, accionado por motor y abriendo/cerrando resortes mecánicos.

3 Ud Transformadores de medida de corriente.

- Relación de Transformación: (1.500/ 5-5-5-5-5) A.
- Número de devanados secundarios: 5.
    - 1er devanado de medida: 10 VA / cl.0,2s, factor de seguridad Fs≤5.
    - 2º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 3er devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 4º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 5º devanado de protección: 30 VA / 5P20.

1 Ud Seccionador conectado a barras.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).

- Clase M1.
- El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

L2 - Posición exterior convencional de Transformación 33/220 KV

1 Ud Seccionador conectado a barras.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
  - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
  - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).
  - Clase M1.
  - El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

1 Ud Interruptor automático.

- Tipo: Trifásico en gas para instalación exterior, de operación monopolar, de Tanque Vivo y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m.
- Aislamiento: Gas Hexafluoruro de azufre (SF6).
- Cada polo debe disponer de densostato, para gas SF6, montado en el bastidor y 3 bobinas de operación: 1 de cierre y 2 de apertura.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Se requieren 3 cabinas / cuadros de centralización y una caja de dispositivo de mando.
- Corriente nominal: 2.000 A.

- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase M2.
    - Secuencia de maniobra asignada: O-0,3S-CO-1min-CO con interruptor cerrado, accionado por motor y abriendo/cerrando resortes mecánicos.

3 Ud Transformadores de medida de corriente.

- Relación de Transformación: (400/ 5-5-5-5-5) A.
- Número de devanados secundarios: 5.
    - 1er devanado de medida: 10 VA / cl.0,2s, factor de seguridad Fs≤5.
    - 2º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 3er devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 4º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
    - 5º devanado de protección: 30 VA / 5P20.

3 Ud Pararrayos monofásicos, instalados en el pórtico de salida de la línea que sirven de protección frente a sobredescargas generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 245 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 156 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 198 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 20 kA.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

TR-1 Transformador Elevador 220/33 kV

- Potencia nominal en servicio continuo: 85/100 MVA (valor preliminar), según etapas de refrigeración.
- Tipo: Trifásico, de columnas e inmerso en aceite mineral.
- Relación de Transformación: 33/33/220 kV.
- Grupo de conexión e índice horario: YNd11d11.
- Valor preliminar de impedancia de cortocircuito: 12,5% (100 MVA).
- Número de devanados: 3.
- Sistema de refrigeración: ONAN/ONAF.
- Se requiere cambiador de tomas en el devanado de AT para regular el nivel de tensión.
- Tipo de regulación: En carga y automático.
- El transformador debe ir equipado con transformadores monofásicos de medida de corriente, tipo bushing, que alimenta a relés de imagen térmica (49) y relé de regulación de tensión (90).

38.2.1.1.2. Posición 33 kV

6 Ud Pararrayos monofásicos, instalados junto a los devanados primarios del transformador elevador para protección frente a sobretensiones generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 36 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 30 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 24 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 10 kA.
- Corriente de cortocircuito: 25 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.

- **2 Ud Seccionador de MT**: Tensión de aislamiento 36 kV, corriente nominal 1.250 A y corriente de cortocircuito 25 kA.

12 Ud Aisladores de MT, tipo C4-170 en la interconexión desde el transformador elevador hasta la reactancia de PaT.

2 Ud Reactancia de PaT con intensidad límite de 500 A durante 30 s, formada por:

- (4) Transformadores monofásicos de medida de corriente.
- Relación de transformación: 500/5 A.
- Número de devanados secundarios: 1, de protección.
    - Índice de clase y carga nominal: 15VA 10P10.
- Transformador conexión zigzag.

Cableado y Canalizaciones

El patio de 33 kV se complementa con las siguientes observaciones:

Para la interconexión del transformador de potencia 220/33/33 kV, se adoptarán cables de MT procedente de la sala de cabinas hasta los devanados de MT del transformador elevador. Para cada planta se usarán 3 cables unipolares por fase de Al, sección 400 mm^2, tipo RHZ1-OL, 18/30 kV, dispuestos en canalizaciones independientes y en el interior de tubos enterrados,

Las conexiones de los cables a los aparatos, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Las canalizaciones se diseñan de acuerdo con lo establecido en la MIE-RAT-05 apartado 5.2. Se realizará el conexionado que parte del seccionador de 33 kV discurriendo por una canalización hasta la sala de media tensión ubicada en el edificio de control de la planta. La arqueta para alojar los cables deberá ser lo suficientemente amplia y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas o bien estarán previstas de tubos de drenaje.

Por las condiciones de la instalación las arquetas proyectadas serán las adecuadas para la curvatura de los cables, tanto a pie de apoyo como para acometida al centro de seccionamiento.

38.2.1.1.3. Celdas M.T.

Adicional a los equipos de intemperie de 33 kV, se instalará en el edificio eléctrico, específicamente en la sala de cabinas el siguiente conjunto de celdas o cabinas:

Embarrado B1

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1.500/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 1. Características de la cabina de protección del Transformador

3 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Guillena 1.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	630 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	500/5-5 A (2 celdas) 400/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 2. Características celda de línea de FV Guillena 1

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 3. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 4. Características celdas de línea de SS.AA

Embarrado B2

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1.500/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 5. Características de la cabina de protección del Transformador

4 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Guillena 2.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	500/5-5 A (2 celdas) 400/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 6. Características celda de línea de FV Guillena 2

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 7. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 8. Características celdas de línea de SS.AA

38.2.1.2. Calle Gerena

Parque de 220 kV

Calle 1: Posición de Línea-Transformador de 220 kV (L1).

Parque de 33 kV

Sistema de MT en 33 kV formado por equipos convencionales a la intemperie

Celdas MT

Cabinas o celdas de 33 kV situadas en la sala de cabinas del edificio eléctrico.

38.2.1.2.1. Posición 220 kV

L1 - Posición exterior convencional de Línea 220 KV

6 Ud Pararrayos monofásicos, 3 instalados en el pórtico de salida de la línea y los otros 3 junto al devanado secundario del transformador elevador, que sirve de protección frente a sobredescargas generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 245 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 156 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 198 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 20 kA.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

3 Ud Transformadores de medida de tensión, tipo Inductivo.

- Relación de Transformación: (220/√3:0,11/√3-0,11/√3-0,11/√3) kV
- Número de devanados secundarios: 3.
    - 1er devanado de medida: 20 VA / CL. 0,2.
    - 2º devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.
    - 3er devanado de medida y protección: 50 VA / CL. 0,5-3P.

1 Ud Seccionador.

- Tipo: Trifásico, de tres columnas por polo y doble apertura, para instalación exterior y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m. Incluye seccionador de puesta a tierra.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Accionamiento: Motorizado con pulsadores mecánicos de parada por posiciones de límite. Su tiempo de apertura/cierre debe ser menor que 15s.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase de contacto auxiliar 1 (IEC 62271-1).
    - Clase M1.
    - El cuadro de control y los dispositivos de accionamiento con sus controladores debe estar incluido en 1 o 2 armarios. El grado de protección de los cuadros debe ser de IP2X.

1 Ud Interruptor automático.

- Tipo: Trifásico en gas para instalación exterior, de operación monopolar, de Tanque Vivo y adecuado para una altitud de hasta 1.000 m.s.n.m.
- Aislamiento: Gas Hexafluoruro de azufre (SF6).
- Cada polo debe disponer de densostato, para gas SF6, montado en el bastidor y 3 bobinas de operación: 1 de cierre y 2 de apertura.
- Aisladores: De material composite y de color gris de acuerdo a IEC 61462.
- Se requieren 3 cabinas / cuadros de centralización y una caja de dispositivo de mando.
- Corriente nominal: 2.000 A.
- Corriente de cortocircuito: 40 kA.
- Características generales:
    - Grado de protección proporcionado por envolvente: IP54.
    - Clase M2.

- Secuencia de maniobra asignada: O-0,3S-CO-1min-CO con interruptor cerrado, accionado por motor y abriendo/cerrando resortes mecánicos.

3 Ud Transformadores de medida de corriente.

- Relación de Transformación: (500/ 5-5-5-5) A.
- Número de devanados secundarios: 4.
  - 1er devanado de medida: 10 VA / cl.0,2s, factor de seguridad Fs≤5.
  - 2º devanado de protección: 30 VA / 5P20.
  - 3er devanado de protección: 30 VA / 5P20.
  - 4º devanado de protección: 30 VA / 5P20.

24 Ud Aisladores de Pedestal AT.

- Tipo: C10-1050.
- Material de puesta a tierra incluido: (1) grapa de enlace para estructura, (2) cables de Cu de 120 mm2 con 2 tornillos M12X50 de acero inoxidable separados 50 mm, pletino 40x4, (1) terminal de presión para cable de Cu 70 mm2 con embornaje de 14 mm, (1) cable de Cu de 70 mm2 extraflexible.

TR-2 Transformador Elevador 220/33 kV

- Potencia nominal en servicio continuo: 78/104/125 MVA (valor preliminar), según etapas de refrigeración.
- Tipo: Trifásico, de columnas e inmerso en aceite mineral.
- Relación de Transformación: 33/33/33/220 kV.
- Grupo de conexión e índice horario: YNd11d11d11.
- Valor preliminar de impedancia de cortocircuito: 12,5% (125 MVA).
- Número de devanados: 3.
- Sistema de refrigeración: ONAN/ONAF1/ONAF2.
- Se requiere cambiador de tomas en el devanado de AT para regular el nivel de tensión.
- Tipo de regulación: En carga y automático.

- El transformador debe ir equipado con transformadores monofásicos de medida de corriente, tipo bushing, que alimenta a relés de imagen térmica (49) y relé de regulación de tensión (90).

-

38.2.1.2.2. Posición 33 kV

9 Ud Pararrayos monofásicos, instalados junto a los devanados primarios del transformador elevador para protección frente a sobretensiones generadas en el sistema.

- Tipo: De óxido metálico.
- Tensión más alta del sistema Us = 36 kV, valor r.m.s.
- Tensión de Operación Continua Uc= 30 kV, valor r.m.s.
- Tensión nominal Ur= 24 kV, valor r.m.s.
- Corriente nominal de descarga: 10 kA.
- Corriente de cortocircuito: 25 kA.
- Aisladores: De material composite y color gris de acuerdo a la especificación IEC 61462.
- Equipamiento necesario: Contador de descarga con un grado de protección no inferior a IP54 (IEC 60529) y terminales de conexión de aleación de cobre/aluminio con resistencia a la corrosión y unidos con conectores y abrazaderas.

3 Ud Seccionador de MT: Tensión de aislamiento 36 kV, corriente nominal 1.250 A y corriente de cortocircuito 25 kA.

18 Ud Aisladores de MT, tipo C4-170 en la interconexión desde el transformador elevador hasta la reactancia de PaT.

3 Ud Reactancia de PaT con intensidad límite de 500 A durante 30 s, formada por:

- (4) Transformadores monofásicos de medida de corriente.
- Relación de transformación: 500/5 A.
- Número de devanados secundarios: 1, de protección.
    - Índice de clase y carga nominal: 15VA 10P10.
- Transformador conexión zigzag.

Cableado y Canalizaciones

El patio de 33 kV se complementa con las siguientes observaciones:

Para la interconexión del transformador de potencia 220/33 kV, se adoptarán cables de MT procedente de la sala de cabinas hasta los devanados de MT del transformador elevador. Para cada planta se usarán 3 cables unipolares por fase de Al, sección 400 mm^2, tipo RHZ1-OL, 18/30 kV, dispuestos en canalizaciones independientes y en el interior de tubos enterrados,

Las conexiones de los cables a los aparatos, deberán realizarse mediante dispositivos adecuados, de forma tal que no incrementen sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

Las canalizaciones se diseñan de acuerdo con lo establecido en la MIE-RAT-05 apartado 5.2. Se realizará el conexionado que parte del seccionador de 33 kV discurriendo por una canalización hasta la sala de media tensión ubicada en el edificio de control de la planta. La arqueta para alojar los cables deberá ser lo suficientemente amplia y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas o bien estarán previstas de tubos de drenaje.

Por las condiciones de la instalación las arquetas proyectadas serán las adecuadas para la curvatura de los cables, tanto a pie de apoyo como para acometida al centro de seccionamiento.

38.2.1.2.3. Celdas M.T.

Adicional a los equipos de intemperie de 33 kV, se instalará en el edificio eléctrico, específicamente en la sala de cabinas el siguiente conjunto de celdas o cabinas:

Embarrado B3

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1250/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 9. Características de la cabina de protección del Transformador

3 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Gerena 1.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	400/5-5 A (2 celdas) 500/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 10. Características celda de línea de FV Gerena 1

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 11. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 12. Características celdas de línea de SS.AA

Embarrado B4

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1250/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 13. Características de la cabina de protección del Transformador

3 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Gerena 2.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	400/5-5 A (2 celdas) 500/5-5 A (1 celda)
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 14. Características celda de línea de FV Gerena 2

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 15. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 16. Características celdas de línea de SS.AA

Embarrado B5

1 Ud Celda/ Cabina de protección de transformador de potencia, constituida por:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar con P.A.T.	
Intensidad nominal	1.250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	1000/5-5-5 A
Tensión de aislamiento	36 kV
Número de devanados secundarios	3
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	15 VA / 10P20
3er devanado de protección	15 VA / 10P20

Tabla 17. Características de la cabina de protección del Transformador

2 Ud Celda / Cabina de protección de línea que recolecta la potencia generada por el parque solar FV Gerena 3.

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1.250 A
Tensión aislamiento	33/36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Interruptor tripolar	
Intensidad nominal	630 A
Tensión aislamiento	36 kV
Mando seccionador	Motorizado
Modo de operación	Extraíble
Posiciones (abierto-P. a T.)	2 posiciones
3 Transformadores de intensidad	
Intensidad nominal (primario/secundario)	500/5-5 A
Tensión de aislamiento	36kV
Número de devanados secundarios	2
1er devanado de medida	10 VA / cl.0,2s Fs≤5
2º devanado de protección	10 VA / 10P20

Tabla 18. Características celda de línea de FV Gerena 3

1 Ud Celda / Cabina de medida. Sus principales características son:

3 Transformadores de tensión en barras	
Tensión de aislamiento	36 kV
Tipo	Inductivo
Relación de Transformación	33:√3/0,11:√3-0,11:√3/0,11:√3/0,11:√3 kV.
Número de devanados secundarios	4
1er devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
2º devanado secundario de medida	50 VA/ cl.0,2
3er devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P
4º devanado secundario de protección	25 VA/ cl.0,5-3P

Tabla 19. Características de la cabina de medida del embarrado de MT

1 Ud Celda/ Cabina de alimentación al transformador trifásico del sistema de servicios auxiliares:

Características	
Intensidad nominal del embarrado	1250 A
Tensión aislamiento	36 kV
Intensidad CC de corta duración	25 kA/
Equipamiento	
Medio de aislamiento para el compartimento principal	En vacío
Seccionador a tierra	
Intensidad nominal	200 A
Mando seccionador	Motorizado
Posiciones (abierto-P. a T.)	3 posiciones
Bases portafusibles equipadas con:	
Interruptor con fusibles y disparo combinado	3 Fusibles, 10 A

Tabla 20. Características celdas de línea de SS.AA

38.3. Embarrados y Conductores de Interconexión

Para la interconexión entre equipos, desde el devanado de AT de los transformadores elevadores hasta el pórtico de amarre de la línea de salida, se empleará conductor aéreo dúplex 402-AL1/52-ST1A (LA-455), con las siguientes características:

CONDUCTOR	402-AL1 / 52-ST1A LA-455 CONDOR
Material	Conductor de aluminio con alma de acero galvanizado (AL1/ST1A).
Resistencia eléctrica c.c. a 20ºC (ohmios/km)	0,0719
Reactancia media (ohmios/km)	0,41
Sección mm^2	Total=454,5
	Aluminio=402,3
Diámetro (mm)	Alma=9,24
	Total=27,70
Carga de Rotura (daN)	12,375

Tabla 21. Características del conductor eléctrico en la Subestación.

Con esta configuración, la intensidad máxima que podrá circular vendrá dada por la limitante del conductor de interconexión entre equipos de 220 kV, esto es, dúplex 402-AL1/52-ST1A (LA-455).

- Intensidad máxima admisible: para cada conductor: 812,5 A y 1.625 A para el dúplex.
- Intensidad de cortocircuito máxima: para cada conductor: 23,38 kA y 46,76 kA para el dúplex.

Adicional al conductor de interconexión de los equipos, en la subestación se empleará tubo de aleación de aluminio Ø150/134 mm como conductor de las barras principales. A continuación, se adjunta las principales características:

- Aleación: E-AlMgSiO,5 F22.
- Diámetro exterior (D) e interior (d): 150/134 mm.
- Espesor de la pared (e): 8 mm.
- Peso propio unitario (Ppt): 9,63 kg/m.
- Sección (A): 3.569 mm2.
- Carga de rotura del material: 195 N/mm2.
- Momento de Inercia (J): 902 cm4.

- Módulo resistente (W): 120 cm3.
- Módulo de elasticidad (Young)(E): 70.000 N/mm2.
- Límite de fluencia mínimo del material (Rpo2): 160 N/mm2.
- Coeficiente de dilatación lineal (s): 0,023 mm/mºC.
- Intensidad máxima: 3.250 A.

Para los embarrados de 33 kV, se utilizará el siguiente tubo:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 6063 T6 / CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 6063 T6

Tabla 5 / Quadro 5

Denominación / Denominação	Características físicas / Características físicas				Características eléctricas / Características eléctricas		Características estáticas / Características estáticas	
Ø ext / Ø int / Ø ext / Ø int	**Ø ext. (mm)** / Ø ext. (mm)	**Espesor (mm)** / Espessura (mm)	**Sección (mm^2)** / Secção (mm2)	**Peso (g/m)** / Peso (g/m)	**Intensidad adm. desde 65ºC (A)** / Intensidade adm. desde 65 ºC (A)	**Intensidad adm. desde 85ºC (A)** / Intensidade adm. desde 85 ºC (A)	**Momento inercia (cm^4)** / Momento inércia (cm4)	**Momento de elasticidad (cm^3)** / Momento de elasticidade (cm3)
40/36	40	2	239	645	559	742	4,40	2,20
40/34		3	349	942	675	869	6,10	3,10
40/32		4	452	1.221	770	1.014	7,60	3,80
40/30		5	550	1.484	821	1.111	8,80	4,40
40/28		6	641	1.730	869	1.208	9,70	4,90
45/40	45	3	334	901	569	752	7,56	3,36
50/44	50	3	443	1.196	773	1.063	12,50	5,00
50/42		4	578	1.561	918	1.208	15,70	6,30
50/40		5	707	1.909	1.014	1.353	18,50	7,40
50/38		6	829	2.239	1.111	1.449	20,80	8,30
50/34		8	1.056	2.850	1.256	1.642	24,60	9,80
50/30		10	1.257	3.393	1.353	1.787	27,20	10,90
60/50	60	5	864	2.333	1.024	1.354	32,93	10,98
63/57	63	3	565	1.527	966	1.304	26,00	8,20
63/55		4	741	2.002	1.111	1.497	33,00	10,50
63/53		5	911	2.460	1.256	1.642	39,30	12,50
63/51		6	1.074	2.901	1.353	1.787	44,90	14,30
63/47		8	1.382	3.732	1.546	2.077	54,40	17,30
68/60	68	4	804	2.171	1.038	1.371	41,34	12,16
70/60	70	5	1.021	2.757	1.182	1.563	54,24	15,50
80/74	80	3	726	1.959	1.208	1.594	54,90	13,70
80/72		4	955	2.579	1.353	1.836	70,40	17,60
80/70		5	1.178	3.181	1.497	2.077	84,80	21,20
80/68		6	1.395	3.766	1.642	2.222	97,90	24,50
80/64		8	1.810	4.886	1.884	2.560	121,00	30,20
80/60		10	2.199	5.938	2.077	2.802	140,00	35,00
90/80	90	5	1.335	3.605	1.491	1.971	121,00	26,89
100/94	100	3	914	2.468	1.449	1.932	110,00	21,90
100/92		4	1.206	3.257	1.642	2.222	142,00	28,40
100/90		5	1.492	4.029	1.836	2.512	172,00	34,40
100/88		6	1.772	4.784	1.980	2.705	200,00	40,00
100/84		8	2.312	6.243	2.270	3.140	251,00	50,20
110/100	110	5	1.649	4.453	1.792	2.369	227,81	41,42
120/112	120	4	1.458	3.936	1.932	2.608	250,00	41,70
120/110		5	1.806	4.877	2.125	2.947	305,00	50,80
120/108		6	2.149	5.802	2.319	3.188	357,00	59,40
120/104		8	2.815	7.600	2.657	3.671	452,00	75,30
120/100		10	3.456	9.331	2.995	4.058	537,00	89,50
150/136	150	7	3.145	8.491	2.793	3.692	805,76	107,43
150/134		8	3.569	9.636	2.976	3.933	902,38	120,32
150/125		13	5.400	14.579	3.660	4.838	1.286,63	171,55

Tabla 22. Tabla de equivalencias para la determinación de las pletinas de cobre para el embarrado de 33 kV

38.4. Sistema de Protección y Control

El sistema de protección y control implementado en la subestación contará con un conjunto de equipos principales y material auxiliar adecuadamente montados y cableados en armarios para realizar las funciones de protección y control de la subestación eléctrica elevadora del presente proyecto. Por un lado, es misión del sistema de protección disparar selectivamente los interruptores que permiten aislar todo tipo de falta del sistema eléctrico de la subestación y, por otro lado, son tareas del sistema de control la medida de las magnitudes eléctricas, el mando sobre los interruptores y seccionadores, la monitorización de la instalación eléctrica y el registro de eventos.

Actualmente el sistema de control y protección está integrado en armarios ubicados en la sala de control del edificio eléctrico de la subestación. Tiene sentido integrar dichos sistemas puesto que las subestaciones eléctricas actúan simultáneamente como nodos de la red de potencia y de la red de control. Ante cualquier falta en el sistema eléctrico, el sistema de protección debe actuar rápidamente para que la perturbación no se propague al resto de la red y, al mismo tiempo, el sistema de control debe reconducir el flujo de energía para que se inyecte en la red eléctrica. En caso contrario, la potencia generada por el parque fotovoltaico, no conseguiría ser transmitida por la red de transporte y distribuida hacia los consumidores.

Para el correcto funcionamiento del sistema de protección y control es fundamental su interconexión con el equipamiento primario y, para ello, se deben conocer los circuitos eléctricos de las instalaciones de maniobra y del transformador de potencia, que están íntimamente relacionadas con las funciones de control y protección. Algunos de dichos circuitos son:

- Circuitos de cierre y disparo del interruptor.
- Circuitos de mando de los seccionadores.
- Captación del estado de interruptores y seccionadores.
- Alarmas de los interruptores y seccionadores.
- Sistemas de refrigeración implementado en el transformador de potencia.
- Cambiador de tomas en carga del transformador de potencia.
- Protecciones propias del transformador de potencia.

En el sistema de AT, cada posición dispondrá de su armario de protección y control, junto a la unidad central de control, mientras que, en el sistema de MT, los equipos de control y protección van montados y cableados en los armarios de control de las cabinas. En general, cada celda dispone de un equipo que realice conjuntamente las funciones de control y protección, destacando que el cableado debe ser realizado por el fabricante de la cabina. Todos los equipos quedan interconectados por la red de comunicaciones Ethernet que se ajusta al estándar IEC 61850.

38.4.1.1. Descripción Posición de Control

El sistema de control de la subestación realizará las siguientes funciones:

- Control local/remoto y señalización a través de monitor del mando de interruptores y seccionadores de 220 kV, mando en los interruptores de 33 kV y señalización en el resto de elementos de corte y puesta a tierra de las cabinas de media tensión.
- Mando y señalización de las posiciones del regulador del transformador 220/30kV.
- Medida local y remota de la posición de línea en 220 kV, transformador 220/33 kV y líneas 33 kV.
- Señalización local y registro cronológico de alarmas de las posiciones de línea en 220 kV, transformadores y MT.

Tendrá comunicación con el sistema de telecontrol para enviar información y recibir órdenes de mando y disparo.

La configuración del sistema será la siguiente:

- Un equipo central (UCS) constituido fundamentalmente por unidades de procesos, módulos de memoria, módulos de comunicaciones y fuentes de alimentación. La pantalla será gráfica en color y en ella se representará el unifilar de la subestación, las medidas y el estado de los elementos y equipos.
- Equipos locales (UCP's) asociados a cada posición (líneas y transformador) e instalados en el armario de la unidad central existirán equipos locales constituidos fundamentalmente por módulos de entrada y salida, unidades de proceso, módulos de memoria, fuentes de alimentación y módulos de comunicación.
- Un equipo de transmisión remota vía GSM y mediante fibra óptica a través de la línea aérea de evacuación con cable OPGW.
- Un equipo TPU-1 para el telemando de cada posición de interruptor del transformador.
- Un equipo GPS para sincronización horaria.
- Un concentrador óptico.

38.4.1.1.1. Sistema de Protección

La subestación elevadora del presente proyecto, dispondrá de un sistema de protecciones que despeje las faltas selectivamente. Se dice que un esquema de protección es selectivo si ante cualquier falta reacciona disparando el mínimo número de interruptores necesarios para despejar dicha falta. Si el sistema de protección no está bien diseñado, ocurren los denominados falta de selectividad, cuando algún interruptor dispara innecesariamente y fuera de su zona de protección.

Adicionalmente a la selectividad del esquema de protección, este sistema está diseñado combinando protecciones de alcance abierto con las protecciones de alcance cerrado. Las protecciones de alcance cerrado ven faltas localizadas exclusivamente en la zona protegida delimitadas por los transformadores monofásicos de medida de intensidad, mientras que las de alcance abierto ven faltas localizadas en zonas adyacentes y más allá de la subestación siguiente. La función de protección diferencial es un ejemplo de protección de alcance cerrado y la función de protección de sobreintensidad es de alcance abierto.

Las protecciones no pueden prevenir faltas en el sistema, pero al despejar las faltas selectivamente en milisegundos, consiguen limitar el daño causado por la falta en las instalaciones eléctricas, protegen a las personas y garantizan el suministro.

El sistema de protección incluye todos los componentes necesarios para despejar las faltas que puedan afectar al sistema eléctrico de potencia. Los componentes del sistema de protección son:

- Transformadores monofásicos de medida de intensidad y tensión. Su principal función es garantizar la correcta operación de las protecciones y la precisión requerida en las medidas realizadas por los equipos de control y los contadores de energía.
- Cableado secundario. Incluye todas las conexiones eléctricas que requieren los componentes del sistema de protección.
- Equipos de protección.
- Interruptores. Elemento de maniobra que permite establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto con valores de servicio como de cortocircuito.
- Baterías. Proporcionan alimentación auxiliar en corriente continua que requiere el sistema de protección y control.

A continuación, se detalla el sistema de protecciones implementado en la subestación elevadora del proyecto. Dicho sistema puede ser visualizado en el plano de esquema unifilar de control y protección que acompaña a esta memoria descriptiva.

38.4.1.1.2. Protecciones del Sistema de 220 kV

El sistema de Alta Tensión en 220 kV de la subestación estará dotado de esquemas de protección principal o primario y esquemas de protección de respaldo o secundario que actúen sobre los equipos de la posición de línea y sobre el transformador de potencia. Las protecciones primarias se encargarán de despejar la falta en primera instancia y deben aislar la falta actuando exclusivamente sobre los interruptores que delimitan la zona de protección afectada. Las protecciones secundarias son las encargadas de despejar la falta en segunda instancia y deben actuar en caso de que hayan fallado las primarias. Para ello, estas protecciones secundarias operan con un retardo de tiempo respecto a las primarias para que tengan tiempo suficiente para despejar la falta en primera instancia.

Tanto el esquema de protección principal como el de protección secundaria, se basan en el relé diferencial junto a funciones complementarias, las cuales, han sido seleccionadas de acuerdo al alcance de la subestación. En caso de falta en el sistema eléctrico, los equipos de protección darán las órdenes de cierre y apertura/disparo de forma remota y/o automática sobre las bobinas del interruptor. Dichas bobinas, al ser excitadas, liberan un sistema de acumulación de energía (elástica por resortes, neumática por aire comprimido o hidráulica por gas y aceite) que es el que realiza la maniobra. El número de bobinas de accionamiento de cada interruptor son tres, una para el cierre y dos para la apertura/disparo. A continuación, se adjunta el sistema de protección implementado con sus correspondientes funciones (relés), especificando codificación ANSI:

DENOMINACIÓN FUNCIONAL	FUNCIONES (RELÉS)
Protección Principal de Transformador (PP-TR)	87T,87TN,50/51,50/51N,50/51G,25/25AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Secundaria de Transformador(PS-TR)	87T,87TN,50/51,50/51N,50/51G,25/25AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Principal de Línea (PP-L)	87L,21/21N,67/67N,25/2AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Secundara de Línea (PP-L)	87L,21/21N,67/67N,25/2AR,27,59,79,81M/m,OSC,LOC
Protección Principal de Interruptor (PI-L)	50BF,2,3,UCP,OSC,LOC
Protección Diferencial de Barras (PdB)	87B,86B,OSC

Tabla 23. Sistema de Protección Implementado en 220 kV

Respecto a la anterior tabla, se procede a definir el funcionamiento principal de los relés:

- Protección diferencial de Transformador, con puerto de comunicaciones óptico de propósito general (87T). La protección diferencial de transformador es una protección de alcance cerrado que genera un disparo instantáneo para todos los interruptores asociados al transformador en caso de faltas eléctricas internas, cortocircuitos y faltas a tierra en devanado y terminales. Su principio de funcionamiento se basa en la primera Ley de Kirchhoff, comparando las intensidades, de entrada y salida entre las fases del sistema, entre ambos extremos del elemento protegido.

- Protección diferencial de Transformador sobre el conductor neutro del sistema eléctrico (87TN).

- Protección diferencial de Línea (87L). Este relé se aplica tanto a líneas aéreas como a cables subterráneos de gran longitud y requiere la instalación de una red de comunicación mediante fibra óptica monomodo para intercomunicarse con la subestación colindante y poder así, permitir el intercambio de las medidas de intensidades entre los dos extremos de la línea. Cada equipo aplica el principio de protección diferencial (1ª ley de Kirchhoff) con sus propias intensidades y las recibidas del otro extremo.

- Protección Diferencial de Barras (87B). Tanto la protección diferencial de transformador 87T/87TN como la diferencial de línea 87L, no protegerían a la barra colectora en tiempo rápido y una falta en barras puede causar daños graves a las personas e instalaciones, compromete la estabilidad del sistema eléctrico en su conjunto y requiere tiempos de disparos muy rápidos entre 100 y 200 ms incluyendo el tiempo de actuación del interruptor. Por ello, es necesario instalar este relé en el sistema, actuando sobre los interruptores y seccionadores de cada posición instalada en la subestación.

- Protección de fallo del interruptor (50BF, también denotado por el relé 50S-62). Su principio de funcionamiento es el de comprobar si continúa el paso de corriente después de un intervalo de tiempo tras el arranque de la protección principal. Esto se debe a que existe el riesgo de que no se produzca la apertura del circuito por falta en el interruptor al realizar dicha maniobra.

- Protección de sobreintensidad para faltas entre fases, tierra y neutro instantáneos y de tiempo inverso (50/51,50G/51G, 50N/51N). Por un lado, el relé 50 de sobreintensidad de actuación instantánea, operará siempre en el mismo tiempo para todo valor de intensidad ajustado en el propio relé, mientras que, el relé 51 de sobreintensidad a tiempo inverso, operará en un tiempo en función del valor de la corriente: cuanto mayor sea el valor, menor será el tiempo de actuación.

- Protección de sobreintensidad direccional para fases y neutro del sistema (67/67N). Estos relés están formados por un elemento direccional que controla el sentido de circulación de la potencia y un elemento de sobreintensidad que

controla la magnitud de la corriente. Esta protección, a diferencia de la anteriormente comentada, permite la actuación cuando la corriente de la falta circula en un sentido determinado, evitando el despeje de líneas “sanas”. Esta direccionalidad se consigue mediante la medición de tensiones.

- Protección de distancia o impedancia (21/21N). Este relé controla la impedancia de la línea que depende de sus características físicas (tipo de conductor) y constructivas. El relé realiza el cálculo de la impedancia a partir de las medidas de tensión e intensidad para cada fase (21) y para el neutro (21N). En el caso que ocurra una falta, la intensidad aumentará y la tensión disminuirá, haciendo que el valor de la impedancia medida sea inferior al nominal de la línea. Para una línea en concreto, este valor de impedancia nominal se corresponde con un valor de distancia a la falta, por ello a este relé también se le conoce como protección de distancia.

- Protección de sincronismo y comprobación de sincronismo (25,25AR). Los equipos eléctricos pueden conectarse entre sí siempre que estén en sincronismo, es decir que tengan el mismo módulo de tensión, misma frecuencia y misma secuencia de fases. El cierre del interruptor cuando los equipos no están en sincronismo, provoca un cortocircuito. El relé 25 recibe el valor del nivel de tensión aguas arriba y aguas abajo del interruptor y permite la orden de cierre del dispositivo, es decir, si al recibir la orden de cierre del interruptor hay condiciones de sincronismo, el relé permite la orden de cierre, en caso contrario, el relé bloqueará la orden. Adicionalmente, el relé 25AR informa de las razones por las que no hay sincronismo (diferencia excesiva de módulo sobre/sub frecuencia…).

- Protección de máxima y mínima tensión (sobretensiones y subtensiones), relés 59/27. Corrigen la desviación del nivel de tensión ante sobretensiones y deben operar en un tiempo prudencial para que no se sobrepase un determinado valor que pueda dañar los equipos de la subestación.

- Reenganche (79). Su función es la de emitir orden de cierre al interruptor después de actuar las protecciones que deban iniciar la secuencia de reenganche. Tras un tiempo de espera, la protección ordena el cierre de la línea.

- Protección de frecuencia (81M/m). Esta protección trata de mantener la frecuencia de la red constante en 50 Hz con unas variaciones mínimas ya que las frecuencias fuera de rango supondrían un problema de inestabilidad del sistema, originándose un desequilibrio entre la generación real y la demanda de carga, entre otros. La frecuencia alta / baja de una red indica que la generación es alta/baja en comparación con la demanda de la carga conectada a la red de potencia. Por ello, el relé 81M/m detecta estas situaciones y proporciona una señal de salida adecuada para actuar sobre el sistema.

- Supervisión de bobinas (3). Se encargan de supervisar y vigilar la continuidad eléctrica de los circuitos de disparo del interruptor para cada polo, realizando la supervisión en las dos posiciones del interruptor: abierto y cerrado.

- Discordancia de Polos (2). Esta protección vigila que los tres polos del interruptor estén en la misma posición, bien los 3 abiertos bien los 3 cerrados. Su actuación no corta corrientes de cortocircuito ya que no tiene por qué haber ocurrido ninguna falta eléctrica en el sistema.

- Localizador de Faltas (LOC).

- Osciloperturbógrafo (OSC).

Además de los sistemas principales, de respaldo y de protección del interruptor, cabe destacar los siguientes relés incluidos en la bahía de línea:

- Relé de disparo con bloqueo (86). Los relés de bloqueo al cierre de cada posición, aunque se les conoce como relés 86 de barras, no actúan cuando hay un problema en barras sino cuando ha actuado la protección de fallo del interruptor 50S-62. Cuando este relé actúa, se envía una señal a la PDB (87B) y ésta energiza el relé 86B, abriendo el contacto del circuito de cierre del interruptor y, por tanto, bloqueando el cierre.

- Teledisparo. Es el envío de un disparo al interruptor del otro extremo de la línea. Cuando se recibe esta señal se energiza una bobina 94TD. Para ello, tanto la protección primaria como la secundaria, debe tener cerrado sus contactos que hacen referencia a recepción de teledisparo. Esta bobina cierra el contacto del circuito de disparo por bobinas del interruptor. También cierra otros contactos que manda la señal a las protecciones primaria y secundaria, para que sepan que se ha recibido la señal de teledisparo, y una señal al centro del control. De la misma forma, las protecciones primaria y secundaria o la protección 50S-62 pueden mandar la señal de teledisparo al otro extremo de la línea.

38.4.1.1.3. Protecciones Internas del Transformador de Potencia

Complementando al sistema de protección implementado principal y secundario del transformador y protección principal del interruptor, se debe resaltar las protecciones internas propias del transformador de potencia.

A continuación, se procede a describir dichas protecciones:

- Relé Buchholz (63/63B). Se encarga de detectar los gases originados dentro de los transformadores como consecuencia de cualquier anomalía magnética o eléctrica de un transformador, que da origen a calentamientos locales que descomponen el aceite o dan lugar a combustiones de los aislantes. También detectan un descenso anormal del nivel de aceite. Se localiza en el depósito de expansión y en la tubería más alta de la cuba del transformador.

- Protección Jansen (63BJ). Es un relé Buchholz que vigila el aceite del cambiador de tomas en carga del transformador. Su función es detectar anomalías en el regulador de carga, dejando bloquead la actuación del mismo, originando el desenganche de la máquina y el bloqueo de sus interruptores.

- Válvula liberadora de presión (63L). Actúa cuando la presión del aceite en el interior de la cuba es muy elevada. Supone un fallo catastrófico en el interior de la máquina, por lo que su actuación es instantánea.

- Protección de temperatura (26). Las pérdidas de energía del transformador (pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault y pérdidas en el Cu por efecto Joule) provocan un calentamiento tanto en el núcleo como en los devanados. Si el transformador está sometido a fuertes sobrecargas durante un tiempo prolongado resultando insuficientes los sistemas de refrigeración propios del transformador, se producirá un calentamiento excesivo. Por ello, se colocan termostatos que controlan la temperatura con dos temperaturas de tarado, una de alarma (100ºC) y otra de disparo (110 ºC).

- Protección de imagen térmica (49). Permite obtener una reproducción de la temperatura en el interior del transformador y así detecta posibles sobrecalentamientos en el cobre. Esta protección está formada por una sonda termométrica situada en el interior de un cilindro aislante que enrolla una resistencia de caldeo, recorrida por la intensidad de carga del transformador. La sonda mide la temperatura que es suma de la temperatura del aceite más el aporte calórico de la resistencia de caldeo.

- Indicador magnético de nivel de aceite del depósito de expansión 63NT.

Los relés de protección, tanto para el lado de 220 kV como de 33 kV, serán de tipo numérico y permitirán el registro de fallas, osciloperturbografías, registro de eventos y alarmas de operación. La información necesaria se integrará a los sistemas de control y comunicaciones existentes de la subestación, permitiendo el funcionamiento coordinado de las instalaciones y del sistema en general.

Las protecciones utilizarán bloques de pruebas para aislar las señales de corriente, tensiones y disparos durante la puesta en marcha y en mantenimientos periódicos.

Los equipos de protección y control estarán sincronizados por un reloj maestro GPS (existente) mediante IRIG-B.

La transmisión de datos entre equipos se realizará preferiblemente por fibra óptica o por cable Ethernet categoría 5. El protocolo de comunicación entre los relés y sistemas de control seguirá el estándar IEC 61850.

Los equipos de protección y control estarán instalados en un armario metálico autoportante para instalación interior, con acceso frontal y compuestos por:

- Placa de montaje en el fondo y laterales para la colocación de canaletas, borneros, pequeño material de protección y relés auxiliares.
- Bastidor pivotante para la colocación de relés de protección, equipos de control y bloques de pruebas.
- Puerta transparente.

La alimentación de los equipos se realizará en CC desde los cuadros correspondientes de forma que se asegure en lo posible la redundancia (protecciones principales y de respaldo desde interruptores distintos).

El sistema dispondrá de pantalla en su frontal para la supervisión de la bahía (posición de la aparamenta, medidas y alarmas). Se dispondrá de entradas y salidas digitales para la gestión de las alarmas y disparos del transformador de potencia.

El relé de protección del nivel de 33 kV se situará en el mismo armario de protección y control y tomará la medida de tensión e intensidad desde los transformadores correspondientes de su nivel de tensión y actuará sobre el propio interruptor automático.

Los relés se conectarán a un switch de comunicaciones para la integración de la información en el sistema de control y para la transmisión de datos para la supervisión desde la central de generación fotovoltaica.

38.5. Servicios Auxiliares

Los Servicios Auxiliares de la subestación serán los sistemas encargados de proporcionar alimentación eléctrica en B.T. tanto en corriente alterna como en continua, a los distintos servicios que puedan necesitarlos, como protecciones y control, comunicaciones, fuerza y alumbrado, etc.

Servicios auxiliares de C.A.

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna para la subestación será la alimentación de las siguientes cargas:

- Cargadores de las baterías de corriente continua.
- Alumbrado y fuerza de la subestación.
- Regulador en carga y ventiladores, en su caso, de los transformadores de potencia.

La alimentación a los servicios auxiliares de corriente alterna se realizará mediante un transformador trifásico cuya alimentación vendrá dada desde la distribuidora zonal. Para ello, se deberá gestionar un enganche en MT, objeto de otro proyecto. Las principales características del transformador instalado se adjuntan en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Instalación	Exterior
Tipo	Trifásico, de tipo seco
Tensión primaria/secundaria	33.000/400 V
Grupo de conexión	Dyn11
Potencia nominal	150 kVA
Frecuencia	50 Hz
Sistema de refrigeración	AN
Aislamiento	Resina epoxi

Tabla 24. Características transformador SS.AA.

Como apoyo al sistema de alimentación de corriente alterna se instalará además en su caso un grupo electrógeno de las siguientes características:

Características Grupo Electrógeno		
Potencia nominal	kVA	150
Potencia activa	kW	127,5
Régimen de funcionamiento	r.p.m.	1500
Tensión estándar	V	400
Tensiones disponibles	V	400/230-230/132-230
Potencia Motor Principal	kW	130
Generador Síncrono –Conexión		4 polos/ estrella-serie

Tabla 25. Características Grupo Electrógeno Subestación

Servicios auxiliares de C.C.

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente continua de la subestación será la alimentación de las siguientes cargas:

- Circuitos de control.
- Protecciones.
- Mandos.
- Señalización.

Dichos sistemas se alimentarán a través de C.C. de 125 V y 48 V. Para conseguir dicha tensión, se instalarán dos módulos de rectificadores y baterías de 150 Ah. 125 V. c.c. que tendrán las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS GENERALES	VALOR
Tensión nominal	125 V + 10% - 15%
Consumo de permanencia	10 A

Tabla 26. Características generales SS.AA. C.C.

CARACTERÍSTICAS BATERÍA	VALOR
Tipo	Estacionaria Ni-Cd
Nº de elementos	92
Tensión de flotación	1,495 V
Capacidad nominal	100 A en 5 horas
Intensidad máxima de descarga	700 A
Tensión final de descarga	106,25 V

Tabla 27. Características baterías SS.AA.

CARACTERÍSTICAS CARGADOR	VALOR
Tensión de carga en flotación	128,8 V
Tensión de carga rápida	137,5 V
Intensidad nominal salida	30 A
Alimentación	Trifásica 400 V+10%-10%

Tabla 28. Características cargador batería

Cada rectificador irá provisto de como mínimo alarmas de ausencia de tensión en la red, anomalía en el rectificador y fusión de uno de los fusibles de salida.

Para otros sistemas será necesario alimentación a 48 V DC, por lo que se instalarán dos convertidores redundantes de las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Intensidad nominal	15 A
Potencia de pico	153% Pot. nominal
Tensión de entrada	125 V ± 20% DC
Tensión de salida	48 V DC estabilizada
Forma de onda	Cuadrada
Marcha-Paro	Manual

Tabla 29. Características convertidores SS.AA.

38.6. Sistema de Medida de Energía Para Facturación

El sistema de medida, propuesto a instalar, tiene por objeto garantizar la correcta gestión técnica y obtención de datos de medida en la subestación. Para el correcto diseño del sistema de medida, existen dos normativas que nos rigen los respectivos puntos de medida en una subestación. Estas dos normativas son:

Real Decreto 1110/2007, del 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Respecto a la ilustración anteriormente representada, cabe resaltar que en el alcance del proyecto se instalará un punto o sistema de medida principal, en el lado de AT del transformador que, servirá de medida principal tanto de la posición de Línea-Transformador 220 kV de la subestación como de los parques solares fotovoltaicos, junto a sistemas de medidas comprobante en el sistema de 33 kV.

De acuerdo al Reglamento RD 1110/2007, los puntos de medidas en la subestación son puntos de medida tipo 1 ya que se trata de puntos fronteras de generación cuya potencia aparente nominal es superior a 12 MVA. Con este requerimiento, podemos establecer el índice de clase de los transformadores monofásicos de medidas que alimentan a dicho sistema de medida. Para ello, nos basaremos en el artículo 9 del Reglamento RD 1110/2007, específicamente el punto 10: La clase de precisión de los transformadores de medida y los contadores de energía activa y reactiva que deberán cumplir los equipos de medida se resume en el siguiente cuadro:

Tipo de Punto	Clase de precisión			
	TTs	TIs	Contadores activa	Contadores reactiva
1	0,2	0,2s	≤0,2 S	≤0,5
2	≤0,5	≤0,5S	≤C	≤1
3	≤1	≤1	≤B	≤2
4	≤1	≤1	≤B	≤2
5			≤A	≤3

Tabla 30. Índice de clase de precisión de acuerdo al tipo de punto de medida.

De la anterior tabla, obtenemos que el índice de clase de precisión de los transformadores monofásicos de medida de tensión e intensidad, tanto para el sistema de 220 kV como para el sistema de 33 kV, son de 0,2 y 0,2s respectivamente. Además, se debe resaltar que los transformadores monofásicos de medida de tensión, destinados a la alimentación del sistema de medida, debe ser inductivo.

Respecto a los puntos de medida principal, comprobante o redundante, definidos en los puntos frontera (Subestaciones Promotores 220 kV o Subestaciones Promotores 400 kV) hemos de ceñirnos a la Instrucción Técnica TEC/1281/2019. En dicha Instrucción, se exige al menos medida principal y de forma opcional la comprobante y no se exige la redundante. En la subestación, se ha propuesto un sistema de medida principal de la bahía de línea transformador de potencia y del parque fotovoltaico y un sistema de medida comprobante en el sistema de 33 kV.

Las medidas principales y comprobantes deben ser equipos de idénticas características e independientes ante cualquier fallo en los equipos. Es decir, un mal funcionamiento por fallo eléctrico del sistema principal no debe afectar al funcionamiento del sistema comprobante y viceversa. En caso de que se opte a instalar medida comprobante, hay que tener en cuenta que para puntos fronteras con una potencia nominal igual o inferior a 80 MVA, el equipo redundante puede compartir devanado secundario del transformador monofásico de medida de corriente de cualquier transformador de medida del equipo principal, siempre que lo permita la carga nominal del transformador.

Los armarios de contadores se instalarán en el interior del edificio de control y tomará las medidas de tensión del secundario de los transformadores monofásicos de medida. Además, se instalará armarios de medida en el sistema de MT que contabilice la inyección de energía en el parque y compruebe que las pérdidas sean lo mínimo posible.

Todos los puntos de medida fiscal estarán compuestos por un contador electrónico de potencia activa y reactiva. La medida se realizará en los cuatro cuadrantes.

Las cajas de bornas de los aparatos de medida serán precintables y los hilos de conexión discurrirán bajo tubo de acero en todo su recorrido.

Los instrumentos de medida deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión: Contadores de activa (0,2s) y de reactiva (0,5).
- Registradores de medida.
- 1 Modem de telecomunicaciones vía GSM o fibra óptica.
- Maxímetro configurable para cada una de las tarifas:
- Montaje saliente.
- Cajas de bornas de ensayo precintables.
- 2 Convertidores.

Todos los elementos del punto de medida cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida del Sistema Eléctrica Peninsular, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

38.7. Sistema de Puesta A Tierra

El sistema de puesta a tierra de la subestación estará formado por:

- Electrodo de puesta a tierra que será una malla enterrada de cable de cobre. Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento.

- Líneas de tierra que serán conductores de cobre desnudo, que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

- Para la protección de la subestación frente a descargas atmosféricas, frente de onda escarpado tipo rayo, se instalará una red de protección aérea basada en pararrayos de tipo Franklin, colocados sobre el pórtico de amarre y estructuras de red aérea.

Malla de puesta a tierra

La malla de tierra que se llevará a cabo para la conexión de los quipos y estructuras de la subestación transformadora cubrirá la superficie de la misma.

Dicha malla cumplirá los siguientes requisitos:

- Protección del personal y equipos.

- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.

- Establecer un paso a tierra para las corrientes originadas por descargas atmosféricas, descargas estáticas o defectos eléctricos.

- Facilidad de despeje de falta a tierra de los elementos de protección.

La malla de tierra se diseña a 0,80 m de profundidad, con una retícula 5x5 m, extendiéndose 1 metro al exterior de la SET, y con conductor de cobre desnudo de 150 mm^2. Este diseño se revalidará en fases posteriores del proyecto, ingeniería de detalle, conociendo el valor exacto de la resistividad del terreno.

Para el cálculo de los potenciales de paso y contacto se aplicarán los conceptos y formulación de la ITC-RAT 13 del reglamento de alta tensión RD 337/2014.

Puesta a tierra de protección

Todas las partes metálicas de la instalación que no se encuentren normalmente en tensión pero que en caso de defecto puedan estarlo (averías, descargas atmosféricas, accidentes o sobretensiones) se encontrarán conectadas a las tierras de protección. Algunas de estas partes:

- Vallado.
- Envolventes de armarios metálicos.
- Puertas metálicas.
- Chasis y bastidores de dispositivos de maniobra.
- Columnas, soportes y pórticos.
- Estructura y armadura edificio.
- Blindaje de cables.
- Carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Tuberías y conductos metálicos.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de la subestación.
- Se dispondrá así mismo de puestas a tierra específicas para los siguientes aparatos:
- El neutro del transformador de potencia.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores y pararrayos para la eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Puesta a tierra de servicio

Los elementos de la instalación se encontrarán conectados a las tierras de servicio.

Interconexión Red de Tierra Interior

La red de tierra interior se trata de una instalación de tierra general por lo que la puesta a tierra de protección y la de servicio estarán conectadas entre sí.

Red de Tierra Superior

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de puntas Franklin de 2,5 metros de longitud sobre columnas y pórtico de la subestación para protección contra las descargas atmosféricas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de conductores de cobre de 150 m² de sección, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

El diseño deberá ser validado por los correspondientes cálculos de cortocircuito y de tierras (tensiones de paso y contacto) y a la finalización de la construcción por los ensayos indicados en las normas.

El diseño de la malla será evaluado mediante las pruebas correspondientes.

38.8. Instalaciones Complementarias

38.8.1.1. Sistema de alumbrado

El sistema de alumbrado de la subestación estará formado por:

- Alumbrado exterior: Estará constituido por columnas de 3 metros con dos proyectores de 205 W para iluminación intensiva de mantenimiento. Esta iluminación estará normalmente apagada, y solo entrará en funcionamiento para tareas de emergencia por mantenimiento. También existirá iluminación perimetral permanente de seguridad que consistirá en proyectores con lámparas LED 105 W.

- Alumbrado interior: Estará constituido por pantallas LED 40 W en sala de control y pantallas estancas 2x36 W en las salas de celdas y de protecciones y SSSAA

- Alumbrado de emergencia: Estará constituido por luminarias autónomas con alimentación independiente del resto.

38.8.1.2. Sistema de Protección Contra Incendios

El alcance de los sistemas de protección contra incendios de la subestación será el siguiente:

Medidas activas

- Sistema automático de detección de incendios: Consistirá en un sistema de detección mediante detectores de humo, del tipo iónico, en la sala eléctrica y del tipo termovelocimétrico en las salas que contienen las cabinas de MT y en los transformadores de alimentación a los servicios auxiliares, se opta por un sistema de doble cámara de ionización. Todos estos sistemas de detección de incendios poseen pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.

- Sistema de alarma óptico/acústico basado en lámparas de flash y señalizadores.

- Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección, equipados por baterías con sus correspondientes cargadores.

- Extintores móviles. Se instalarán en el interior del edificio extintores móviles de CO2 de 3,5 Kg. en sala de control y de 5 Kg. en la sala de MT. Ubicado en las cercanías del transformador de potencia se instalará un extintor móvil de 25 Kg. de polvo polivalente.

Medidas pasivas

Se realizará una compartimentación en todas las salas con una RF-120. Se cumplirá lo dispuesto en el Reglamento de Protección contra Incendios en Establecimientos Industriales, así como el Código Técnico de la Edificación, en caso de que aplique.

38.8.1.3. Sistema de Climatización y A.C.S.

La sala de control, protecciones y telecontrol, se dotará de aire acondicionado proporcionado por una máquina partida refrigerada por aire y sólo frío “free-cooling” con tecnología inverter. Igualmente, y en general donde pudiera haber personal de mantenimiento trabajando, se instalará en el equipo de aire acondicionado una bomba de calor para calefacción. Se utilizará un aerotermo eléctrico para proporcionar agua caliente sanitaria en la subestación en caso de ser necesario.

38.8.1.4. Sistema de Acceso

El sistema de acceso se realizará a través de un control numérico junto con un control de tarjetas magnéticas.

El sistema de control de acceso a la instalación constará de los siguientes elementos:

- Acceso de vehículos y peatones por una puerta doble de 6 metros de ancho a lo largo del perímetro de la subestación.

- SAI.

- Sistema de emisión de tarjetas de identificación.

- Sistema de control de accesos y presencia con torniquete doble bidireccional.

38.8.1.5. SCADA y Comunicaciones

El edificio de control en la subestación albergará todo el sistema de comunicaciones desde el que se monitorizan los datos, tales como la producción eléctrica, estado de cada elemento de corte (interruptores, seccionadores, etc.) valores recogidos por los distintos dispositivos de medida de tensiones y corrientes, estado de los autotransformadores (toma del regulador), etc., a través del hardware y el software específico para la monitorización SCADA de las subestaciones. Además, la subestación estará comunicada con los centros de control por una red de fibra óptica. Su diseño permite la operación de los distintos componentes de modo automático a través del sistema SCADA, o manualmente, en caso de avería de éste. Este sistema ejercerá la acción de control y supervisión.

38.9. Estructuras metálicas

Para soportes de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles de la serie de fabricación normalizada en este país, con acero A-42b (s/UNE 36008 rev. 3), exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma UNE 37501, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm^2 de superficie galvanizada.

El pórtico de salida de la subestación, formado por torres y viga, sirve de fijación de los conductores de amarre y se dimensiona considerando la acción conjunta de las siguientes cargas:

- Peso propio.
- Carga de nieve en zona A según RLAT y CTE.
- Acción de un viento de 140 km/h de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.
- Tiro de los conductores: 500 kg/fase. (“Vano flojo”). La distancia entre el pórtico de la subestación y el apoyo fin de línea es de 30 metros aproximadamente.
- Sismo según CTE.

Los soportes de aparatos se diseñarán para admitir:

- Peso propio.
- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos.
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparellaje de maniobra.
- Acción de un viento de 140 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.
- Carga según zona RLAT y CTE.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 kg/cm².

38.10. Obra Civil

Se deberán ejecutar todas las obras necesarias para la implantación de los equipos descritos en la sección anterior.

38.10.1.1. Terreno

La subestación transformadora se construirá sobre un terreno llano y compacto. El área propuesta de la subestación requerida se determinó en 5.544,00 m^2.

Para obtener un comportamiento geotécnico estable en la construcción de las diferentes estructuras de las mismas y conservar la resistencia del suelo, se creará una plataforma de suelo compactada al 95% con humedad óptima que permitirá mejorar el comportamiento de colapso del terreno existente.

La altura de la plataforma permitirá el diseño de un drenaje que retire el agua de las precipitaciones pluviales fuera del área de influencia de la cimentación.

El acabado superficial de intemperie será mediante capa de 15 cm de grava para conseguir un adecuado drenaje y mayor seguridad eléctrica ante las tensiones de paso y contacto de la instalación. Dada la reducida área se establecerán las pendientes adecuadas para adecuar el sistema de drenaje. Durante la obra se definirán las pendientes y requerimientos de drenaje.

38.10.1.2. Viales

- Vial interior para carga y descarga de equipos de 6 metros de anchura y formado por 10 cm de mezcla bituminosa tipo B-2 encima de 15 cm de hormigón HM-250.

- Vial interior para mantenimiento e inspección de 4 metros de anchura y formado por 10 cm de mezcla bituminosa tipo B-2 encima de 15 cm de hormigón HM-250.

38.10.1.3. Fundaciones

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón armado (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas.

Los criterios de diseño que se usarán para el cálculo de las diferentes cimentaciones serán:

- Las fundaciones de los transformadores se han diseñado como vigas elásticas apoyadas en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

- Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con las características del terreno. El método de cálculo empleado es el de Sulzberguer que confía la estabilidad de la cimentación a las acciones horizontales y verticales del terreno.

- Los valores de los coeficientes empleados en este método son los indicados en la ITC-LAT-07 para las cimentaciones de apoyos.

- No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.

- El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

38.10.1.4. Saneamientos y drenajes

El drenaje se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado. En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables.

Los colectores colocados en las zanjas de gravas evacuaran las aguas hacia una arqueta general de desagües que se conectará con la red de saneamiento de la zona o punto más próximo de evacuación.

El desagüe general exterior estará protegido contra la entrada de animales por medio de una malla metálica. La conexión de los bajantes del edificio se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada. Se incorporará una cuneta y un paso canadiense entre el borde del camino de acceso a la subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona.

38.10.1.5. Cimentación del transformador y cubetos de recogida de aceites

Para la cimentación y movimiento del transformador se realizará una bancada de raíles para facilitar su desplazamiento. Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador. La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de aceite de cada transformador, mayorada en la previsión de entrada de agua. Se estima un volumen de 60 m^3 para cada transformador, a falta de confirmación por parte de fabricantes.

La bancada del transformador se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción de 1,25 veces el peso del transformador más el preso propio.

38.10.1.6. Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales

Para el abastecimiento de agua corriente se utilizará un depósito prefabricado de 1.000 litros de capacidad. El agua será suministrada por una empresa autorizada.

Las aguas fecales pasarán desde el aseo a fosas sépticas prefabricadas que llevará incorporado su correspondiente filtro biológico. El vaciado de la fose será realizar por un gestor autorizado.

38.10.1.7. Vallado

El vallado consistirá en un cerramiento perimetral formado por una valla metálica de 2,50 metros de altura coronada por alambre invertido, con una puerta de acceso peatonal y para vehículos de 6 metros.

Para el acceso de vehículos y personal se utilizarán los accesos actuales que enlazan con la carretera de acceso al sitio.

A lo largo de todo el vallado perimetral se dispondrá de señales de peligro por alta tensión para advertir a las personas ajenas al servicio.

38.10.1.8. Malla de Tierra

Toda la instalación eléctrica deberá disponer de instalación de tierra diseñada de forma que en cualquier punto accesible no se sobrepasen las tensiones de paso y contacto durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella.

Tal y como indicado, se instalará una red de tierra de conductor desnudo de cobre de 150 mm2, formando una malla con una retícula de conductores de 5 metros. Esta malla está situada a una profundidad de 80 cm medida respecto de la capa superficial de grava. Todas las uniones de la red mallada estarán unidas por una soldadura aluminotérmica, lo que permitirá así dar una configuración homogénea a la malla.

Con el fin de aumentar la resistividad de la capa superficial de terreno y mejorar las condiciones de seguridad respecto de las tensiones de paso y contacto, se dispondrá en toda la superficie interior del patio de alta tensión de una capa de 15 cm de grava.

38.10.1.9. Canalizaciones Subterráneas

Los conductores de energía eléctrica en el interior del recinto de la instalación se dispondrán en conducciones o canalizaciones de baja tensión y de control que conectarán con el centro de control. En los cruces con viales se utilizarán cables pasatubos reforzados.

En los recorridos por el patio de alta tensión, los conductores de baja tensión (en AC y DC) podrán compartir las canalizaciones.

La fibra óptica, si es el caso, podrá discurrir por las mismas canalizaciones, pero se deberá proteger mediante su instalación en tubo independiente en todo su recorrido.

Los tipos de canalizaciones empleados en la subestación serán los siguientes:

- Canalizaciones de los conductores de baja tensión para líneas de alumbrado y fuerza en AC.
- Canalizaciones de los conductores de baja tensión para mando, medida y protección.
- Canalización del conductor de tierra.

38.10.1.10. Edificio de Control

Será el edificio destinado a albergar la sala eléctrica, albergará celdas/cabinas de MT, sala de CCTV y SCADA y sala de armarios, la cual incluye bastidores integrados de control y protección, armarios de medida y SS.AA. y telecomunicaciones.

La subestación eléctrica SET Burguillos 33/220 kV, objeto del presente proyecto, dispondrá de un único edificio en el que se instalarán las siguientes salas:

- Sala de Armarios de Guillena. En dicha sala, se instalarán los bastidores integrados de control y protección, contadores de medidas, baterías, sistema de alimentación ininterrumpible (SAI), unidades de control y armario de telecomunicaciones. Esta sala recoge la parte de control, protección, medidas, servicios auxiliares y telecomunicaciones correspondiente a la calle de Guillena que recoge la potencia generada por los parques FV Guillena 1 y FV Guillena 2.
- Sala de Cabinas MT de Guillena. En esta sala, se instalarán todas las cabinas necesarias para el correcto funcionamiento de la posición de Guillena en la subestación. Específicamente, se instalará las siguientes cabinas o celdas de Media Tensión:
    - (3) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Guillena 1.
    - (4) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Guillena 2.
    - (2) Cabinas de servicios auxiliares que alimentará un único transformador de servicio auxiliar.
    - (2) Cabinas de medidas.
    - (2) Cabinas de Protección.

- Sala de CCTV y SCADA. Por un lado, la subestación estará correctamente equipada con un sistema de seguridad perimetral para evitar cualquier intrusión no deseada con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y alta definición de todo el perímetro de la subestación, incorporando sistema de grabación de vídeo incorporado. Por otro lado, en dicha sala, se dispondrá de software SCADA/HMI local para la supervisión y control de subestaciones en tiempo real.

- Sala de Cabinas MT de Gerena. En esta sala, se instalarán todas las cabinas necesarias para el correcto funcionamiento de la posición de Gerena en la subestación. Específicamente, se instalará las siguientes cabinas o celdas de Media Tensión:

    - (3) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Gerena 1.

    - (3) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Gerena 2.

    - (2) Cabinas de protección de línea que recolectan la llegada del parque FV Gerena 3.

    - (3) Cabinas de servicios auxiliares que alimentará un único transformador de servicio auxiliar.

    - (3) Cabinas de medidas.

    - (3) Cabinas de Protección.

- Sala de Armarios de Gerena. En dicha sala, se instalarán los bastidores integrados de control y protección, contadores de medidas, baterías, sistema de alimentación ininterrumpible (SAI), unidades de control y armario de telecomunicaciones. Esta sala recoge la parte de control, protección, medidas, servicios auxiliares y telecomunicaciones correspondiente a la calle de Guillena que recoge la potencia generada por los parques FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3.

- Instalaciones de Faenas que incluirá pasillo de acceso a aseos masculino y femenino junto a una cocina correctamente equipada.

- Almacén. La subestación contará con un almacén, junto al edificio eléctrico, donde se dispondrá de todos los elementos de repuestos de los equipos instalados en la subestación. El almacén tendrá una superficie total de 35,00 metros cuadrados con unas dimensiones rectangulares de (5,00 x 7,00) metros.

Si no existiera la posibilidad de conectarse a las redes de suministro y saneamiento de agua, se instalará un depósito externo y fosa séptica

El edificio estará formado por una nave única, cerrada con cubierta a cuatro aguas, cuyas principales características constructivas son:

- Materiales. El material empleado en la fabricación de las cimentaciones será hormigón armado y vibrado siendo su dosificación la adecuada para dar una resistencia a la compresión superior a 250 kg/cm2. Los paramentos están diseñados para aguantar los esfuerzos verticales de su propio peso y una presión horizontal superior a 100 kg/cm2. Toda la armadura es electrosoldada, garantizando su resistencia mecánica con redondos corrugados de 10 y 12 mm. de diámetro y con una malla de 150x150x6 mm. Calidad B-500-S lo que permite que se comporte como una Jaula de Faraday.

- Equipotencialidad. La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A). Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- Impermeabilidad. Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y entre techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con masilla especial para hormigón garantizando así una total estanqueidad.

- Grados de Protección. Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio será de IP23, excepto las ventanas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio son los que se indican a continuación:

- Bases: Cimentación a base de una zapata corrida de hormigón armado en la que se apoyan los cerramientos y losa de hormigón armado para entrada de cables.

- Paredes. Los cerramientos serán paneles prefabricados de hormigón que incluirán los huecos para puestas, ventanas y rejillas de ventilación.

- Techos. Las cubiertas serán a dos aguas y estará formada por paneles tipo sándwich especial para cubiertas.

- Suelos. El suelo será de placas prefabricadas de hormigón para mejora de las tensiones de paso y contacto y en la sala de control se construirán canales para alojamiento de los cables.

La sala eléctrica de la subestación tendrá una superficie total de 380,10 m², formada por un rectángulo de 54,30 x 7,00 metros.

38.11. CONSERVACION DE LA OBRA

El adjudicatario vendrá obligado a realizar las labores de conservación durante un año a partir de la recepción de la instalación eléctrica.

Dichas operaciones comprenden:

- La vigilancia diaria de las instalaciones.
- La reparación o reposición de aquellos elementos que puedan resultar dañados ya sea intencionado, accidental o por su mismo uso.
- La limpieza de la instalación, una vez en el año.

En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

03 – PLANOS

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

LISTADO DE PLANOS

PLANO	DESCRIPCIÓN
20036-102-01-PLN-01-RY01	SITUACIÓN
20036-102-02-PLN-01-RY01	EMPLAZAMIENTO
20036-102-03-PLN-01-RY01	UNIFILAR SET BURGUILLOS-GUILLENA
20036-102-03-PLN-02-RY01	UNIFILAR SET BURGUILLOS-GERENA
20036-102-04-PLN-01-RY01	UNIFILAR CP&M SET BURGUILLOS-GUILLENA
20036-102-04-PLN-02-RY01	UNIFILAR CP&M SET BURGUILLOS-GERENA
20036-102-05-PLN-01-RY01	EQUIPOS EN PLANTA
20036-102-06-PLN-01-RY01	EQUIPOS EN ALZADO
20036-102-07-PLN-01-RY01	RED DE TIERRAS
20036-102-08-PLN-01-RY01	UNIFILAR MEDIDA SET BURGUILLOS-GUILLENA
20036-102-09-PLN-01-RY01	UNIFILAR MEDIDA SET BURGUILLOS-GERENA
20036-102-10-PLN-01-RY01	DRENAJE EN PLANTA
20036-102-11-PLN-01-RY01	CIMENTACIONES PLANTA
20036-102-12-PLN-01-RY01	DETALLE CIMENTACIONES - PARARRAYOS
20036-102-12-PLN-02-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – TI
20036-102-12-PLN-03-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – TT
20036-102-12-PLN-04-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – SECCIONADOR
20036-102-12-PLN-05-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – INTERRUPTOR
20036-102-12-PLN-06-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – REACTANCIA MT
20036-102-12-PLN-07-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – SALIDA MT TRAFO
20036-102-12-PLN-08-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – PÓRTICO
20036-102-12-PLN-09-RY01	DETALLE CIMENTACIONES - BARRAS
20036-102-12-PLN-10-RY01	DETALLE CIMENTACIONES – TRANSFORMADOR
20036-102-13-PLN-01-RY01	DETALLE DRENAJE
20036-102-14-PLN-01-RY01	DETALLE VIALES
20036-102-15-PLN-01-RY01	DETALLE CERRAMIENTO

PLANO	DESCRIPCIÓN
20036-102-15-PLN-02-RY01	DETALLE CERRAMIENTO
20036-102-16-PLN-01-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS - PARARRAYOS
20036-102-16-PLN-02-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS – TT
20036-102-16-PLN-03-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS – TI
20036-102-16-PLN-04-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS – SECCIONADOR
20036-102-16-PLN-05-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS – INTERRUPTOR
20036-102-16-PLN-06-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS – PÓRTICO
20036-102-16-PLN-07-RY01	DETALLE ESTRUCTURAS – BARRAS
20036-102-17-PLN-01-RY01	EDIFICIO DE CONTROL – PLANTA
20036-102-17-PLN-02-RY01	EDIFICIO DE CONTROL – ALZADO
20036-102-18-PLN-01-RY01	EDIFICIO DE CONTROL – FUERZA Y ALUMBRADO
20036-102-18-PLN-02-RY01	EDIFICIO DE CONTROL - PCI

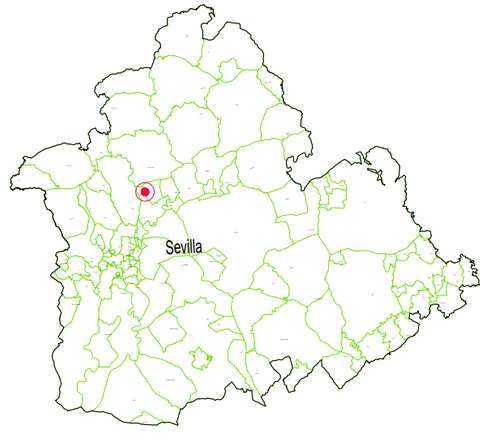
Pol. Parcela 33
41019A001000330000PQ

SET
BURGUILLOS

0 0.75 1.5 2.25 3 6km

ESCALA 1:75.000





Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

PLANO DE SITUACIÓN

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/75.000 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A3	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021
Código del Dibujo			**Dibujo Número**	**Hoja**
20036-103-01-PLN-01-RY01			01	1 de 1



COORDENADAS UTM HUSO30S ETRS89		
SET-01	765.493,2970	4.165.646,3325
SET-02	765.581,2970	4.165.646,3325
SET-03	765.581,2970	4.165.583,3325
SET-04	765.493,2970	4.165.583,3325

REFERENCIA CATASTRAL - SET BURGUILLOS 33/ 220 kV			
REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	MUNICIPIO (PROVINCIA)
41019A001000330000PQ	1	33	T.M. Burguillos (Sevilla)

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

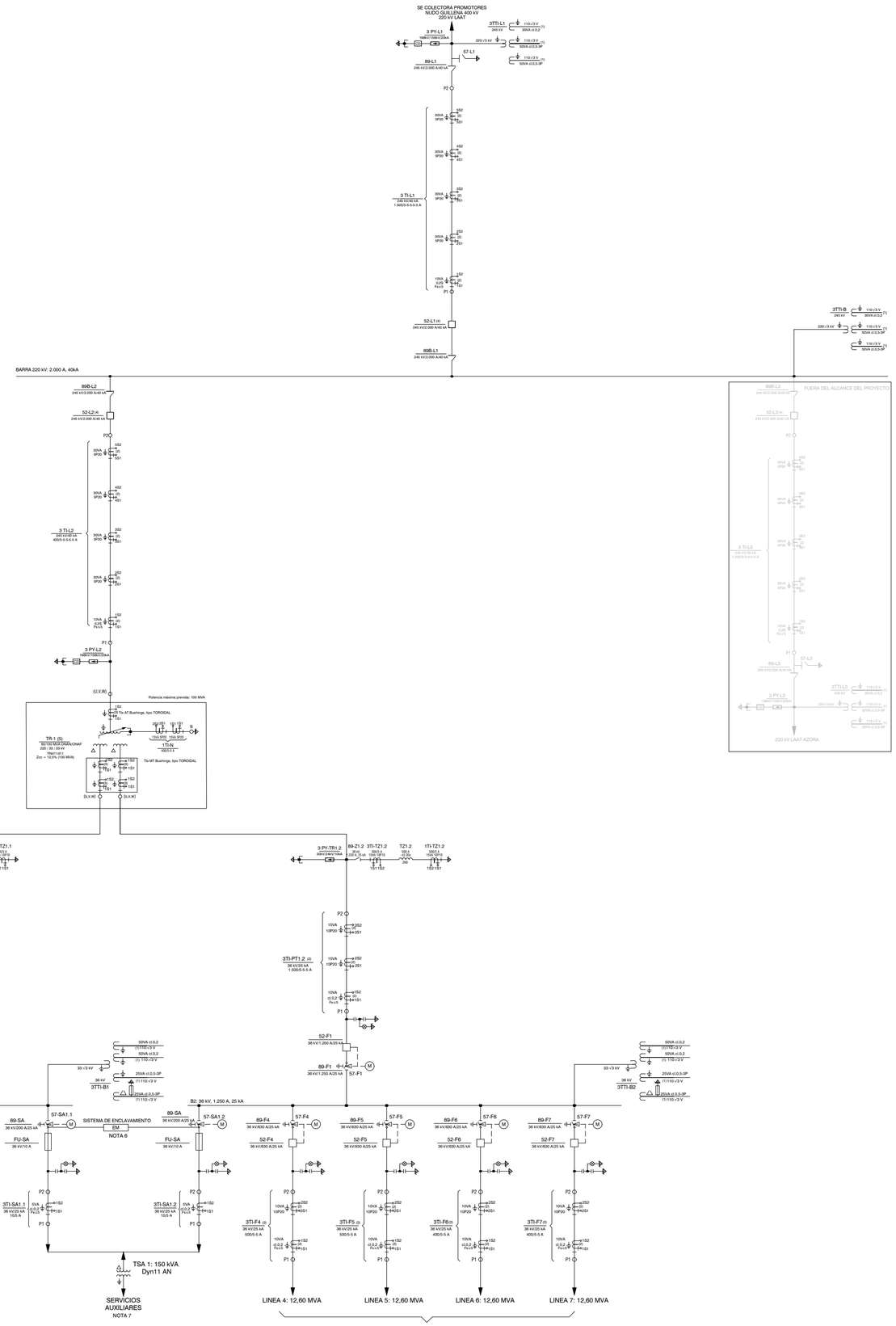
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/1.000 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A3	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-02-PLN-01-RY01	02	1 de 1



CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO

<u>SISTEMA 220 kV</u>	
TENSIÓN DE SERVICIO	220 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	1.050 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	RÍGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL	2.000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca
<u>SISTEMA 33 kV</u>	
TENSIÓN DE SERVICIO	33 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	PaT a través de REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL	1.250/ 630 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca

<u>NOTAS:</u>

(1) POTENCIAS Y CLASE DE PRECISIÓN DE LOS SECUNDARIOS A DETERMINAR.

(2) LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TIs CON PRECISIÓN SE DEBEN CALCULAR EN FASES POSTERIORES DEL PROYECTO.

(3) LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD BUSHING SERÁN DEFINIDOS POR EL FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

(4) INTERRUPTOR DE POTENCIA DE TANQUE VIVO CON ACCIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN MONOPOLAR.

(5) VALORES PRELIMINARES DE DISEÑO DE LA REGULACIÓN DEL CAMBIADOR Y DE LA IMPEDANCIA DE CORTOCIRCUITO. ESTOS VALORES SE DEBEN DETERMINAR SEGÚN CARACTERÍSTICAS DEL FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

(6) SISTEMA DE ENCLAVAMIENTO DE CELDA QUE PERMITE EL FUNCIONAMIENTO DE SOLO 1 CABINA DE ALIMENTACIÓN A LOS SERVICIOS AUXILIARES.

(7) EL TRANSFORMADOR DE SS.AA. SOLO SERÁ ALIMENTADO POR UNA CABINA DE MEDIA TENSIÓN.

LEYENDA

Signo	Descripción
3 PY-L	Pararrayos/ Autoválvulas monofásicas con contador de descarga.
3TTI/C-L	Transformadores de medida de tensión Inductivos / Capacitivos con núcleos de medida y protección.
89-L1 / 57-L1	Seccionador de tres posiciones, con sistema de PaT.
52-L	Interruptor de potencia monopolar, de Tanque Vivo en aislamiento SF6.
89B-L	Seccionador de barras, sin sistema de PaT.
3 TI-L (P1, 20VA 5P20, 30VA 5P20, 30VA 5P20, P2)	Transformadores de medida de corriente con núcleos de protección y medida.
TR- (U,V,W)	Sistema de Transformación 33 / 220 kV: 1. Transformador de potencia trifásico inmerso en aceite. 2. Transformadores de medida de corriente, tipo bushing para medida y protección.
3TI-TZ 3000 A 150kA 10P10 / TZ 500 A -2/-30s GND / 1TI-TZ 3000 A 150kA 10P10	Reactancia de PaT: 1. Transformador conexión zigzag. 2. Transformadores de medida de corriente.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

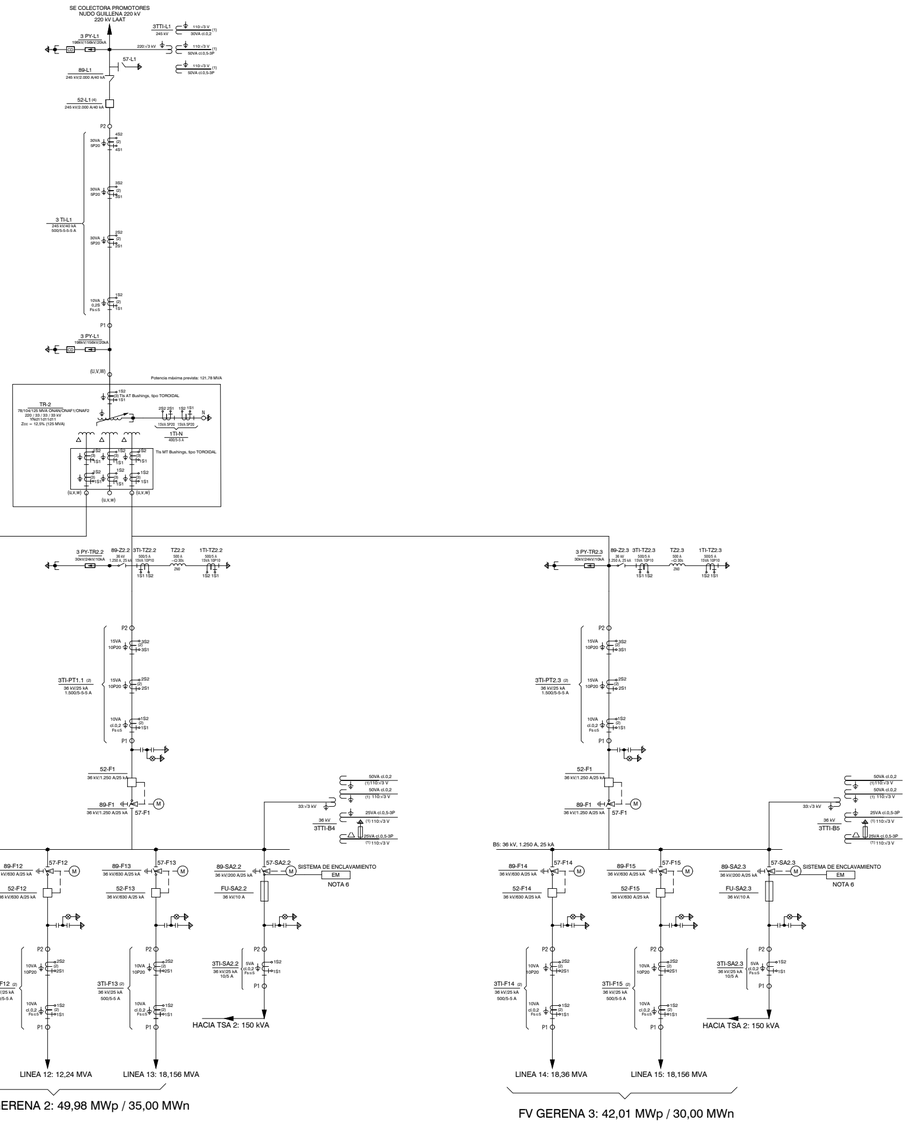
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

ESQUEMA UNIFILAR
CALLE BURGUILLOS-GUILLENA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
S/E	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-03-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 03	Hoja: 1 de 2



CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 220 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	220 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	1.050 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	RÍGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL	2.000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca
SISTEMA 33 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	33 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	PaT a través de REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL	1.250/ 630 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca

NOTAS:

(1) POTENCIAS Y CLASE DE PRECISIÓN DE LOS SECUNDARIOS A DETERMINAR.

(2) LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TIs CON PRECISIÓN SE DEBEN CALCULAR EN FASES POSTERIORES DEL PROYECTO.

(3) LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD BUSHING SERÁN DEFINIDOS POR EL FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

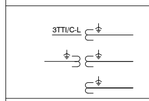
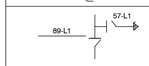
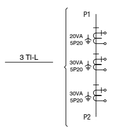
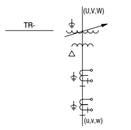
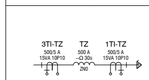
(4) INTERRUPTOR DE POTENCIA DE TANQUE VIVO CON ACCIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN MONOPOLAR.

(5) CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS Y CONDUCTOR DESTINADOS A LA INTERCONEXIÓN DE LA APARAMENTA INSTALADA, INDICADOS EN MEMORIA DESCRIPTIVA Y CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

(6) SISTEMA DE ENCLAVAMIENTO DE CELDA QUE PERMITE EL FUNCIONAMIENTO DE SOLO 1 CABINA DE ALIMENTACIÓN A LOS SERVICIOS AUXILIARES.

(7) EL TRANSFORMADOR DE SS.AA. SOLO SERÁ ALIMENTADO POR UNA CABINA DE MEDIA TENSIÓN.

LEYENDA

Signo	Descripción
	Pararrayos/ Autoválvulas monofásicas con contador de descarga.
	Transformadores de medida de tensión Inductivos / Capacitivos con núcleos de medida y protección.
	Seccionador de tres posiciones, con sistema de PaT.
	Interruptor de potencia monopolar, de Tanque Vivo en aislamiento SF6.
	Seccionador de barras, sin sistema de PaT.
	Transformadores de medida de corriente con núcleos de protección y medida.
	Sistema de Transformación 33 / 220 kV: 1. Transformador de potencia trifásico inmerso en aceite. 2. Transformadores de medida de corriente, tipo bushing para medida y protección.
	Reactancia de PaT: 1. Transformador conexión zigzag. 2. Transformadores de medida de corriente.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

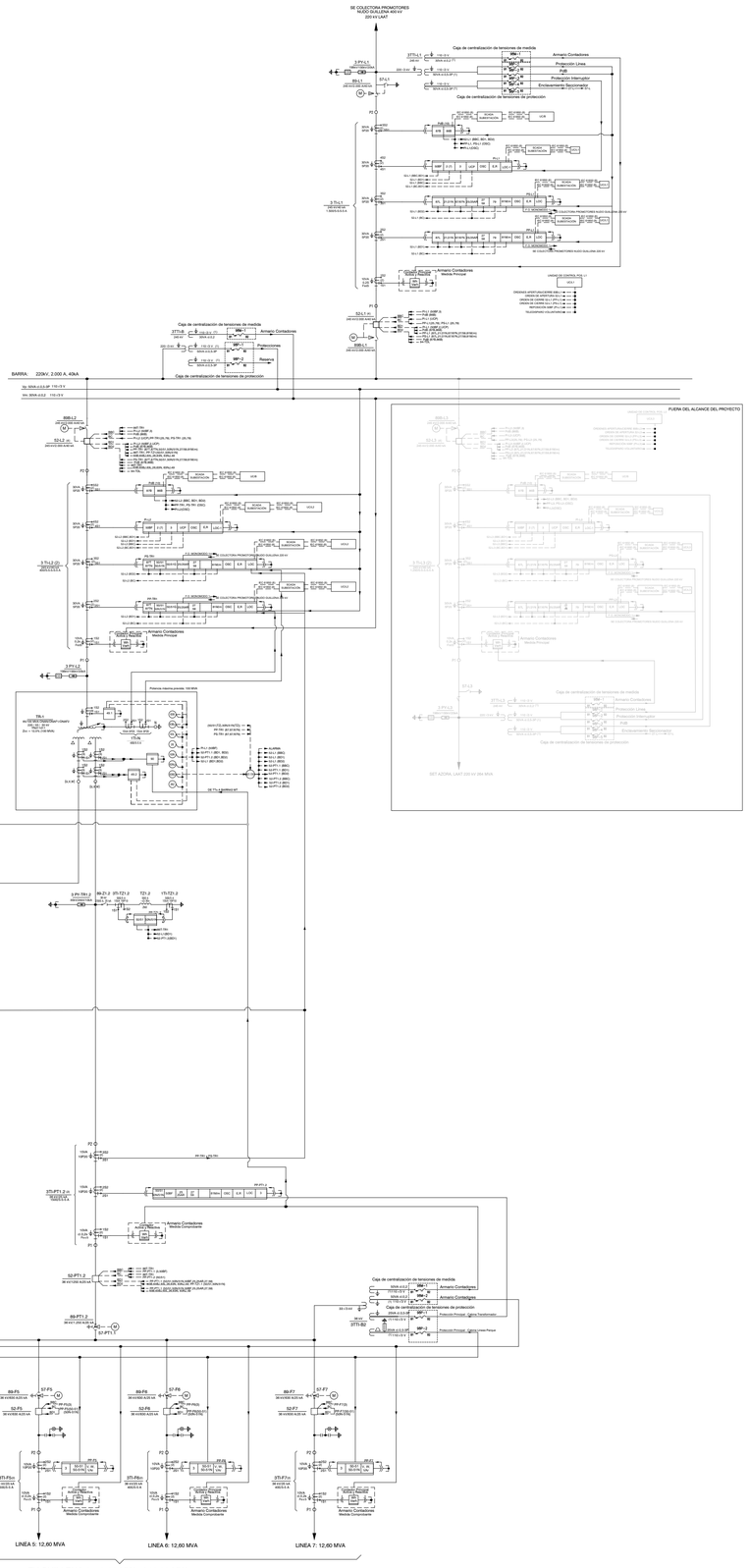
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

ESQUEMA UNIFILAR
CALLE BURGUILLOS-GERENA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
S/E	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-03-PLN-02-RY01			Dibujo Número: 03	Hoja: 2 de 2


SE COLECTORA PROMOTORES NUDO GUILLENA 400 kV
220 kV LAAT
Caja de centralización de tensiones de medida
Caja de centralización de tensiones de protección
Armario Contadores
Protección Línea
PdB
Protección Interruptor
Enclavamiento Seccionador
Reserva
Armario Contadores Medida Principal
UCM
UCU
UCU-1
UCU-2
UCU-3
UCU-4
UCU-5
UCU-6
UCU-7
UCU-8
UCU-9
UCU-10
UCU-11
UCU-12
UCU-13
UCU-14
UCU-15
UCU-16
UCU-17
UCU-18
UCU-19
UCU-20
UCU-21
UCU-22
UCU-23
UCU-24
UCU-25
UCU-26
UCU-27
UCU-28
UCU-29
UCU-30
UCU-31
UCU-32
UCU-33
UCU-34
UCU-35
UCU-36
UCU-37
UCU-38
UCU-39
UCU-40

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 220 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	220 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	1.050 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	RÍGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL	2.000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca

SISTEMA 33 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	33 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	Pat a través de REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL	1.250/ 630 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca



NOTAS:

(1) POTENCIAS Y CLASE DE PRECISION DE LOS SECUNDAROS A DETERMINAR.

(2) LAS CARACTERISTICAS DE LOS Tts SE DETERMINARAN SEGÚN LOS CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.

(3) LAS CARACTERISTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD, TIPO BUSHINGS, SERÁN DEFINIDOS POR EL FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

(4) INTERRUPTOR DE POTENCIA DE TANQUE VIVO CON ACCIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN MONOPOLAR.

(5) EL RELÉ DE DISCORDANCIA DE POLOS (21 N/O APLICA SI SE OPTA POR INSTALAR INTERRUPTOR CON MANDO TRIPOLAR.

(6) LOS EQUIPOS DISPONEN DE "PARALLEL REDUNDANCY PROTOCOL" PARA COMUNICAR CON EL SCADA CON EL PROTOCOLO IEC 61850. ESTO SUPONE DOBLE CANAL DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO.

(7) EL CONVENIO DE SIGNOS ADOPTADO ES ENERGÍA SALIENTE DE BARRAS POSITIVA, ENERGÍA ENTRANTE EN BARRAS NEGATIVA.

(8) EMISIÓN DE BLOQUEO DEL REENGANCHE (79) ANTE UNA FALTA EN EL CABLE.

(9) CADA ALARMA O DISPARO DE LAS PROTECCIONES PROPIAS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA SE TIENEN QUE TRANSMITIR POR CANALES INDEPENDIENTES DE LAS PROTECCIONES PF-TR1 Y PS-TR2. ESTAS SEÑALES NO DEBEN DE AGRUPARSE.

(10) SE OPTA POR INSTALAR PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRA DISTRIBUIDA.

(11) SISTEMA DE ENCLAVAMIENTO DE CELDA QUE PERMITE EL FUNCIONAMIENTO DE SOLO 1 CABINA DE ALIMENTACIÓN EN LOS SERVICIOS AUXILIARES.

(12) EL TRANSFORMADOR DE 33kA. SOLO SERÁ ALIMENTADO POR UNA CABINA DE MEDIA TENSIÓN.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PP-L:

87L: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA.
21GTA: PROTECCIÓN DE DISTANCIA FASE/NEUTRO.
67/67N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL FASE/NEUTRO.
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
79: PROTECCIÓN DE REENGANCHE DE LÍNEA.
81/81m: PROTECCIÓN DE SOBREFRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
DDO: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PS-L:

87L: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA.
21GTA: PROTECCIÓN DE DISTANCIA FASE/NEUTRO.
67/67N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL FASE/NEUTRO.
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
79: PROTECCIÓN DE REENGANCHE DE LÍNEA.
81/81m: PROTECCIÓN DE SOBREFRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
DDO: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PI-L:

50/BF: PROTECCIÓN DE FALLO DE INTERRUPTOR.
87L: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA PILOTO.
X: PROTECCIÓN DE SUPERVISIÓN DE BOBINAS.
81/81m: PROTECCIÓN DE SOBREFRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
DDO: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PP-TR:

87T/87Tn: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR FASE/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO DIRECTO FASE/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO INVERSO FASE/NEUTRO.
50 / 51G: PROTECCIÓN
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
81/81m: PROTECCIÓN DE SOBREFRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
DDO: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

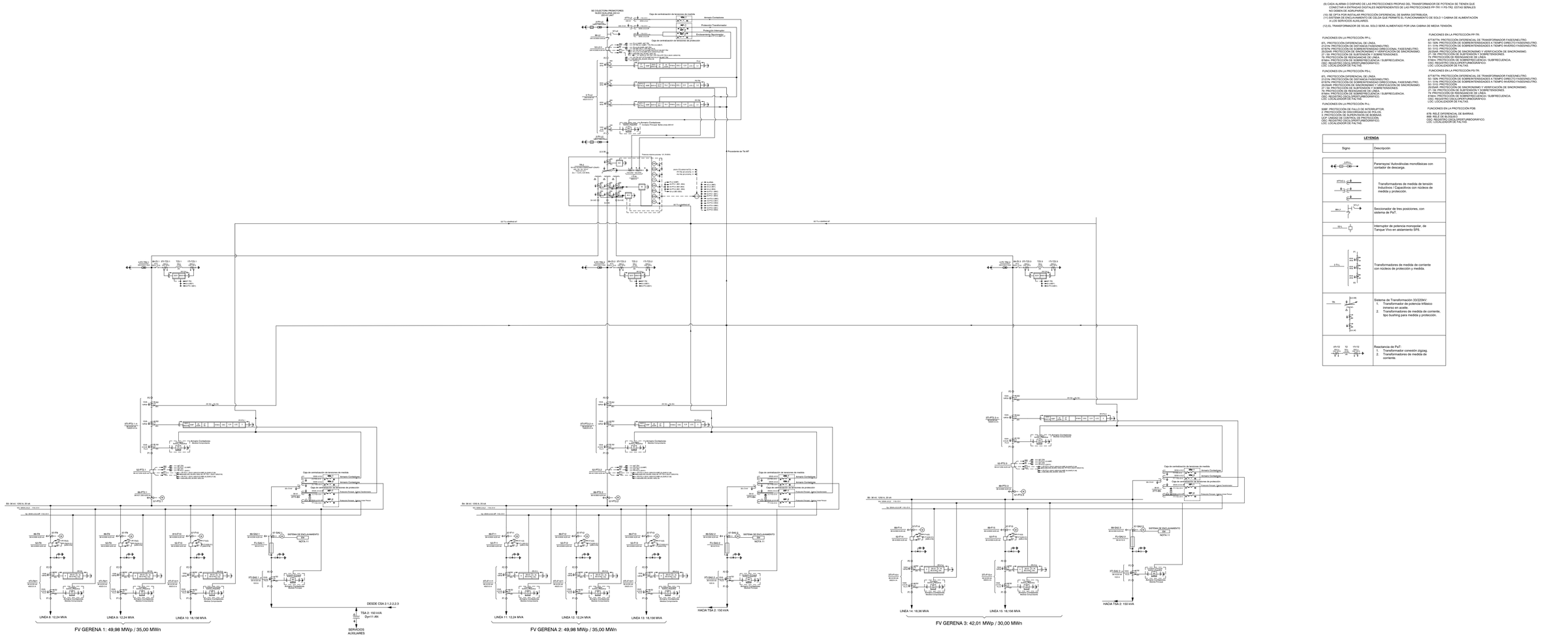
FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PS-TR:

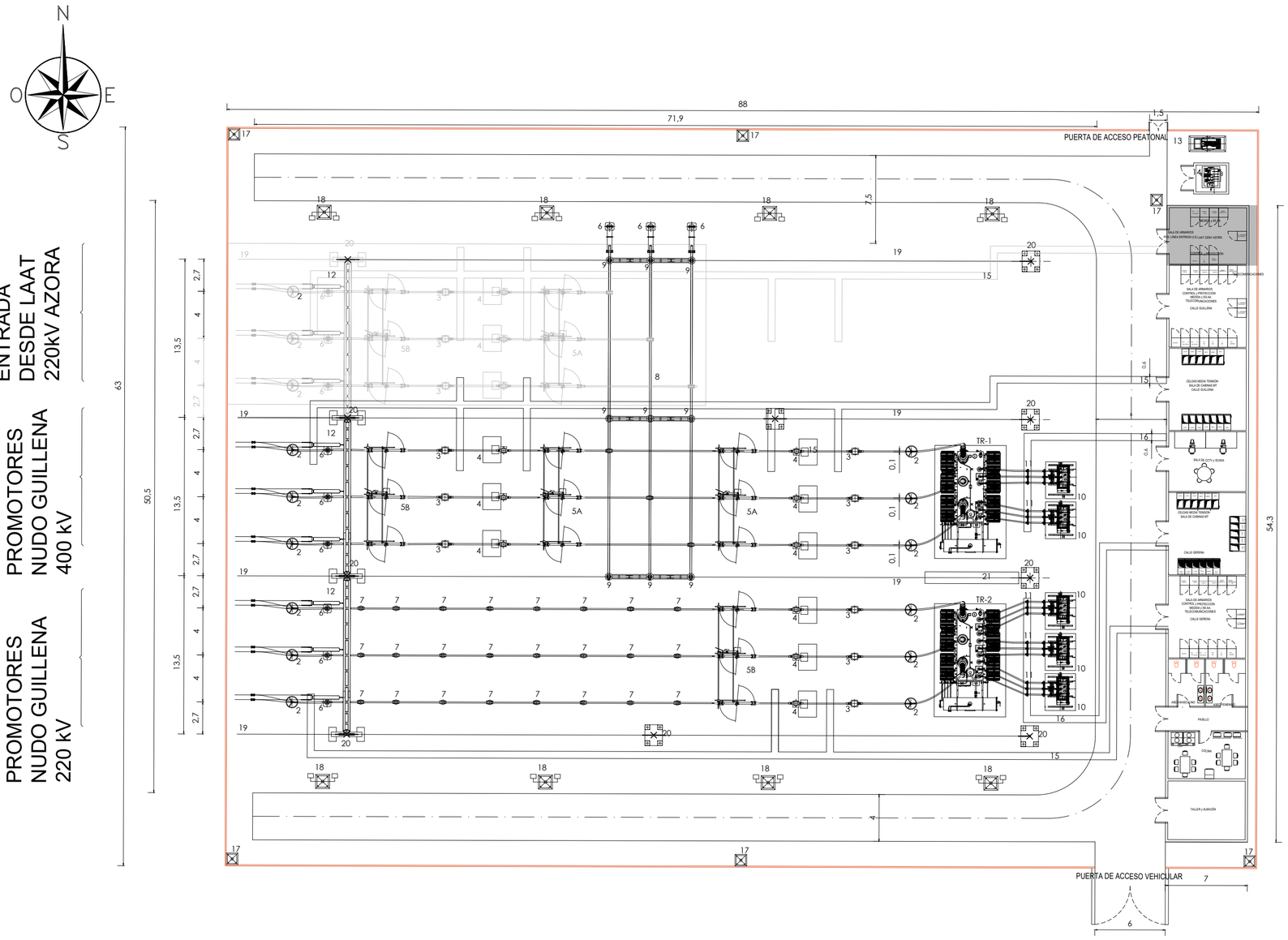
87T/87Tn: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR FASE/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO DIRECTO FASE/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO INVERSO FASE/NEUTRO.
50 / 51G: PROTECCIÓN
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
79: PROTECCIÓN DE REENGANCHE DE LÍNEA.
81/81m: PROTECCIÓN DE SOBREFRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
DDO: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PDB:

87B: RELÉ DIFERENCIAL DE BARRAS.
DDO: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

LEYENDA	
Signo	Descripción
3-PY1	Pararrayos/ Autoválvulas monofásicas con contador de descarga.
3PTV1-1	Transformadores de medida de tensión Inductivos / Capacitivos con núcleos de medida y protección
63-1	Seccionador de tres posiciones, con sistema de Pat/T.
52-1	Interruptor de potencia monopolar, de Tanque Vivo en aislamiento SF6
3-TI1	Transformadores de medida de corriente con núcleos de protección y medida.
1N	Sistema de Transformación 33/220kV: 1. Transformador de potencia trifásico trimetrico en aceite. 2. Transformadores de medida de corriente, tipo bushing para medida y protección.
27-T2 / 27-T1	Reactancias de Pat/T: 1. Transformador conexión zigzag. 2. Transformadores de medida de corriente.


SE COLECTORA- PROMOTORES
NUDO 220 kV (SE BURGUILLOS 220 kV)
Caja de centralización de terminales de medida
Armario Contadores
Protección Transformador
Protección Interruptor
Envolvente Terminal GIS
Caja de centralización de terminales de protección
Protección Primaria - Ligera Diferencial
Protección Primaria - Ligera Distancias
Protección Primaria - Ligera Tensión Fallo
Protección Primaria - Ligera Frecuencia
Protección Primaria - Ligera Sobreintensidad
Protección Primaria - Ligera Auxiliares
Protección Primaria - Ligera Recierre
Protección Primaria - Ligera Medida
Protección Primaria - Ligera Localizador
Protección Primaria - Ligera Registrador
Protección Primaria - Ligera Pasarelas
Protección Primaria - Ligera Terminal
Protección Primaria - Ligera Teclado
Protección Primaria - Ligera Fuente
Protección Primaria - Ligera Tarjeta Fallo
Protección Primaria - Ligera Tarjeta Fallo
Protección Primaria - Ligera Tarjeta Fallo



SET BURGUILLOS 33 / 220 kV

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
TR-1	1	TRANSFORMADOR ELEVADOR 33/220kV, 100 MVA (ONAN/ONAF)
TR-2	1	TRANSFORMADOR ELEVADOR 33/220kV, 125 MVA (ONAN/ONAF)
2	12	PARARRAYOS MONOFÁSICOS 220 kV
3	9	TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE CORRIENTE 220 kV
4	3	INTERRUPTOR TRIFÁSICO 220 kV
5A	2	SECCIONADOR DE 3 COLUMNAS POR POLO Y DOBLE APERTURA SIN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
5B	2	SECCIONADOR DE 3 COLUMNAS POR POLO Y DOBLE APERTURA CON SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
6	9	TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE TENSIÓN, TIPO INDUCTIVO
7	24	AISLADOR DE PEDESTAL 220 kV
8	1	EMBARRADO 220 kV
9	6	AISLADOR BARRAS 220 kV
10	5	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA
11	15	AISLADORES DE PEDESTAL (MT), TIPO C4-170
12	2	PÓRTICO DE SALIDA DE LÍNEA 220kV
13	1	GRUPO ELECTRÓGENO y DEPÓSITO
14	1	TRANSFORMADOR SS.AA. 150 kVA 33/0,4 kV
15	-	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA: CABLES DE CONTROL y BT
16	-	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA - CABLES DE MT
17	6	PROYECTORES CON LÁMPARAS LED 105 W
18	8	COLUMNA DE 3 M CON DOS PROYECTORES DE 250W
19	-	CABLE DE GUARDA
20	7	RED DE TIERRAS AÉREAS- PUNTAS FRANKLIN
21	1	MURO CORTAFUEGOS

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

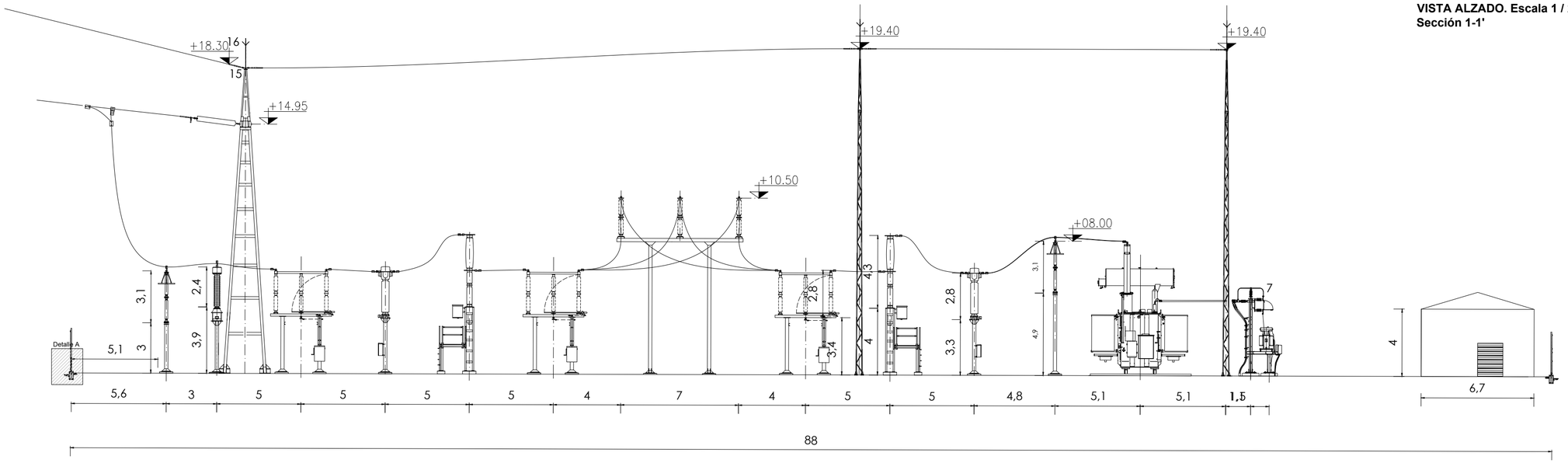
Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

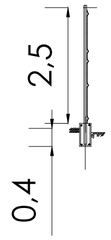
Título: DISPOSICIÓN EQUIPOS EN PLANTA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/300 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A2	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021
Código del Dibujo			**Dibujo Número**	**Hoja**
20036-103-05-PLN-01-RY01			05	1 de 1

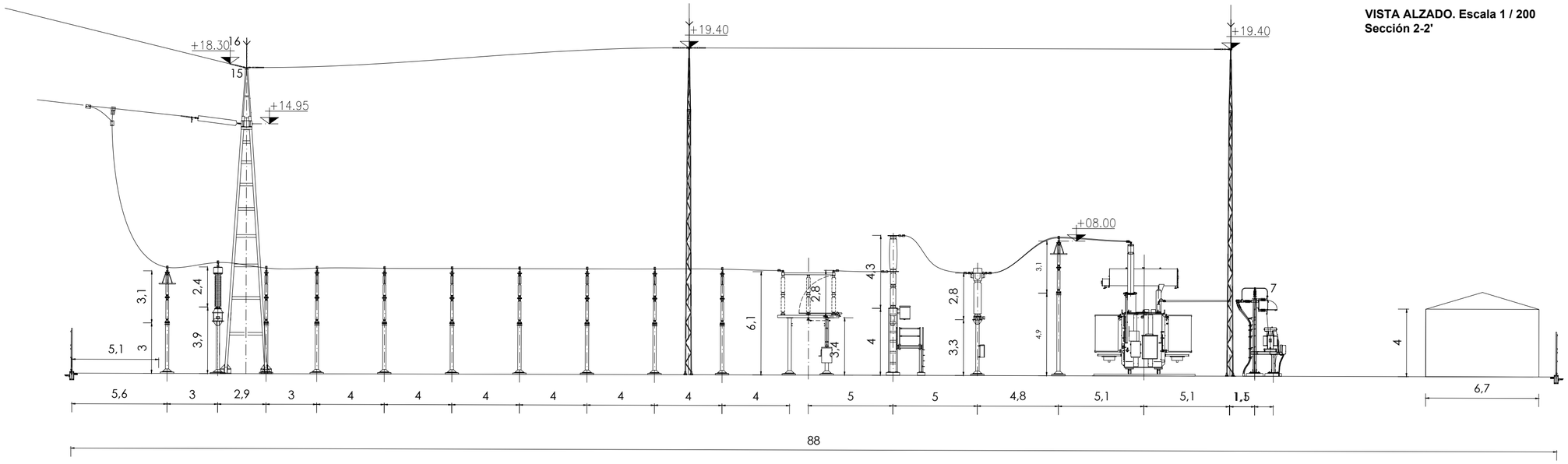
VISTA ALZADO. Escala 1 / 200
Sección 1-1'

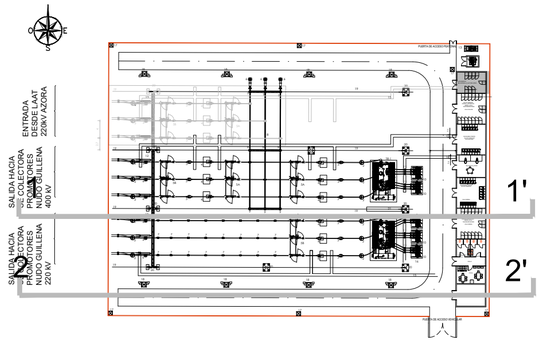


DETALLE A. Vallado-Escala 1/100



VISTA ALZADO. Escala 1 / 200
Sección 2-2'





PLANTA. Escala 1/1.000

RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO
Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

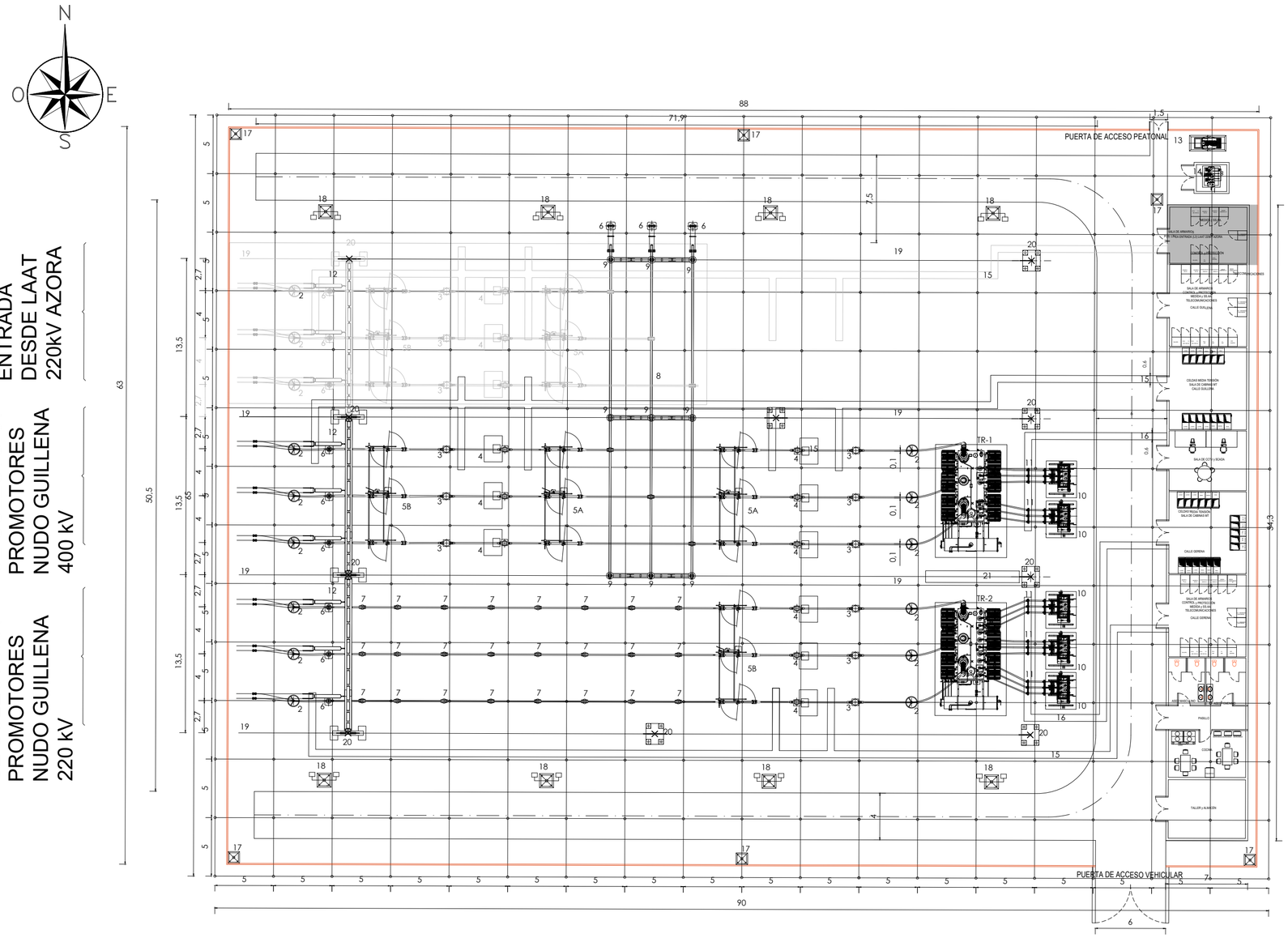
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

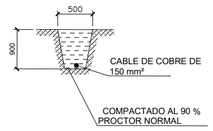
Título

DISPOSICIÓN DE EQUIPOS EN ALZADO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicada	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A2	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021
Código del Dibujo			**Dibujo Número**	**Hoja**
20036-103-06-PLN-01-RY01			06	1 de 1



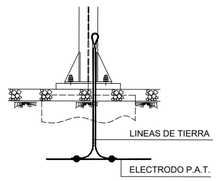
ZANJA PARA CABLE



CABLE DE COBRE 150 mm²

SOLDADURA TIPO CADWELL

CONEXION A TIERRA
ESTRUCTURAS



Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

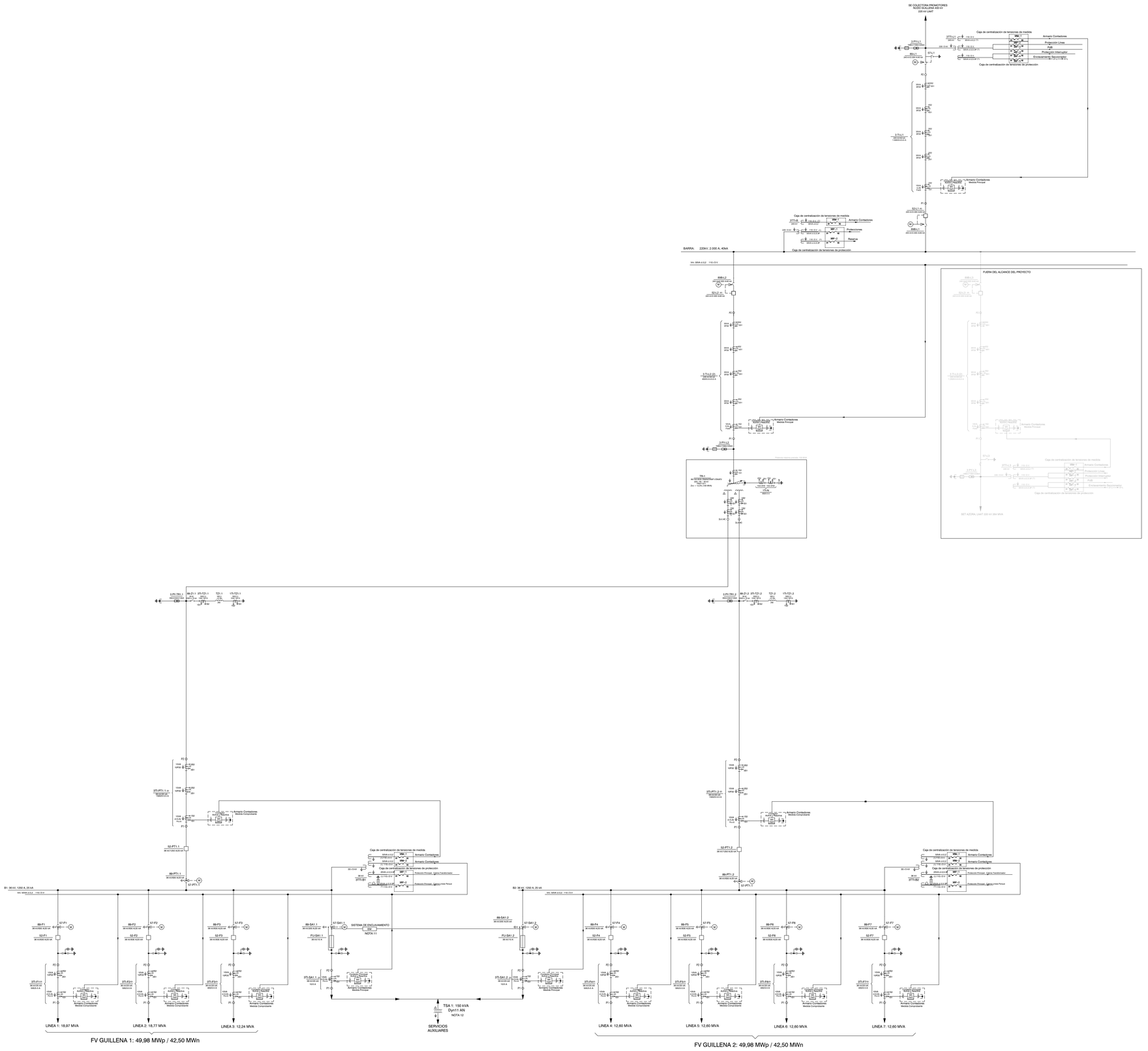
RED DE TIERRAS

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/300 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

Código del Dibujo: 20036-103-07-PLN-01-RY01

Dibujo Número: 07

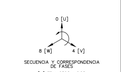
Hoja: 1 de 1



CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 220 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	220 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	1.050 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	RÍGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL	2.000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca

SISTEMA 33 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO	33 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
FRECUENCIA	50 Hz
RÉGIMEN DE NEUTRO	PaT a través de REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL	1.250/ 630 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca



NOTAS:

(1) POTENCIAS Y CLASE DE PRECISIÓN DE LOS SECUNDARIOS A DETERMINAR.

(2) LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS Tis SE DETERMINARÁN SEGÚN LOS CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.

(3) LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD, TIPO BUSHINGS, SERÁN DEFINIDOS POR EL FABRICANTE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

(4) INTERRUPTOR DE POTENCIA DE TANQUE VIVO CON ACCIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN MONOPOLAR.

(5) EL RELÉ DE DISCORDANCIA DE POLOS (21 NO APLICA SI SE OPTA POR INSTALAR INTERRUPTOR CON MANDO TRIPOLAR.

(6) LOS EQUIPOS DISPONEN DE "PARALLEL REDUNDANCY PROTOCOL" PARA COMUNICAR CON EL SCADA CON EL PROTOCOLO IEC 61850. ESTO SUPONE DOBLE CANAL DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO.

(7) EL CONVENIO DE SIGNOS ADOPTADO ES ENERGÍA SALIENTE DE BARRAS POSITIVA, ENERGÍA ENTRANTE EN BARRAS NEGATIVA.

(8) EMISIÓN DE BLOQUEO DEL REENGANCHE (79) ANTE UNA FALTA EN EL CABLE.

(9) CADA ALARMA O DISPARO DE LAS PROTECCIONES PROPIAS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA SE TIENEN QUE CONECTAR A ENTRADAS DIGITALES INDEPENDIENTES DE LAS PROTECCIONES PP-TR1 Y PS-TR2. ESTAS SEÑALES NO DEBEN DE AGRUPARSE.

(10) SE OPTA POR INSTALAR PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRA DISTRIBUIDA.

(11) SISTEMA DE ENCLAVAMIENTO DE CELDA QUE PERMITE EL FUNCIONAMIENTO DE SOLO 1 CABINA DE ALIMENTACIÓN A LOS SERVICIOS AUXILIARES.

(12) EL TRANSFORMADOR DE SS.AA. SOLO SERÁ ALIMENTADO POR UNA CABINA DE MEDIA TENSIÓN.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PP-L:

87L: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA.
21/21N: PROTECCIÓN DE DISTANCIA FASE/NEUTRO.
67/67N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL FASE/NEUTRO.
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
79: PROTECCIÓN DE REENGANCHE DE LÍNEA.
81/81H: PROTECCIÓN DE SOBRE/BAJA FRECUENCIA. SUBFRECUENCIA.
OSC: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PS-L:

87L: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA.
21/21N: PROTECCIÓN DE DISTANCIA FASE/NEUTRO.
67/67N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDAD DIRECCIONAL FASE/NEUTRO.
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
79: PROTECCIÓN DE REENGANCHE DE LÍNEA.
81/81H: PROTECCIÓN DE SOBRE/BAJA FRECUENCIA. SUBFRECUENCIA.
OSC: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PI-L:

50BF: PROTECCIÓN DE FALLO DE INTERRUPTOR.
2: PROTECCIÓN DE DISCORDANCIA DE POLOS.
86: RELÉ DE BLOQUEO Y MANTENIMIENTO.
UCP: UNIDAD DE CONTROL DE PROTECCIÓN.
OSC: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PP-TR:

87T/87TN: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR FASES/NEUTRO.
50 / 50N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO DIRECTO FASES/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO INVERSO FASES/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO INVERSO FASES/NEUTRO.
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
81/81H: PROTECCIÓN DE SOBRE/BAJA FRECUENCIA.
81/81H: PROTECCIÓN DE SOBRE/BAJA FRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
OSC: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PS-TR:

87T/87TN: PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR FASES/NEUTRO.
50 / 50N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO DIRECTO FASES/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO INVERSO FASES/NEUTRO.
51 / 51N: PROTECCIÓN DE SOBREINTENSIDADES A TIEMPO INVERSO FASES/NEUTRO.
25/25AR: PROTECCIÓN DE SINCRONISMO Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO.
27 / 59: PROTECCIÓN DE SUBTENSIÓN Y SOBRETENSIONES.
81/81H: PROTECCIÓN DE SOBRE/BAJA FRECUENCIA.
81/81H: PROTECCIÓN DE SOBRE/BAJA FRECUENCIA / SUBFRECUENCIA.
OSC: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

FUNCIONES EN LA PROTECCIÓN PDB:

87B: RELÉ DIFERENCIAL DE BARRAS.
86B: RELÉ DE BLOQUEO.
OSC: REGISTRO OSCILOPERTURBOGRÁFICO.
LOC: LOCALIZADOR DE FALTAS.

LEYENDA

Signo	Descripción
3 PY L CB	Pararrayos/ Autoválvulas monofásicas con contador de descarga.
3TTr-L 3TTr-B	Transformadores de medida de tensión Inductivos / Capacitivos con núcleos de medida y protección.
89-L1 57-L1	Seccionador de tres posiciones, con sistema de PaT.
52-L CB	Interruptor de potencia monopolar, de Tanque Vivo en aislamiento SF6.
3 TI-L P1 P2 300A 5P20 5 VA 300A 0,2S 5 VA 300A 5P20 5 VA 300A 0,2S 5 VA	Transformadores de medida de corriente con núcleos de protección y medida.
33kV [S1,S2,S3] [S1,S2,S3]	Sistema de Transformación 33/220kV: 1. Transformador de potencia trifásico inmerso en aceite. 2. Transformadores de medida de corriente, tipo bushing para medida y protección.
3TI-T2 T2 170A 0,2S 15 VA 170-T2 5P20 15 VA	Reactancia de PaT: 1. Transformador conexión zigzag. 2. Transformadores de medida de corriente.

RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO
Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

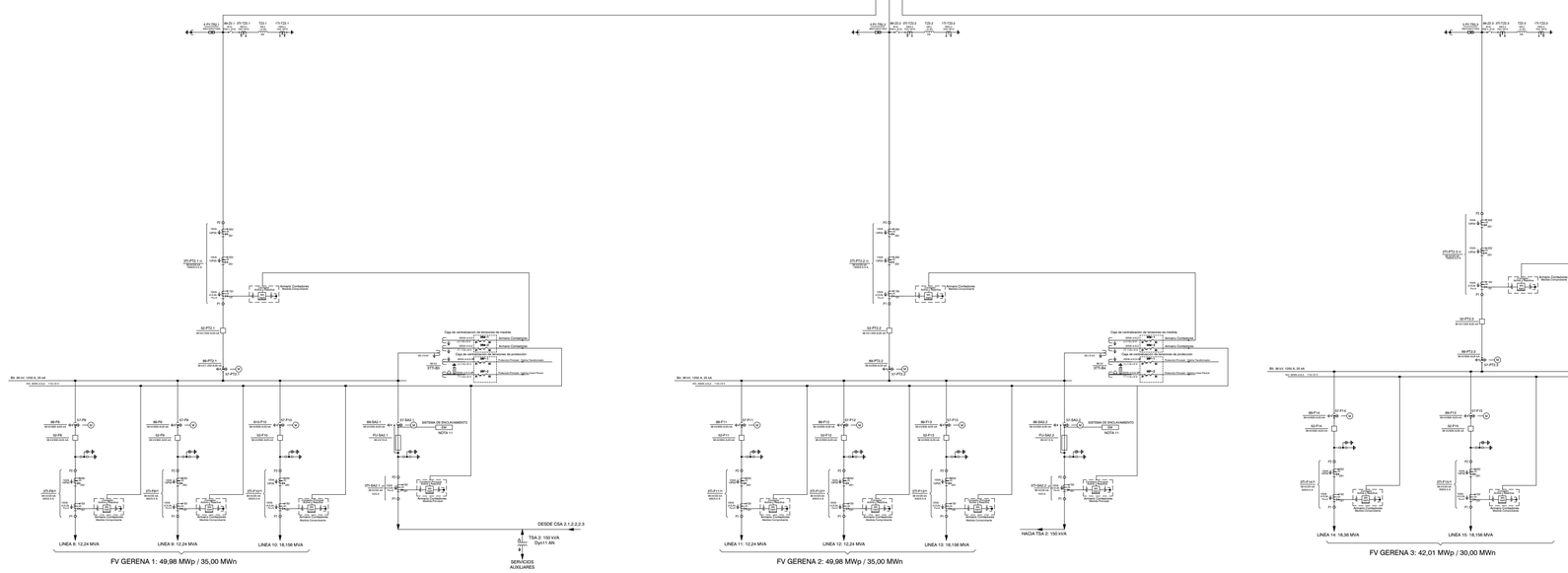
Proyecto

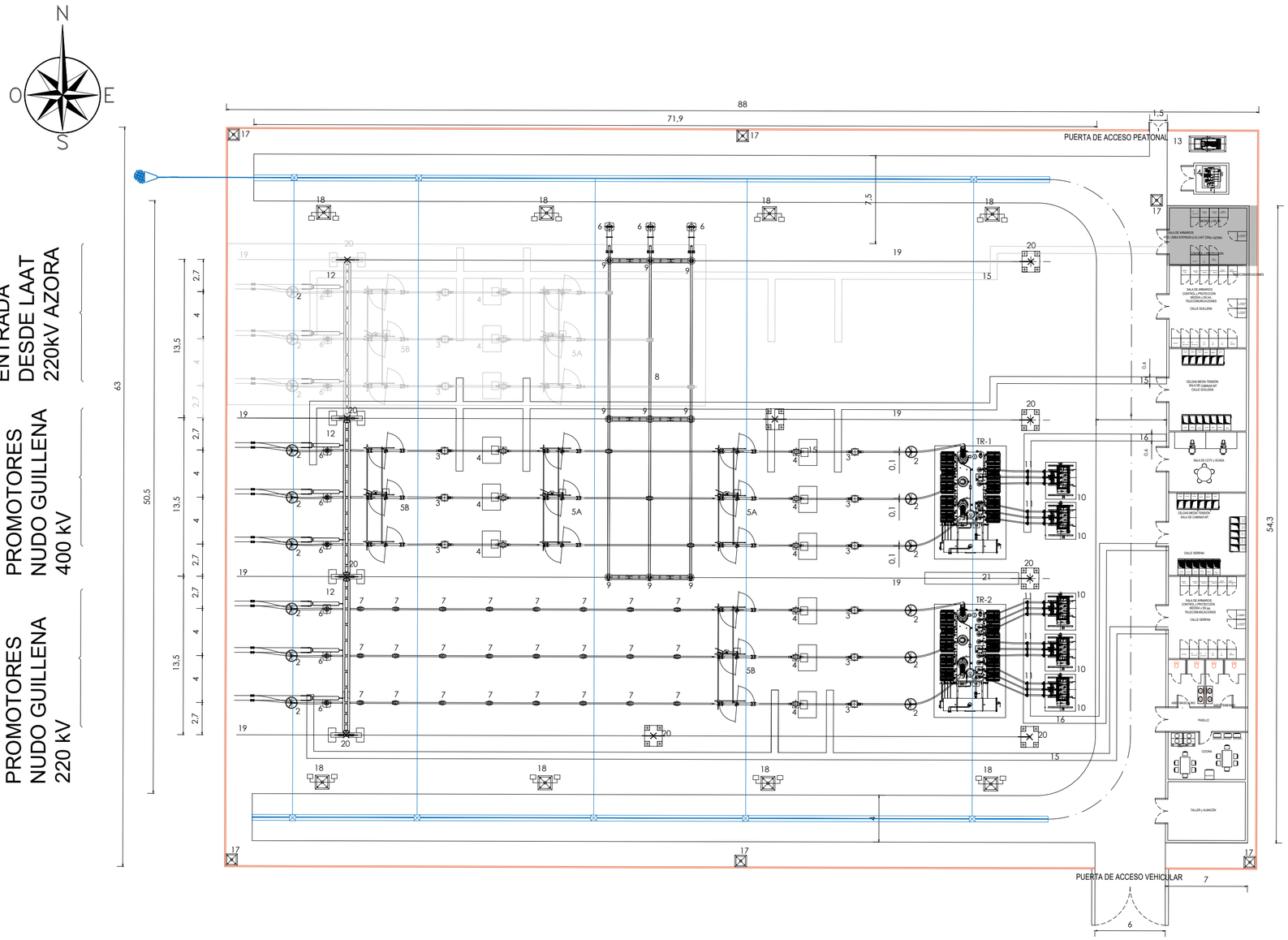
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

ESQUEMA UNIFILAR MEDIDA
CALLE BURGUILLOS-GUILLENA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
S/E	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A1	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-08-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 08	Hoja: 1 de 1


FV GERENA 1: 49,98 MWp / 35,00 MWn
FV GERENA 2: 49,98 MWp / 35,00 MWn
FV GERENA 3: 42,01 MWp / 30,00 MWn
LÍNEA 9: 12,24 MVA
LÍNEA 10: 18,156 MVA
LÍNEA 11: 12,24 MVA
LÍNEA 12: 12,24 MVA
LÍNEA 13: 18,156 MVA
LÍNEA 14: 18,36 MVA
LÍNEA 15: 18,156 MVA
HACIA TSA 1: 150 kVA
HACIA TSA 2: 150 kVA
DESDE CSA 3 1.2.2.3
TSA 2: 150 kVA
Dy11-AN
SERVICIOS AUXILIARES
Caja de centralización de lecturas de medida
Caja de centralización de lecturas de protección
Armario Contadores
Protección Transformador
Protección Interruptor
Autoválvula Electrolítico
Protección Trafo
Protección Trafo
Protección Trafo



SIMBOLOGIA

- ARQUETA DE REGISTRO BAJO CANAL DE CABLES
- ARQUETA DE VENTILACION
- ARQUETA REGISTRO DE HORMIGON
- TUBO DREN CORRUGADO PEAD
- TUBO COLECTOR PEAD
- DESAGÜE VERTEDERO
- POZO DE REGISTRO

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

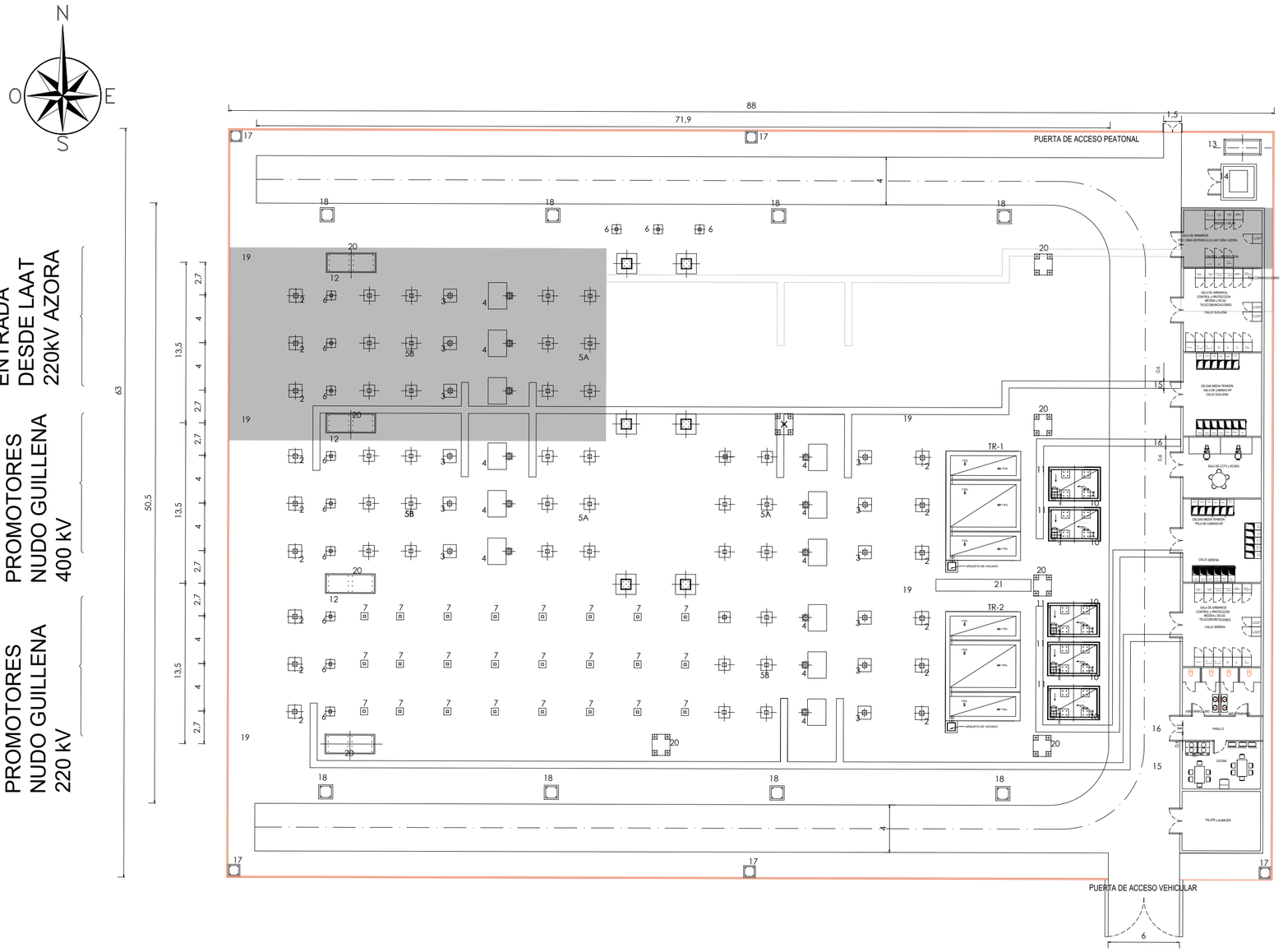
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

DRENAJE EN PLANTA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/300 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-10-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 10	Hoja: 1 de 1



SET BURGUILLOS 33 / 220 kV

ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
TR-1	1	TRANSFORMADOR ELEVADOR 33/220kV, 100 MVA (ONAN/ONAF)
TR-2	1	TRANSFORMADOR ELEVADOR 33/220kV, 125 MVA (ONAN/ONAF)
2	12	PARARRAYOS MONOFÁSICOS 220 kV
3	9	TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE CORRIENTE 220 kV
4	3	INTERRUPTOR TRIFÁSICO 220 kV
5A	2	SECCIONADOR DE 3 COLUMNAS POR POLO Y DOBLE APERTURA SIN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
5B	2	SECCIONADOR DE 3 COLUMNAS POR POLO Y DOBLE APERTURA CON SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
6	9	TRANSFORMADORES DE MEDIDA DE TENSIÓN, TIPO INDUCTIVO
7	24	AISLADOR DE PEDESTAL 220 kV
8	1	EMBARRADO 220 kV
9	6	AISLADOR BARRAS 220 kV
10	5	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA
11	15	AISLADORES DE PEDESTAL (MT), TIPO C4-170
12	2	PÓRTICO DE SALIDA DE LÍNEA 220kV
13	1	GRUPO ELECTRÓGENO y DEPÓSITO
14	1	TRANSFORMADOR SS.AA. 150 kVA 33/0,4 kV
15	-	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA: CABLES DE CONTROL y BT
16	-	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA - CABLES DE MT
17	6	PROYECTORES CON LÁMPARAS LED 105 W
18	8	COLUMNA DE 3 M CON DOS PROYECTORES DE 250W
19	-	CABLE DE GUARDA
20	7	RED DE TIERRAS AÉREAS- PUNTAS FRANKLIN
21	1	MURO CORTAFUEGOS

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

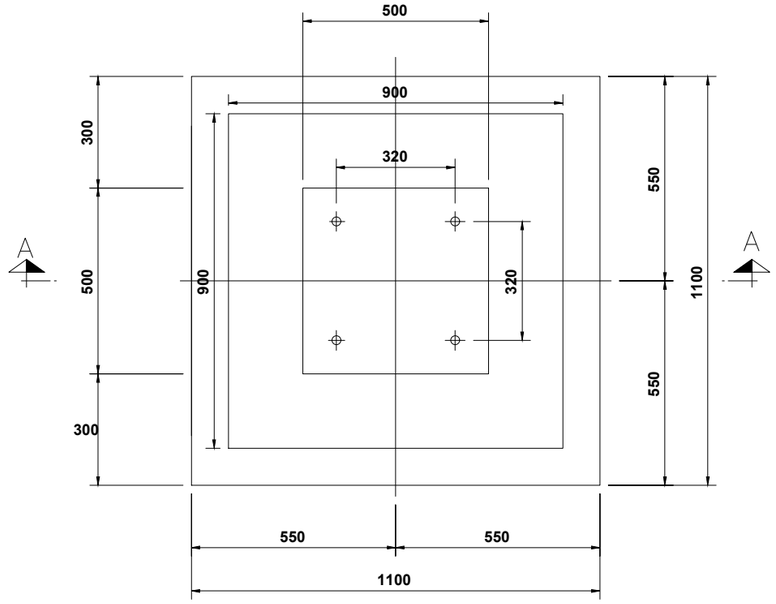
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

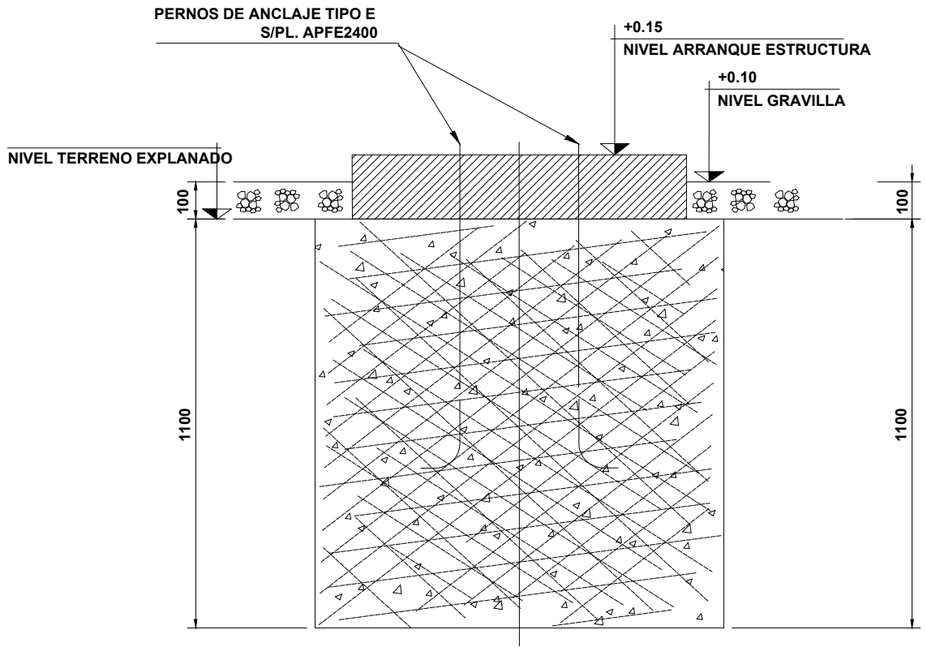
CIMENTACIONES DE EQUIPOS EN PLANTA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/300 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A2	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-11-PLN-01-RY01	11	1 de 1



PLANTA



SECCION A–A

HORMIGONES.- SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
HORMIGON EN MASA (HM) **RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20)** **CONSISTENCIA, BLANDA (B)** **DESIGNACION DEL AMBIENTE, VER ARTICULO 8.2.1.**	**HORMIGON EN MASA (HM)** **RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20)** **CONSISTENCIA, PLASTICA (P).** **DESIGNACION DEL AMBIENTE, VER ARTICULO 8.2.1.**

HORMIGONES.– SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
1° FASE HM–20/B/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)	2° FASE HM–20/P/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

NOTAS:

1.– LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1°, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2° FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA.
2.– LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

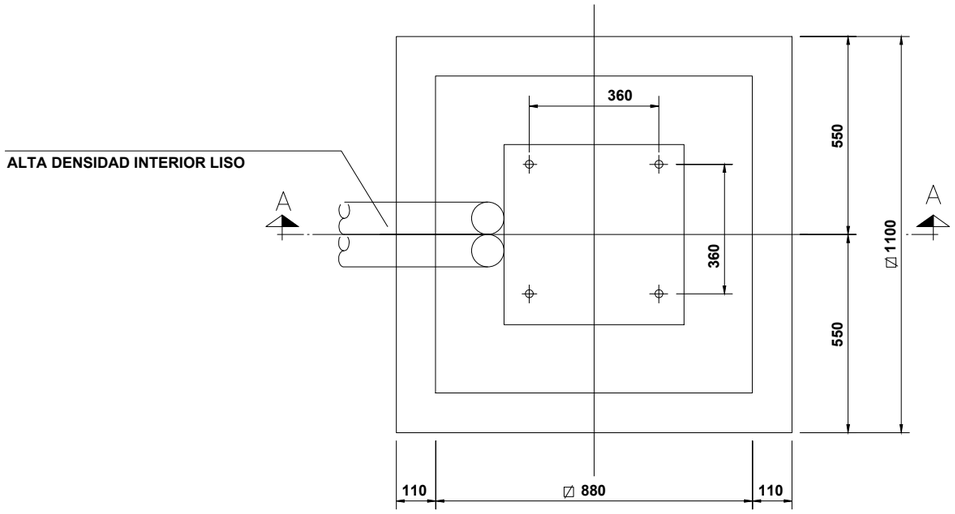
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

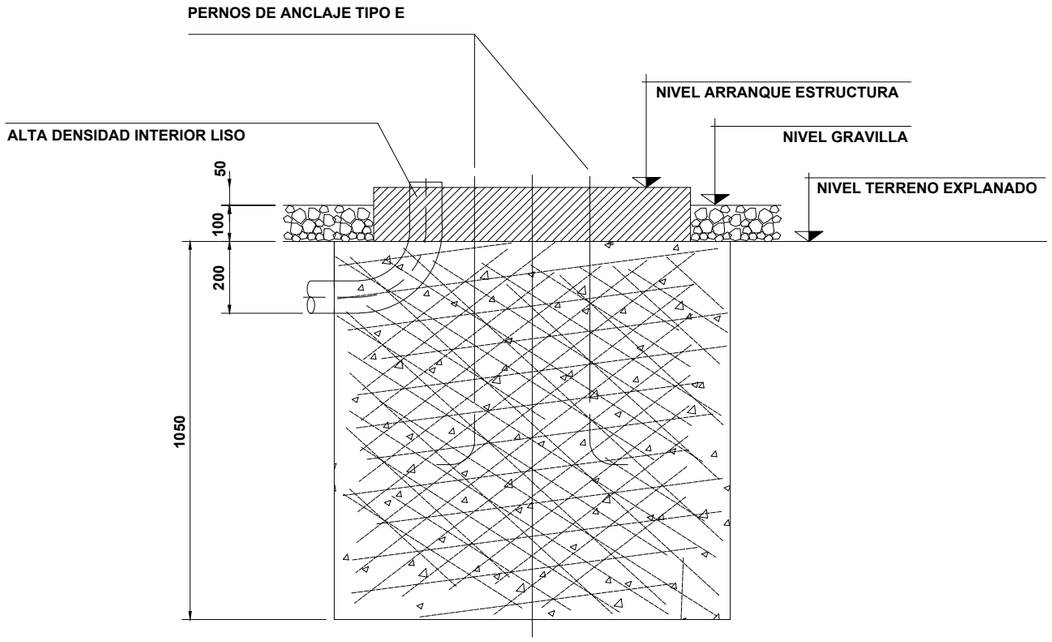
DETALLE CIMENTACIONES - PARARRAYOS

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A3	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-PLN-12-PLN-01-RY01	12	1 de 10



PLANTA



SECCION A–A

HORMIGONES.-SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) DESIGNACION DEL AMBIENTE, VER ARTICULO 8.2.1.	HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). DESIGNACION DEL AMBIENTE, VER ARTICULO 8.2.1.

HORMIGONES.- SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
1ª FASE HM-20/B/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)	2ª FASE HM-20/P/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

NOTAS:

1.- LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1ª, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2ª FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA. LA ORIENTACION DE LOS TUBOS SE REALIZARA CONFORME A LA PLANTA GRAL. OBRA CIVIL

2.- LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

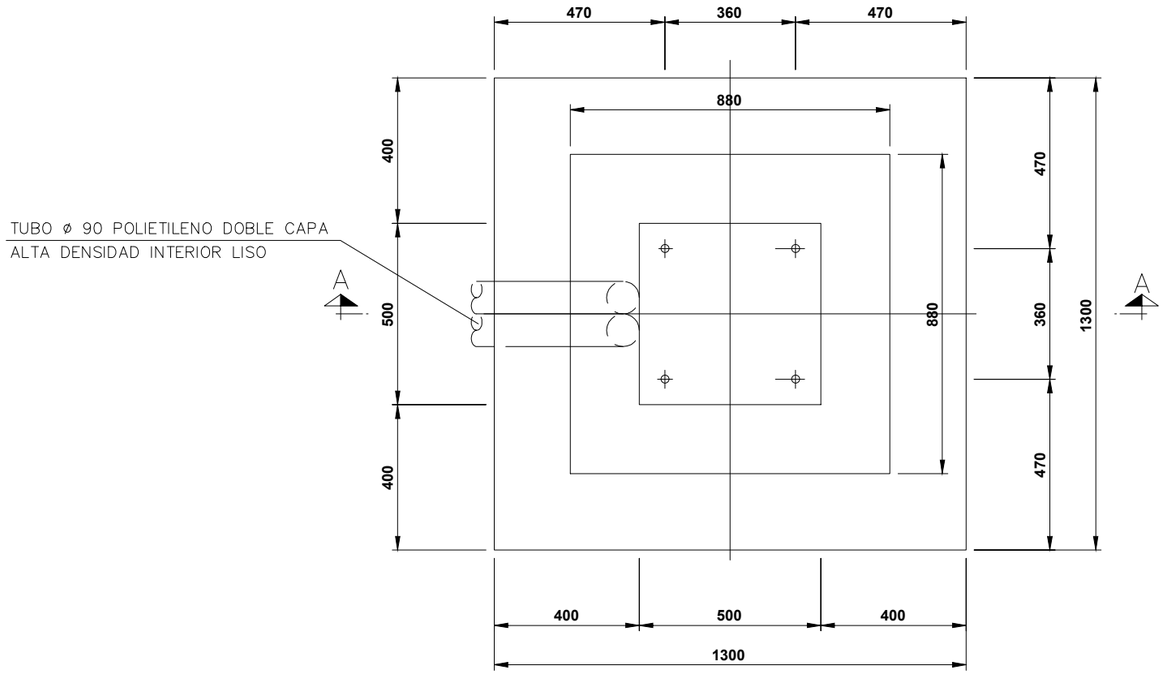
DETALLE CIMENTACIONES - TI

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A3	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

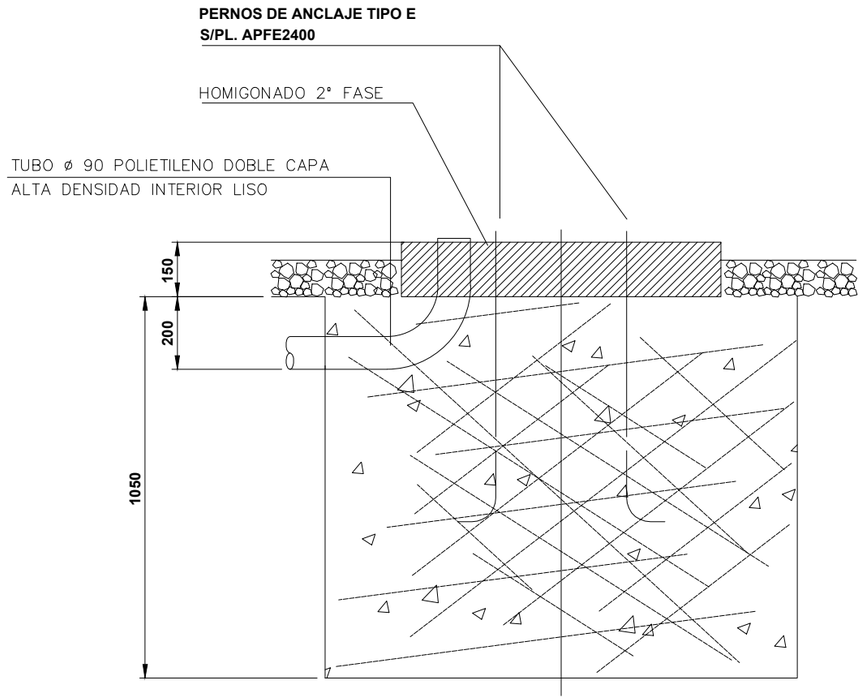
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-12-PLN-02-RY01

Dibujo Número: 12

Hoja: 2 de 10

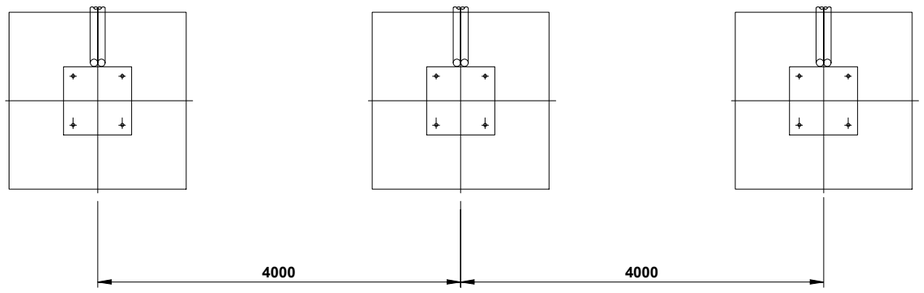


PLANTA



SECCION A–A

LADO CANAL DE CONTROL



NOTAS:

1.– LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1ª, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2ª FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA. LA ORIENTACION DE LOS TUBOS SE REALIZARA CONFORME A LA PLANTA GRAL. OBRA CIVIL
2.– LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

HORMIGONES.– SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE

1ª FASE HM–20/B/40/I	2ª FASE HM–20/P/40/I
HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)	HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

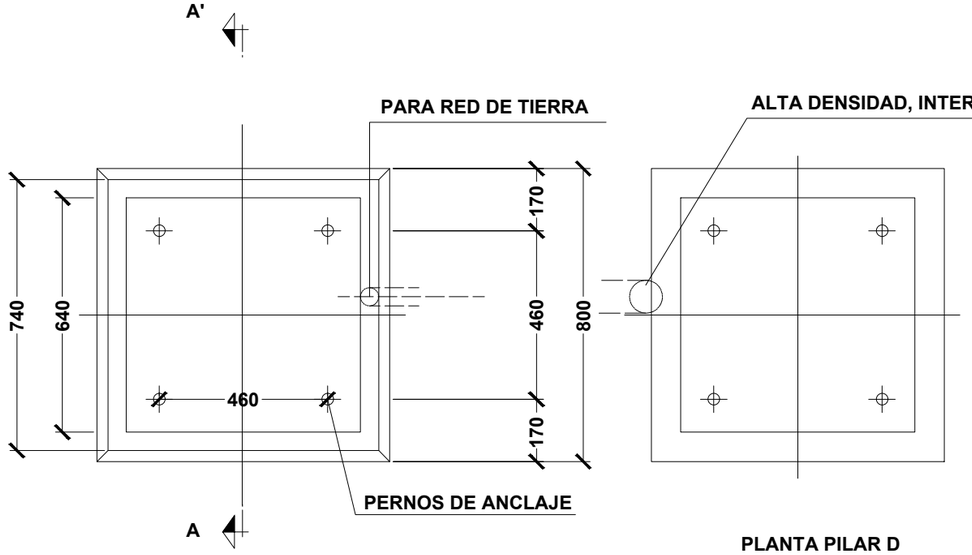
DETALLE CIMENTACIONES - TT

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A3	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

Código del Dibujo: 20036-103-PLN-12-PLN-03-RY01

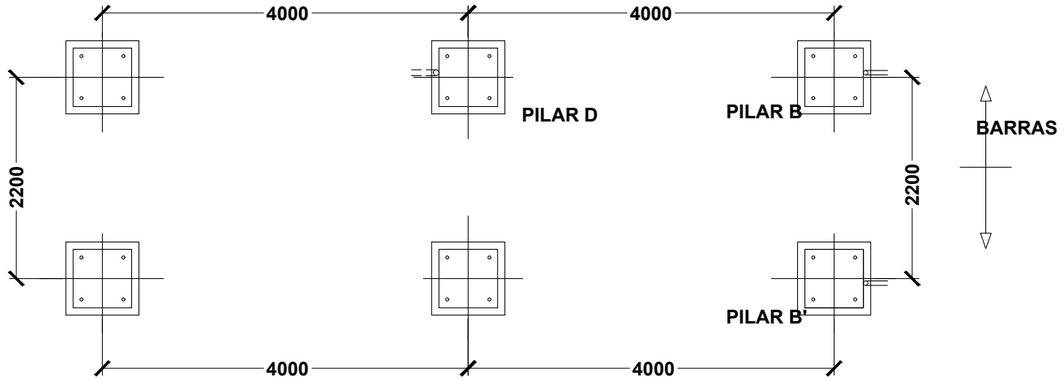
Dibujo Número: 12

Hoja: 3 de 10

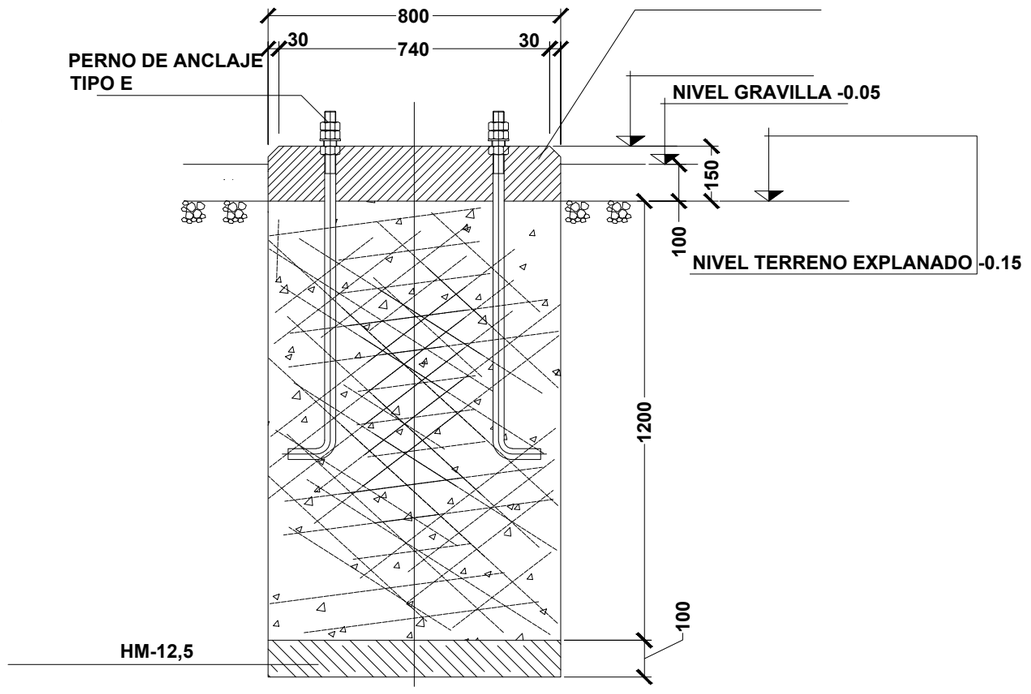


PLANTA PILAR B

PLANTA PILAR D



ESCALA 1/60



SECCION A–A

BARRAS

NOTAS:

1.– LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1ª, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2ª FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA. LA ORIENTACION DE LOS TUBOS SE REALIZARA CONFORME A LA PLANTA GRAL. OBRA CIVIL

2.– LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

HORMIGONES.– SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
1ª FASE HM–20/B/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)	2ª FASE HM–20/P/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

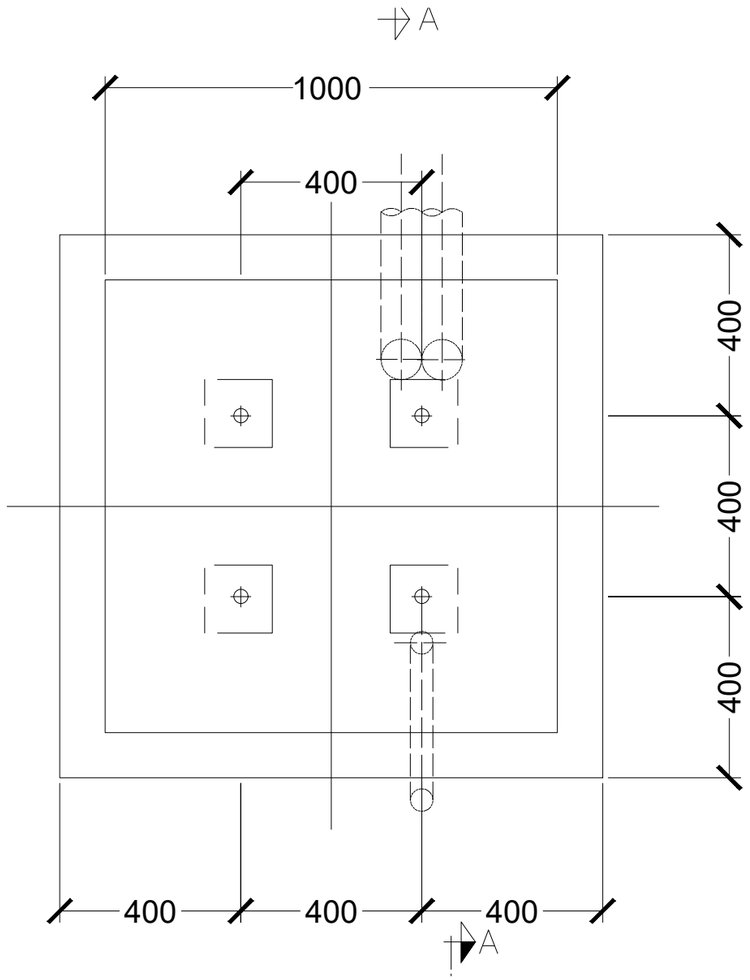
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

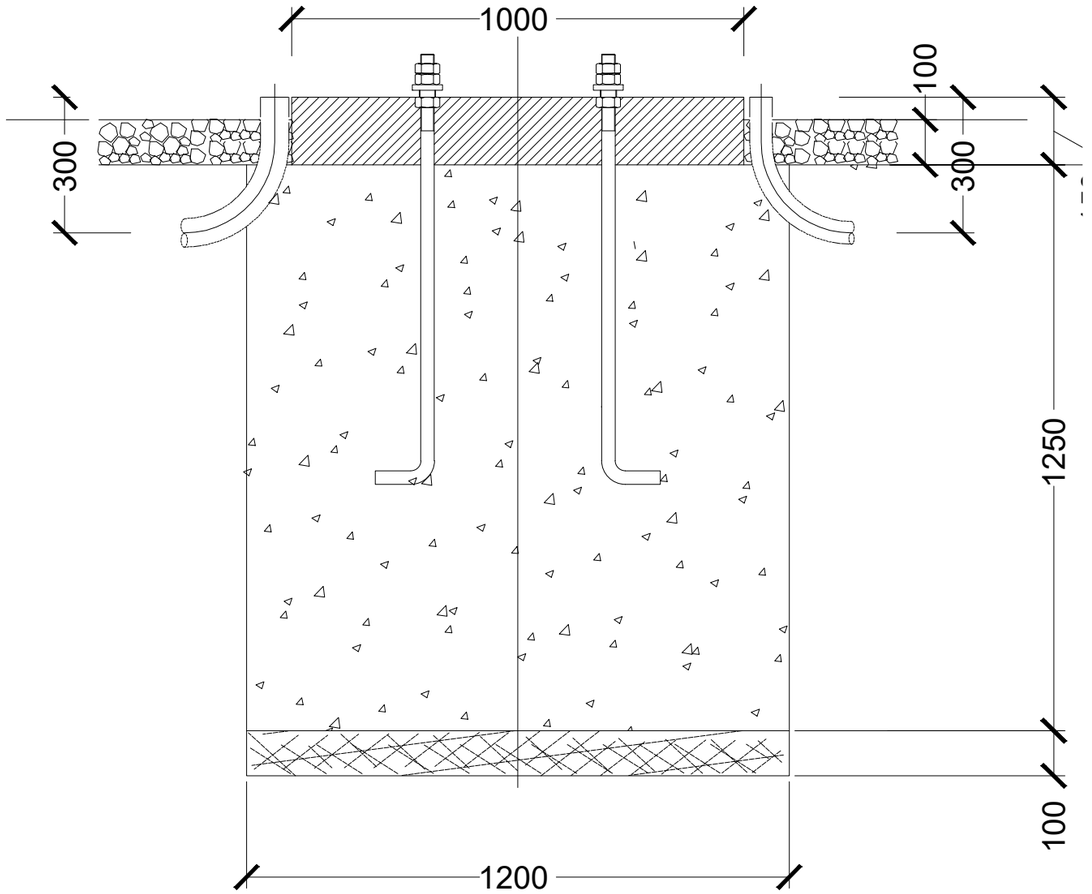
Título

DETALLE CIMENTACIONES - SECCIONADOR

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A3	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021
Código del Dibujo			**Dibujo Número**	**Hoja**
20036-103-PLN-12-PLN-04-RY01			12	4 de 10



PLANTA



SECCION A-A

HORMIGONES.– SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
1° FASE HM–20/B/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)	2° FASE HM–20/P/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

NOTAS:

1.– LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1°, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2° FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA. LA ORIENTACION DE LOS TUBOS SE REALIZARA CONFORME A LA PLANTA GRAL. OBRA CIVIL
2.– LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA–ARQUITECTURA

Proyecto

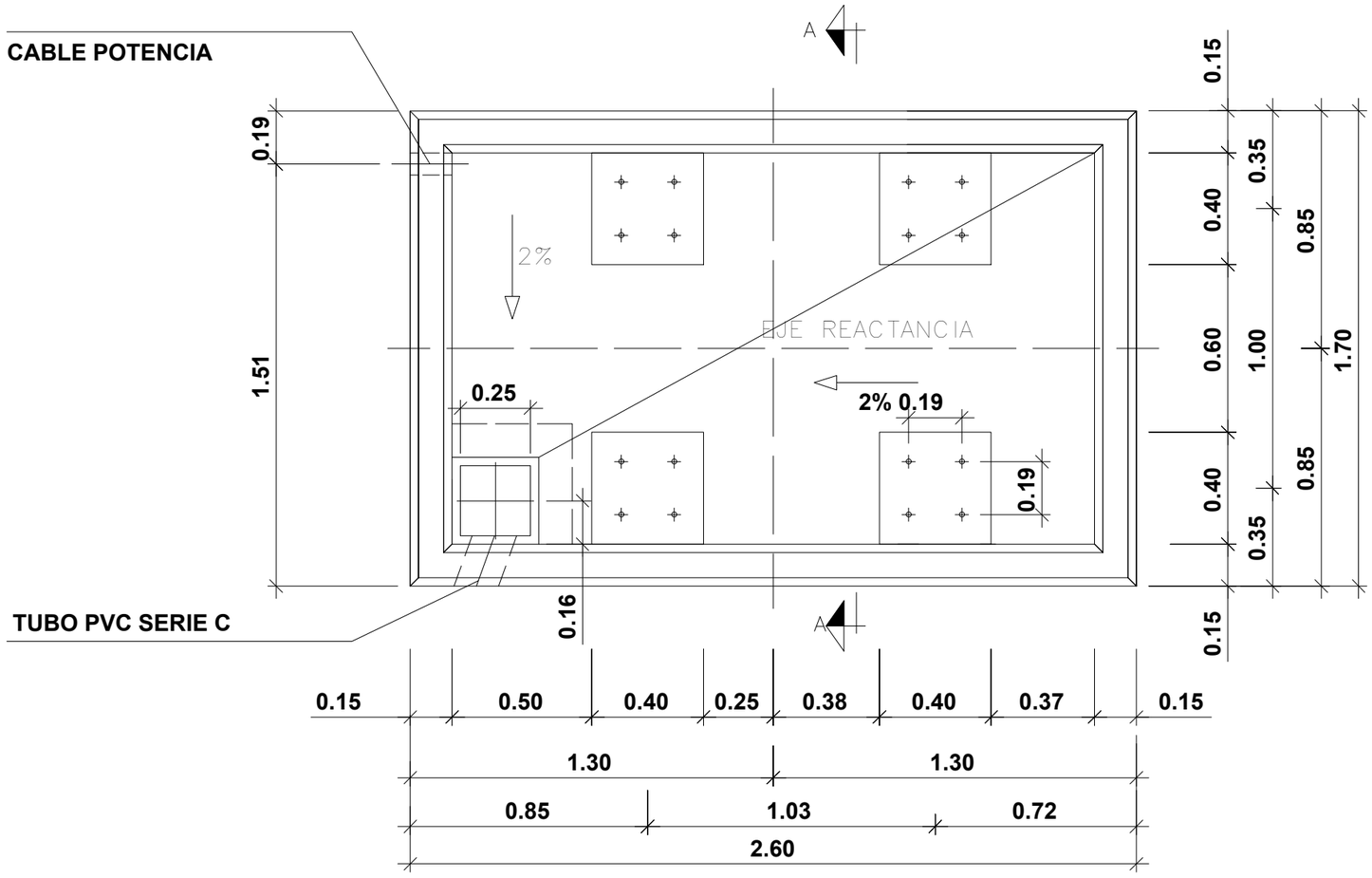
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

DETALLE CIMENTACIONES - INTERRUPTOR

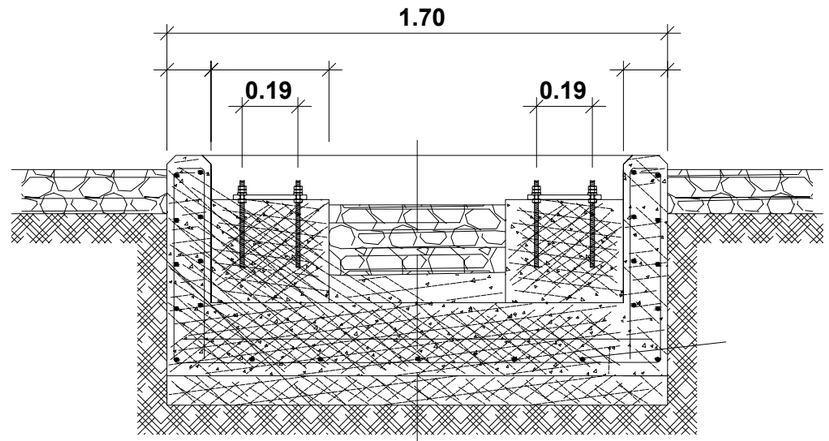
Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A3	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-PLN-12-PLN-05-RY01	12	5 de 10



PLANTA

ESCALA 1:30



SECCIÓN A-A

NOTAS:

- LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm²

HORMIGONES.- SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE
-TIPO HORMIGON UTILIZADO: HA-25/B/40/IIa HORMIGON ARMADO (HA) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 250 Kg/cm2 (25) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

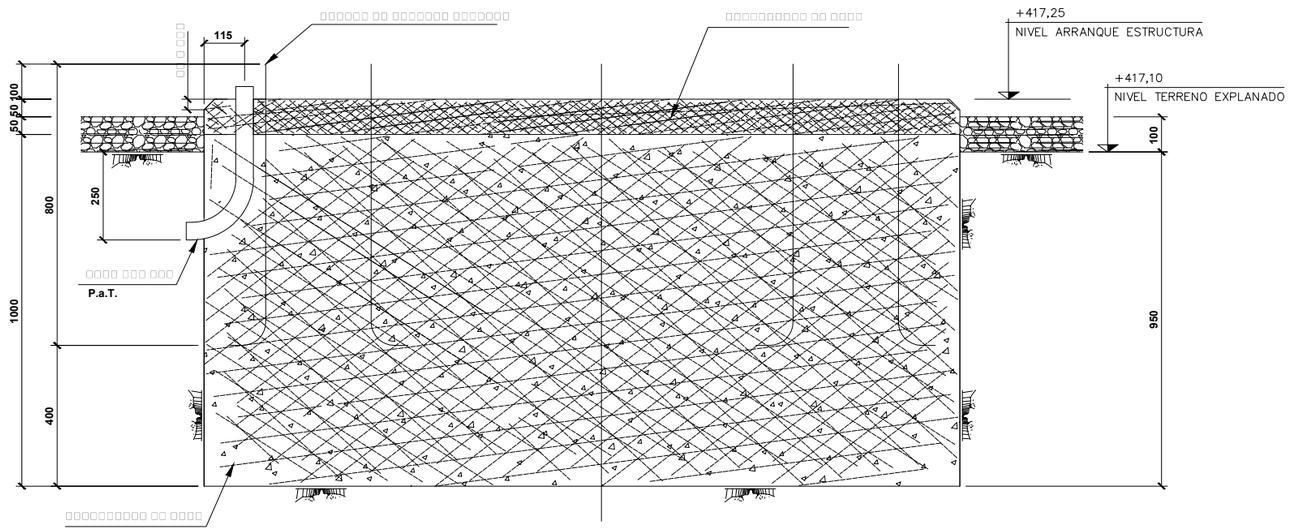
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

DETALLE CIMENTACIONES - REACTANCIA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A3	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-12-PLN-06-RY01			Dibujo Número: 12	Hoja: 6 de 10

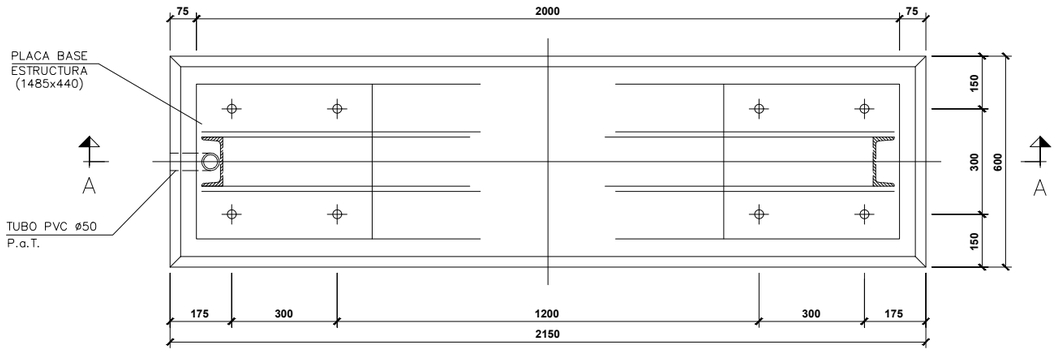


SECCIÓN A–A

CUADRO DE CARACTERISTICAS EHE–08			
ELEMENTO		CIMENTACIÓN 1ª FASE	CIMENTACIÓN 2ª FASE
HORMIGON (ART. 31)	TIPIFICACION (Art. 39.2)	HM–20–B–40–I	HM–20–P–40–I
	Resistencia característica de proyecto f_{ck} (N/mm²) a los 28 días.	20	20
	CONSISTENCIA (Art. 31.5)	BLANDA	PLASTICA
	ASIENTO DE ABRAMS (cm) (Art. 31.5)	6 a 9	3 a 5
	CEMENTO (ANEJO 4) TIPO Y CLASE	CEM I	CEM I
	ARIDOS (Art.28) Tamaño máximo (mm)	40	40
	AMBIENTE (Art. 8.2.1.)	I – NO AGRESIVO (HORMIGÓN EN MASA)	I – NO AGRESIVO (HORMIGÓN EN MASA)

CONTROL DEL HORMIGON _____ ESTADISTICO
CONTROL DE EJECUCION _____ NORMAL

COEFICIENTE DE MAYORACION DE CARGAS (Art. 12)
Permanentes γG=1'35
Variables γQ=1'50



PLANTA

NOTAS:

1.– LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1ª, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2ª FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA. LA ORIENTACION DE LOS TUBOS SE REALIZARA CONFORME A LA PLANTA GRAL. OBRA CIVIL

2.– LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA–ARQUITECTURA

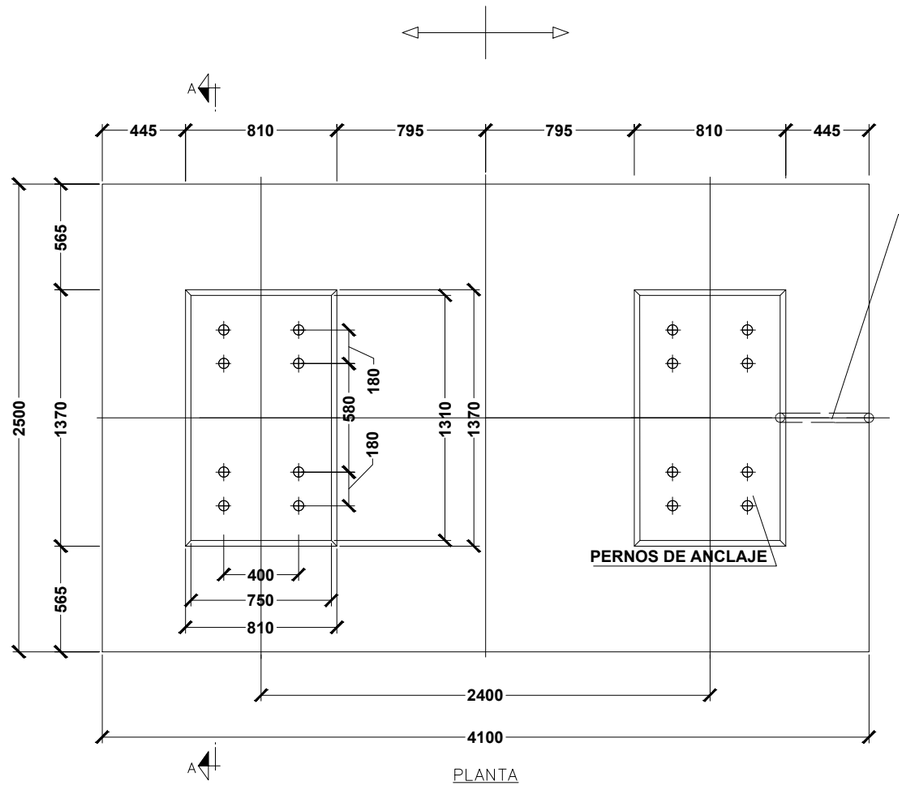
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

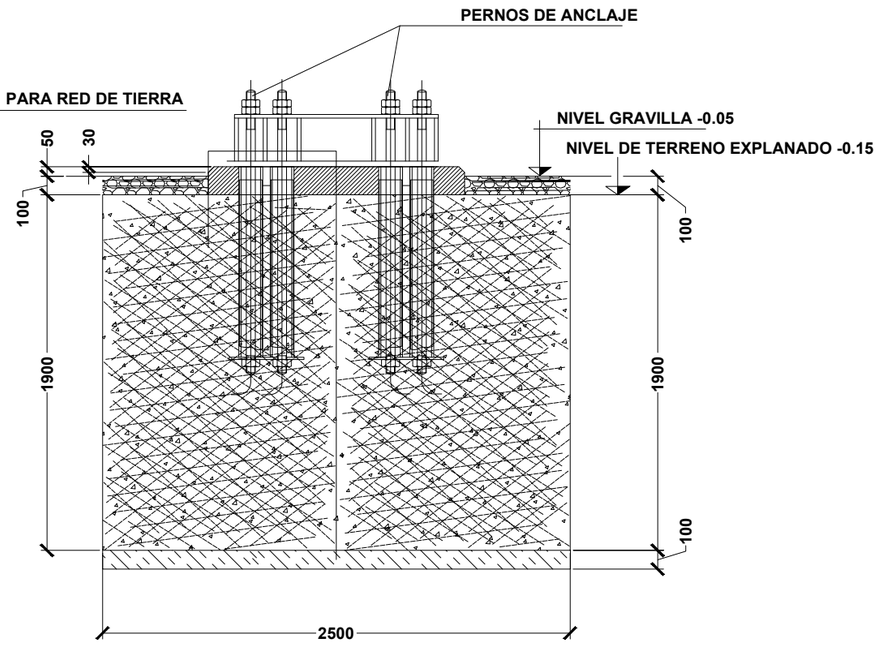
Título

DETALLE CIMENTACIONES - SUBIDA CABLES MT TRANSFORMADOR

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A3	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-12-PLN-07-RY01			Dibujo Número: 12	Hoja: 7 de 10



PLANTA



SECCION A–A

HORMIGONES.– SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE	
1ª FASE HM–20/B/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)	2ª FASE HM–20/P/40/I HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

NOTAS:

1.– LA FUNDACION SE HORMIGONARA EN DOS FASES; EN LA 1ª, SE COLOCARAN LOS PERNOS DE ANCLAJE MEDIANTE PLANTILLAS METALICAS. LA 2ª FASE SE REALIZARA DESPUES DE COLOCAR LOS TUBOS PASACABLES Y LA ESTRUCTURA METALICA. LA ORIENTACION DE LOS TUBOS SE REALIZARA CONFORME A LA PLANTA GRAL. OBRA CIVIL

2.– LA FUNDACION ESTA DIMENSIONADA PARA UN TERRENO DE CAPACIDAD PORTANTE 1,5 Kg/cm2.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA–ARQUITECTURA

Proyecto

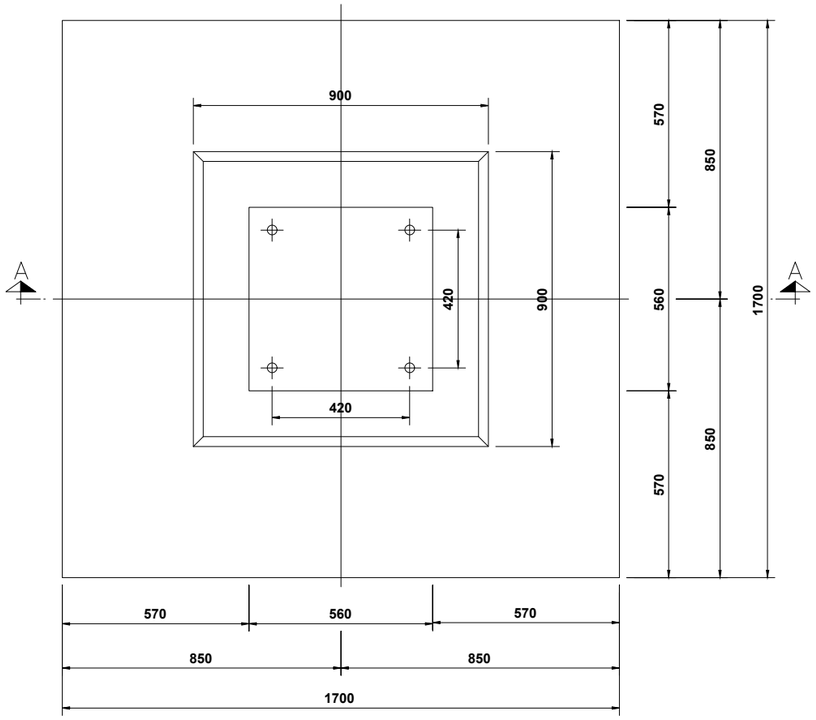
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

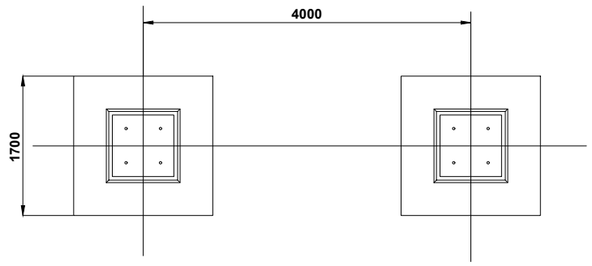
DETALLE CIMENTACIONES - PÓRTICO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A3	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

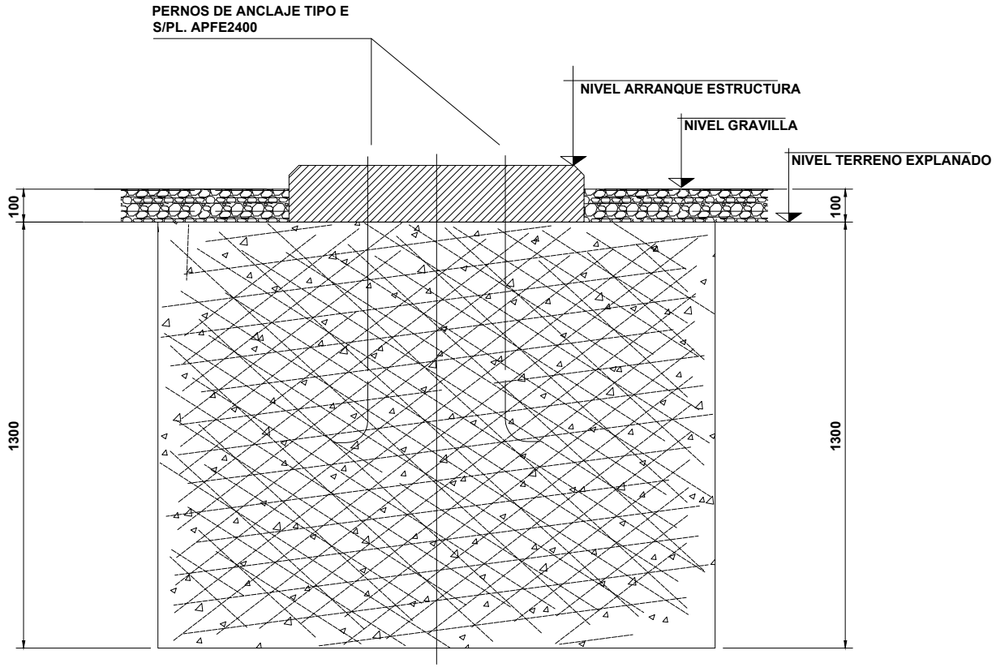
Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-PLN-12-PLN-08-RY01	12	8 de 10



PLANTA



ESQUEMA FUNDACION PORTICO BARRAS
ESCALA 1:25



SECCION A-A

HORMIGONES.-	SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE
HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, BLANDA (B) DESIGNACION DEL AMBIENTE, VER ARTICULO 8.2.1.	HORMIGON EN MASA (HM) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 200 Kg/cm2 (20) CONSISTENCIA, PLASTICA (P). DESIGNACION DEL AMBIENTE, VER ARTICULO 8.2.1.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

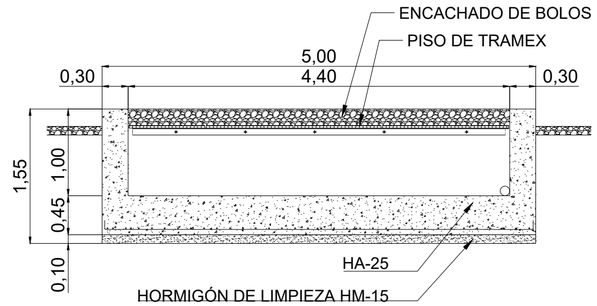
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

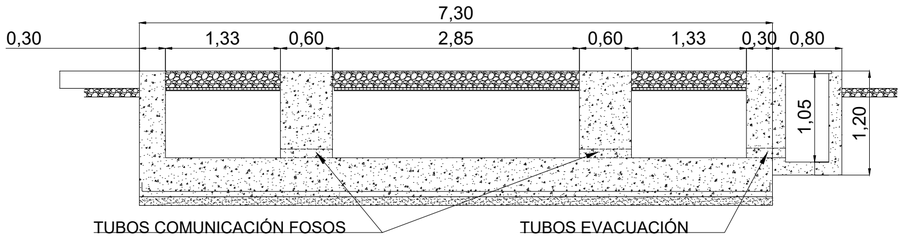
Título

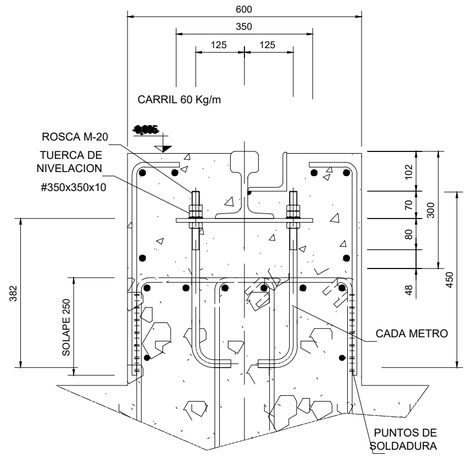
DETALLE CIMENTACIONES - BARRA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A3	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

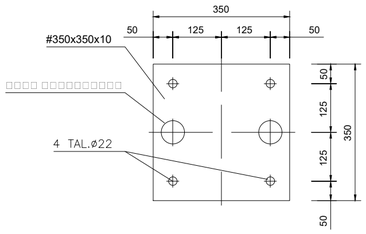
Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-PLN-12-PLN-09-RY01	12	9 de 10



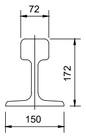




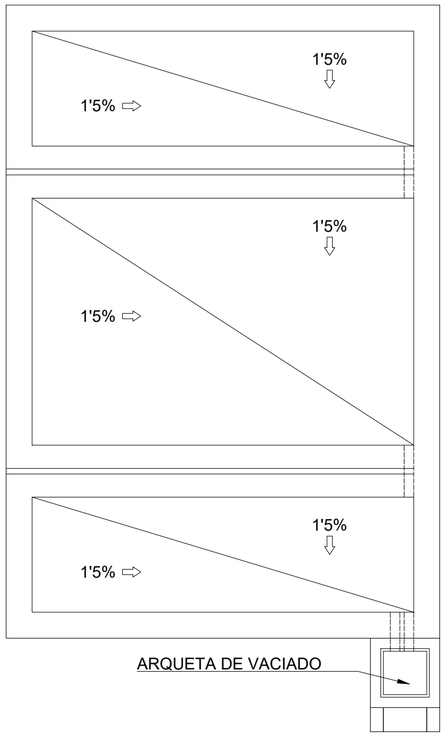
DETALLE DE FIJACIÓN CARRILAL HORMIGÓN



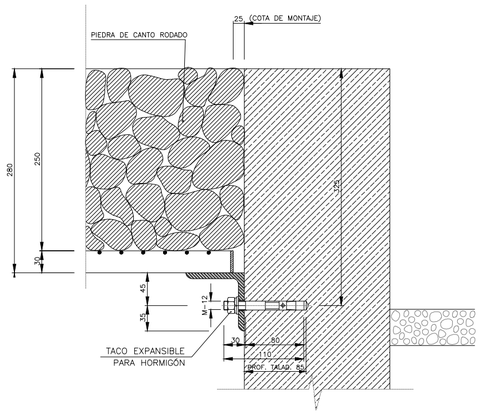
PLACA APOYO DE CARRIL



DETALLE CARRIL 60 Kg/m.

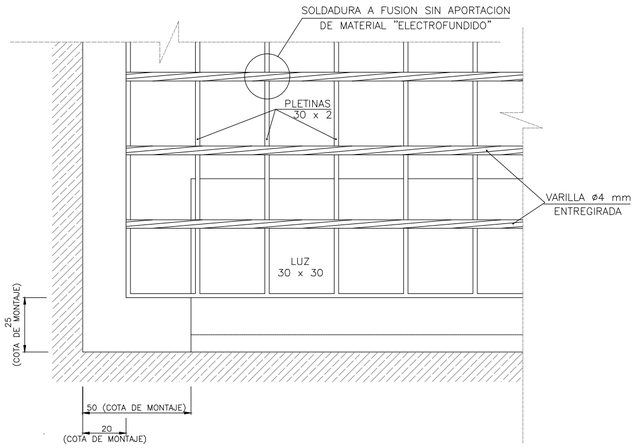


FIJACIÓN TRAMEX

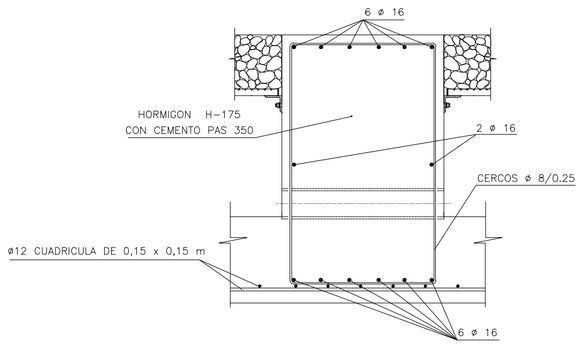


DETALLE ENTRAMADO
"TRAMEX" CUBIERTA HUECOS

GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE



DETALLE DE VIGA ARMADA



RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO
Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

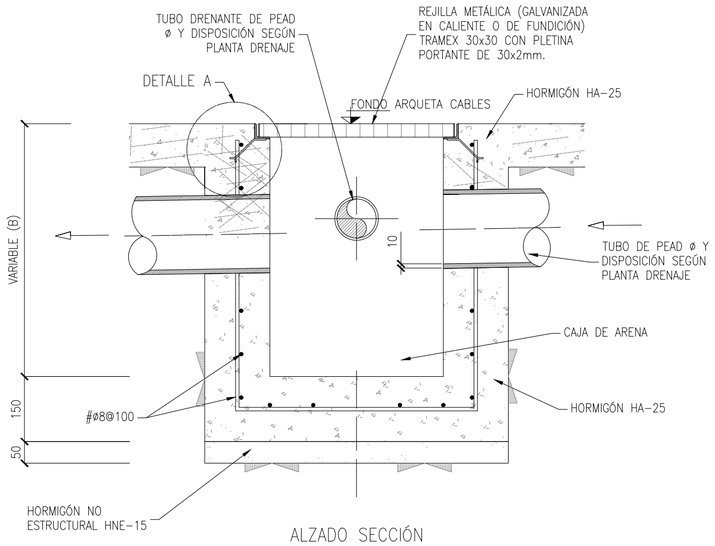
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

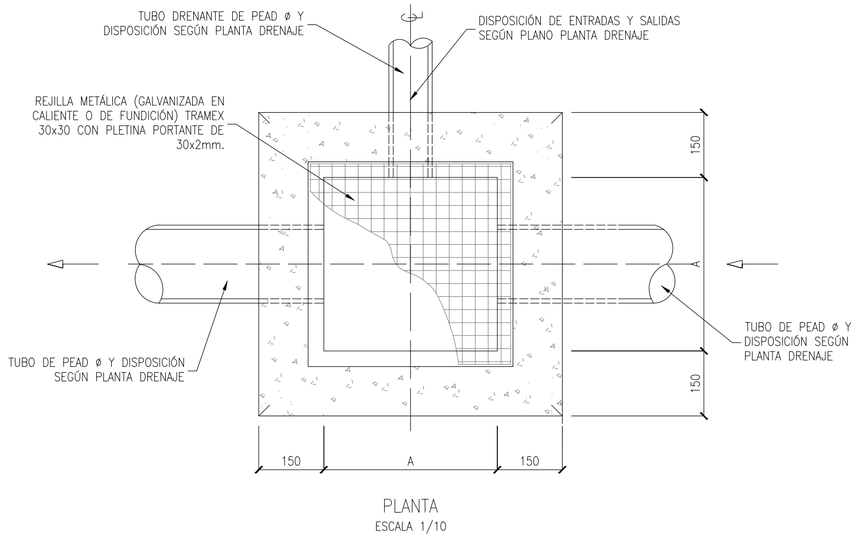
DETALLE CIMENTACIONES - TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-12-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 12	Hoja: 1 de 10

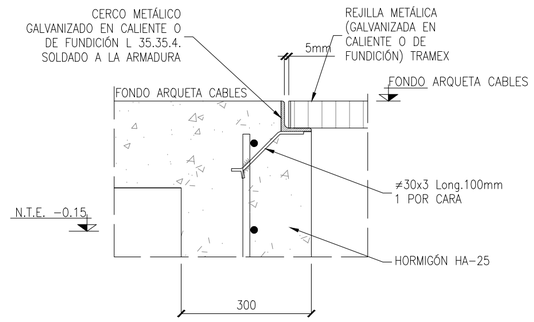
DETALLE DE ARQUETA DE DRENAJE



ALZADO SECCIÓN
ESCALA 1/10



PLANTA
ESCALA 1/10



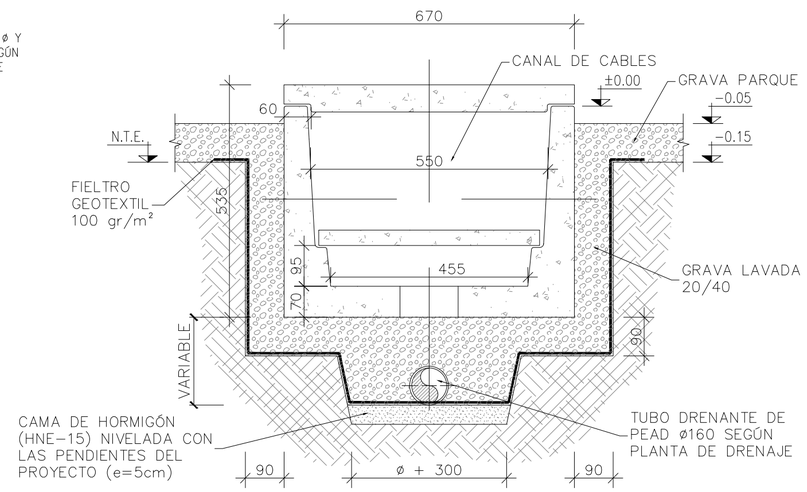
DETALLE A
ESCALA 1/5

DIMENSIONES (mm)	
A	B
400x400	400 a 500

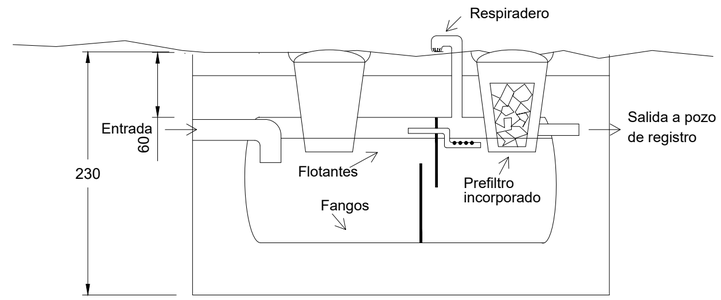
NOTAS

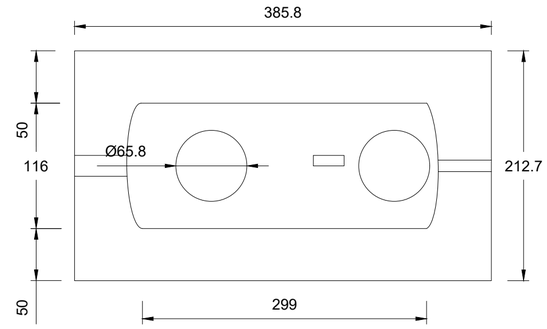
1.- PARA SITUACIÓN VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.
2.- COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.
3.- PARA SITUACIÓN Y COTAS DE NIVEL DE TUBOS VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE DRENAJES.
4- LA ARQUETA PUEDE SER DE HORMIGÓN PREFABRICADO, CON UNAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS SIMILARES A LAS INDICADAS EN EL PLANO Y CON MATERIALES DE LAS MISMAS O SUPERIORES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

DETALLE DE DRENAJE POR CANAL CABLES



DETALLE EXCAVACIÓN FOSA SÉPTICA





MOVIMIENTO DE TIERRAS:

EXCAVACIÓN: 20,19 m³
RELLENO DE ARENA: 14,76 m³
RELLENO DE TIERRA: 1,61 m³

Cotas en cm

Sin escala

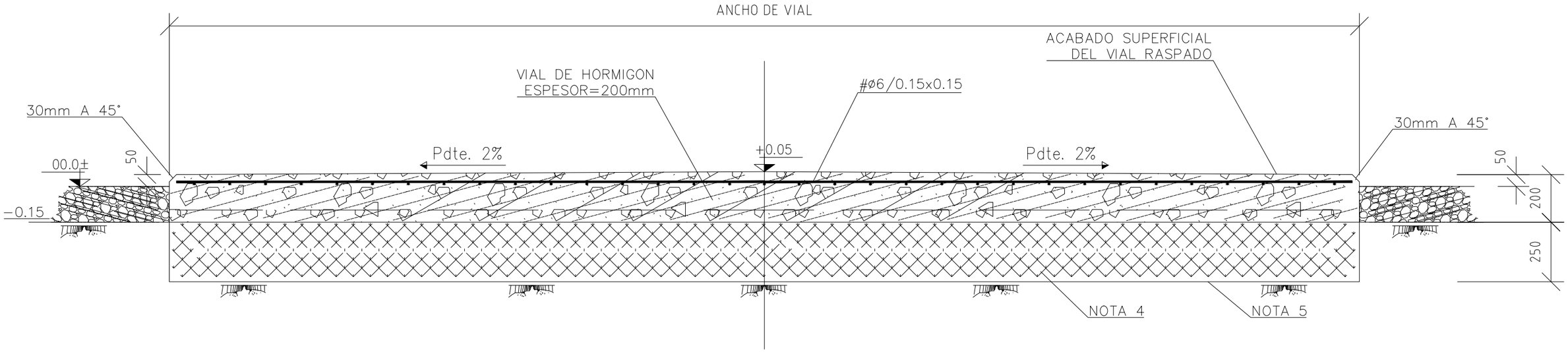
Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy
Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título: DETALLE DRENAJES Y FOSA SÉPTICA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-13-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 13	Hoja: 1 de 1



NOTAS:

1. COTAS Y ELEVACIONES EN METROS.
2. PARA SITUACION Y ANCHO DEL VIAL VER PLANTA DE FUNDACIONES Y CANALES DE CABLES.
3. LAS JUNTAS DE HORMIGONADO, SE HARAN COINCIDIR CON LAS JUNTAS DE DILATACION. SE REALIZARAN JUNTAS TRANSVERSALES DE DILATACION CADA 5m O 25m2
4. SUBBASE CON MATERIAL SELECCIONADO DE PRESTAMO COMPACTADO AL 98% P.M.
5. EXPLANADA TIPO E1 SEGUN NORMA G.1−IC (Ev2>60). SECCIONES DE FIRMES
6. TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO CONSIDERADA EN CALCULO 1,5 Kg/cm□.

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN EHE−08

ELEMENTO	−	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO *art.−32.2 y 39.2*	NIVEL CONTROL *art. 86-87-88*	RECUBRIMIENTO MINIMO DE LAS ARMADURAS (cm)	COEFICIENTE DE MAYORACION DE ACCIONES *ACCIONES art.−12.1*					COEFICIENTE DE SEGURIDAD PARA LOS *MATERIALES art.−15.3*		
					SITUACION		G	p	G*	Q	SITUACION	c	s
HORMIGON	LIMPIEZA Y REGULARIZACION	HL−D−150/B/20		0	PERSISTENTE O TRANSITORIA	EFECTO FAVORABLE	1.00	1.00	1.00	0.00	PERSISTENTE O TRANSITORIA	1.50	1.15
	HORMIGON NO ESTRUCTURAL	HNE−15/B/30		0									
	EN MASA	HM−20/B/40/I	ESTADISTICO	0									
	CIMENTACION Y MURO	HA−25/B/20/(*)	ESTADISTICO	(**)		EFECTO DESFAVORABLE	1.35	1.00	1.50	1.50			
	VIGAS	HA−25/B/20/(*)	ESTADISTICO	(**)									
	LOSAS / SOLERAS	HA−25/B/20/(*)	ESTADISTICO	(**)	ACCIDENTAL	EFECTO FAVORABLE	1.00	1.00	1.00	0.00	ACCIDENTAL	1.30	1.00
ACERO	TODOS LOS ELEMENTOS	B 500 S	NORMAL	0									
	BARRAS DE ACERO	B 500 S	NORMAL	0									
	MALLAS ELECTROSOLDADAS	B 500 T	NORMAL	0		EFECTO DESFAVORABLE	1.00	1.00	1.00	1.00			
EJECUCION *(CAPITULO 17)*			NORMAL	0									

(*) *TIPO DE AMBIENTE*. Definido en el artículo 8.2 EHE−08. Ambiente considerado para el PROYECTO TIPO: IIa
(**) *RECUBRIMIENTO*. Definido en el artículo 37 EHE−08. Según el tipo de hormigón (HA−25) y el tipo de ambiente (IIa), se ha considerado para el calculo un recubrimiento de 3.5 cm.

RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO
Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

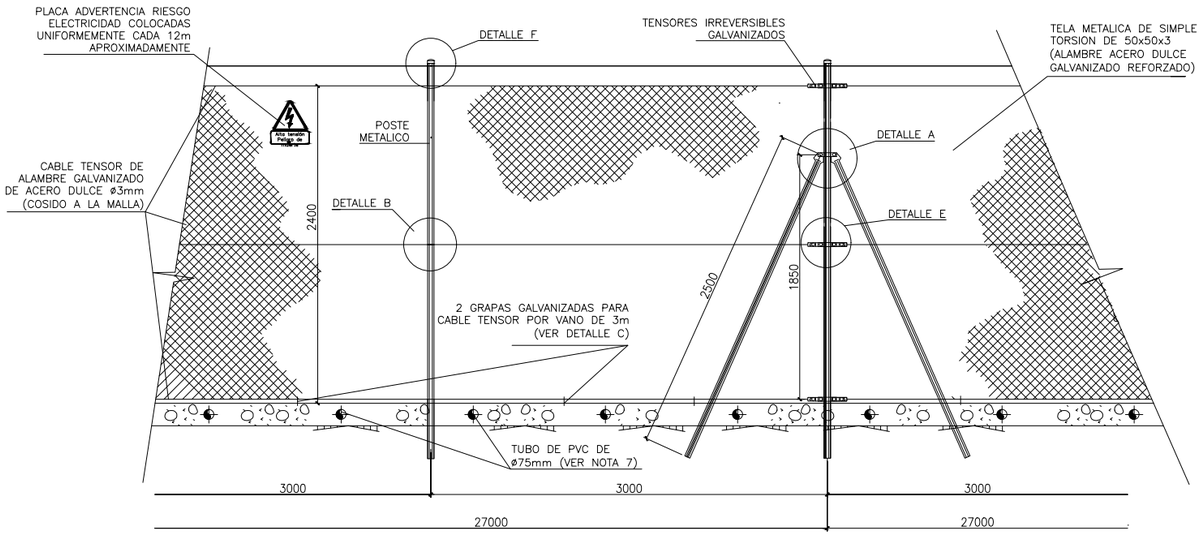
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

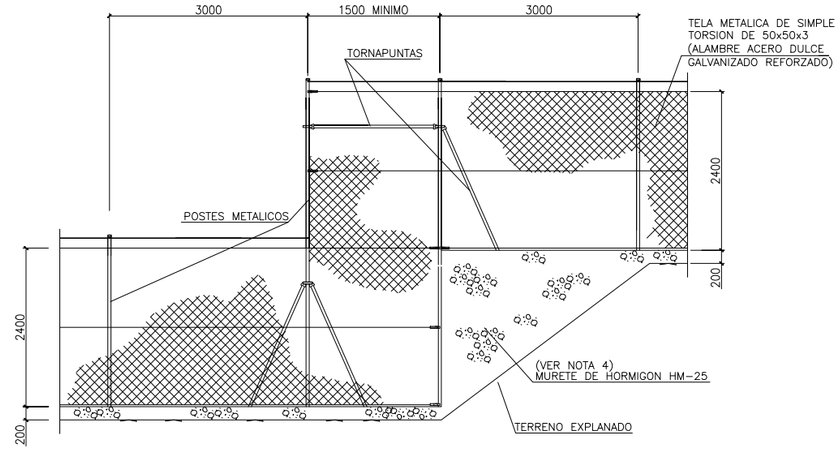
Título

DETALLE VIALES

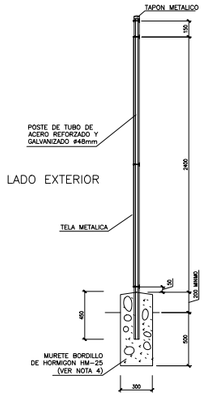
Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-14-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 14	Hoja: 1 de 1



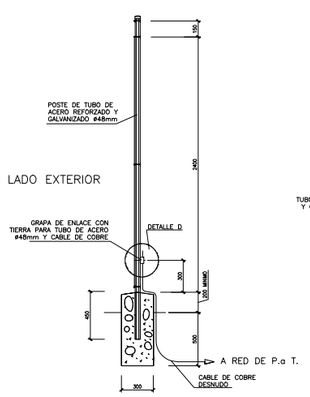
ALZADO TIPO
ESCALA 1:30



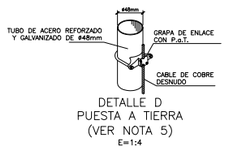
ALZADO TIPICO EN TALUDES



PERFIL TIPO



SECCION TIPO
DETALLE DE P.a.T.
(VER NOTA 5)



DETALLE D
PUESTA A TIERRA
(VER NOTA 5)
E=1:4

NOTAS.–

1.– COTAS Y ELEVACIONES EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

2.– EN LOS TRAMOS LARGOS, CADA 27.00 METROS SE MONTARAN TORNAPUNTAS DE ANCLAJE ADEMAS DE TODAS LAS ESQUINAS O CAMBIO DE DIRECCION.

3.– LA JUNTA DE HORMIGONADO DEL MURETE SE REALIZARA ENTRE DOS POSTES, EVITANDO QUE COINCIDA CON LOS TORNAPUNTAS.

4.– CUANDO LA ALTURA DEL MURETE DE HORMIGON SOBRE EL N.T.E. SEA SUPERIOR A 50cm, SE DEBERA ARMAR CON UNA # ø6/150x150mm. POR AMBAS CARAS (B–400 S).

5.– PARA SITUACION DE LOS PUNTOS DE PUESTA A TIERRA VER PLANO DE PLANTA GENERAL DE LA RED DE PUESTA A TIERRA.

6.– TODO EL MATERIAL SERA GALVANIZADO.

7.– EN EL MURETE DEL CERRAMIENTO EN LAS ZONAS DE RELLENO, SE DISPONDRAN DESAGÜES FORMADOS POR TUBOS DE PVC ø75 mm CADA METRO, DE FORMA QUE EL NIVEL INFERIOR DE DICHOS TUBOS COINCIDA CON EL NIVEL SUPERIOR DE LA CAPA DE GRAVA.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

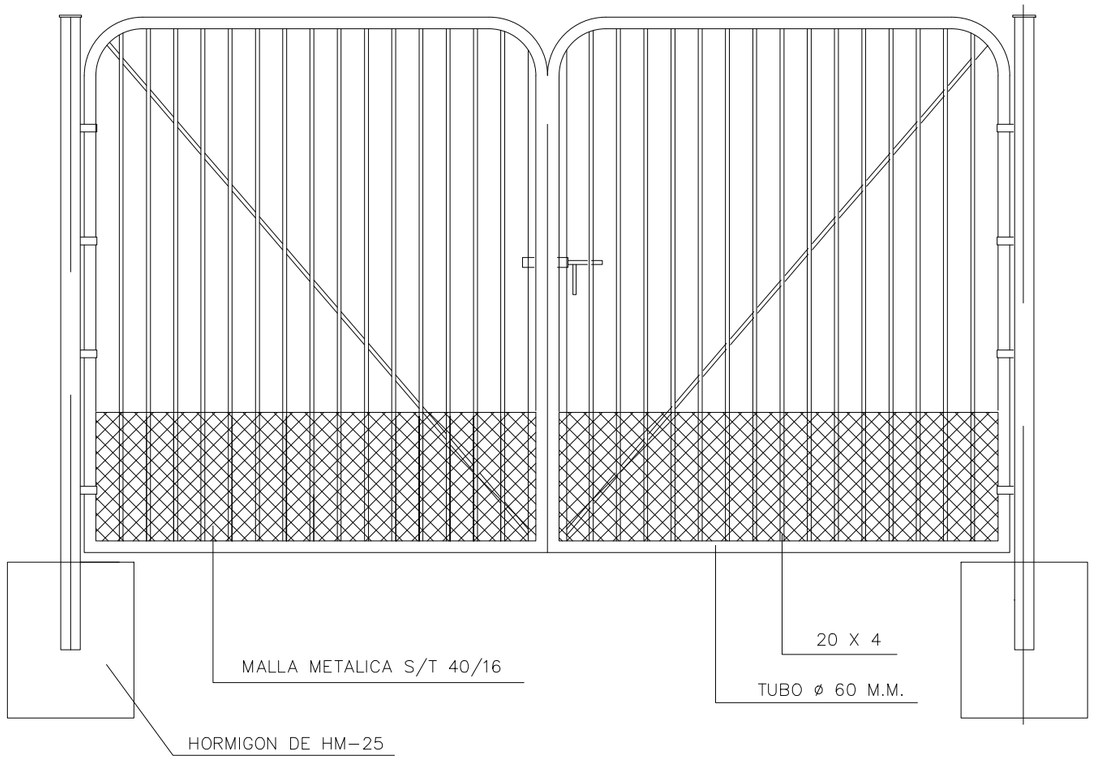
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

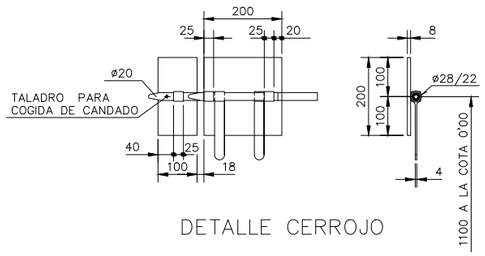
Título

DETALLE CERRAMIENTO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-15-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 15	Hoja: 1 de 2



ALZADO DE PUERTA DE ACCESO



DETALLE CERROJO

MALLA SIMPLE TORSION
ALAMBRE DE 5 M.M., GALAVANIZADA
EN CALIENTE SIN ACABADO DE POLIESTER
POSTES EN CHAPA DE ACERO SOLDADO DE 60 x 60 M.M.
Y 1,5 M.M. DE ESPESOR GALVANIZADOS

HORMIGONES: SEGUN EL ARTICULO 39 DE LA INSTRUCCION EHE
-TIPO HORMIGON UTILIZADO: HA-25/B/40/IIa HORMIGON ARMADO (HA) RESISTENCIA CARACTERISTICA, 250 Kg/cm2 (25) CONSISTENCIA, BLANDA (B) TAMAÑO MAXIMO DEL ARIDO, 40 mm (40)

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

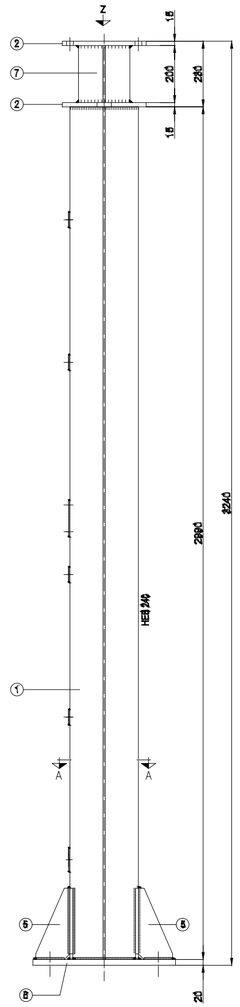
DETALLE CERRAMIENTO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

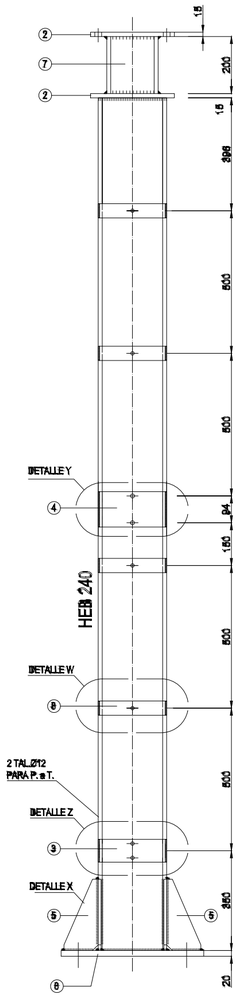
Código del Dibujo: 20036-103-PLN-15-PLN-02-RY01

Dibujo Número: 15

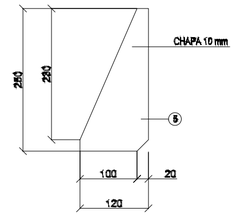
Hoja: 2 de 2



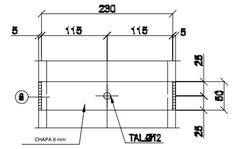
ALZADO LATERAL



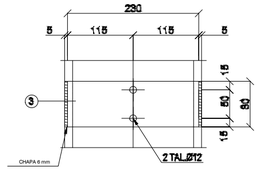
ALZADO PRINCIPAL



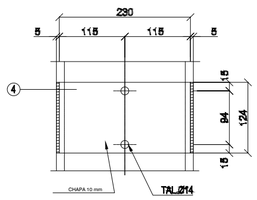
DETALLE X - ESCALA 1:5



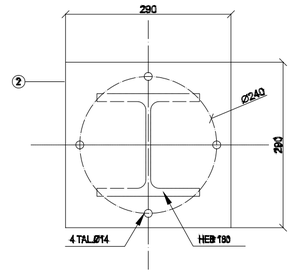
DETALLE W - ESCALA 1:5



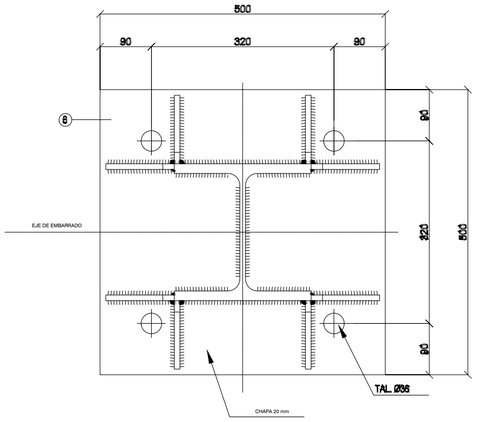
DETALLE Z - ESCALA 1:5



DETALLE Y - ESCALA 1:5



VISTA POR Z - ESCALA 1:5



SECCIÓN A-A' - ESCALA 1:5

SOLDADURA: Según NORMA BDSE-A
La garganta de los cordones de soldadura será de 0,7 de las piezas a soldar
PROTECCIÓN: Galvanizado en Caliente según NORMA UNE 37-508-88
CLASE DE RESISTENCIA DE LA TORNILLERÍA: 8,8 según DIN 267

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

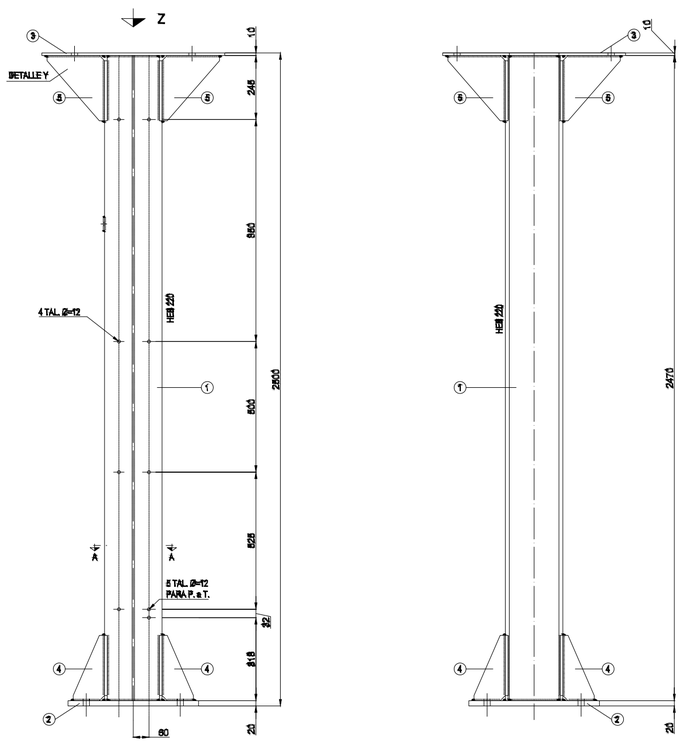
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

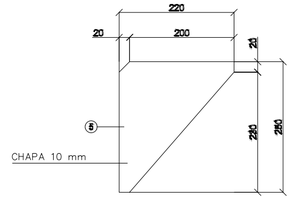
Título

DETALLE ESTRUCTURAS - PARARRAYOS

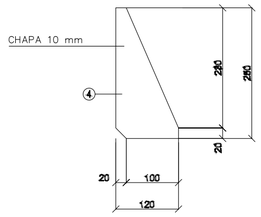
Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A2	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-16-PLN-01-RY01	16	1 de 7

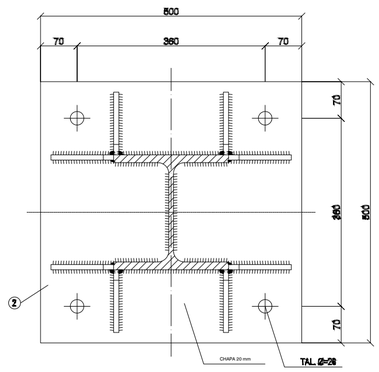




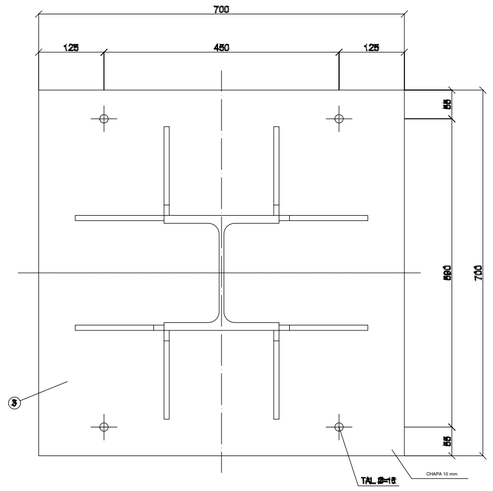
DETALLE Y - ESCALA 1:5



DETALLE X - ESCALA 1:5



SECCIÓN A-A' - ESCALA 1:5



VISTA POR Z - ESCALA 1:5

CLASE DE ACERO: S275JR
SOLDADURA: Según NORMA BDSE-A
La garganta de los cordones de soldadura será de 0,7 de las piezas a soldar
PROTECCIÓN: Galvanizado en Caliente según NORMA UNE 37-508-88
CLASE DE RESISTENCIA DE LA TORNILLERÍA: 8,8 según DIN 267

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

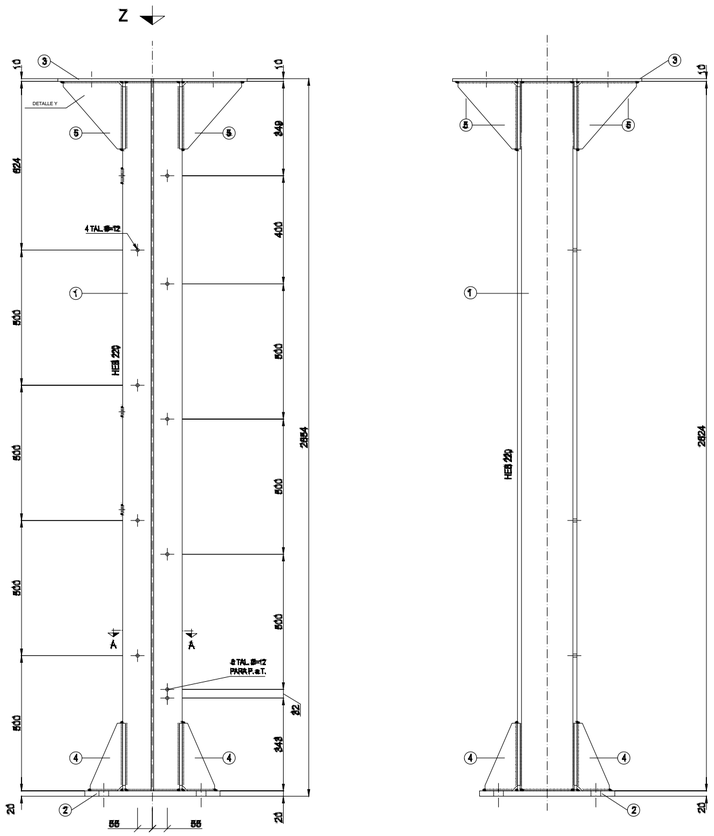
Proyecto

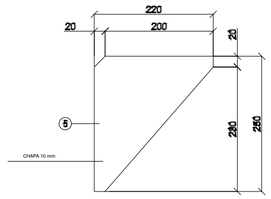
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

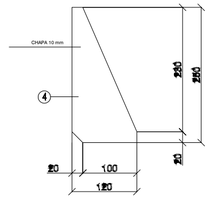
DETALLE ESTRUCTURAS - TTs

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-16-PLN-02-RY01			Dibujo Número: 16	Hoja: 2 de 7

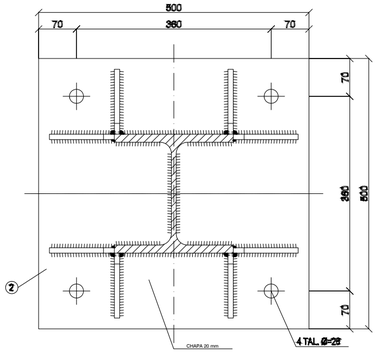




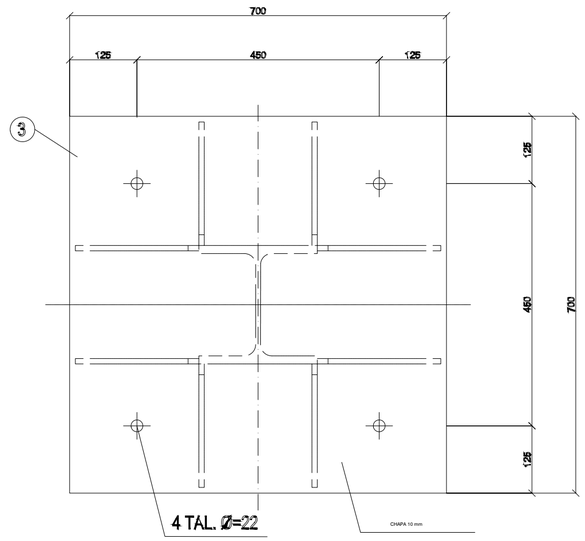
DETALLE Y - ESCALA 1:5



DETALLE X - ESCALA 1:5



SECCIÓN A-A' - ESCALA 1:5



SOLDADURA: Según NORMA BDSE-A
La garganta de los cordones de soldadura será de 0,7 de las piezas a soldar
PROTECCIÓN: Galvanizado en Caliente según NORMA UNE 37-508-88
CLASE DE RESISTENCIA DE LA TORNILLERÍA: 8,8 según DIN 267

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

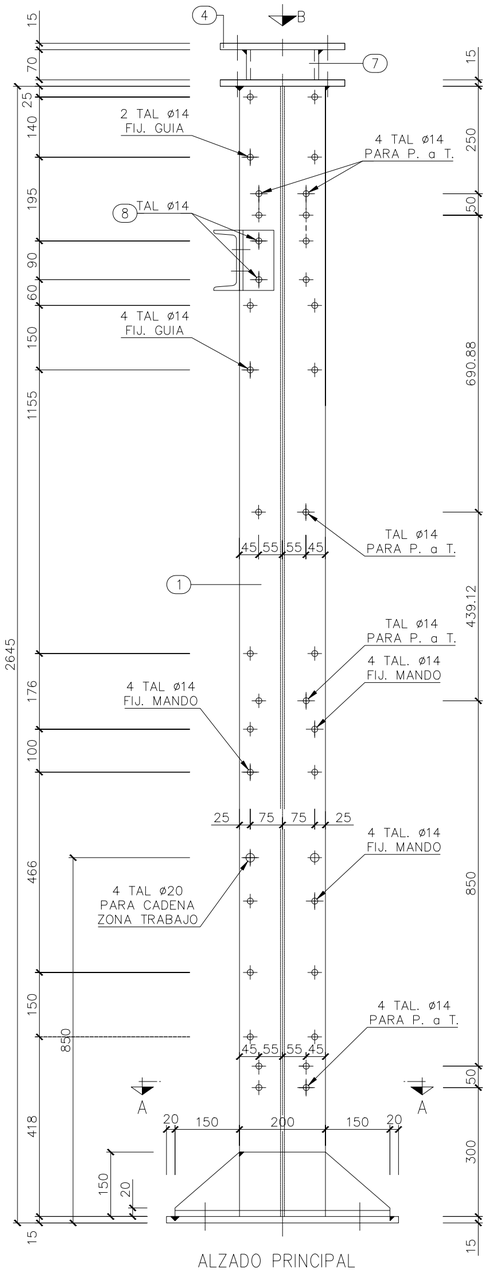
DETALLE ESTRUCTURAS - TTs

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

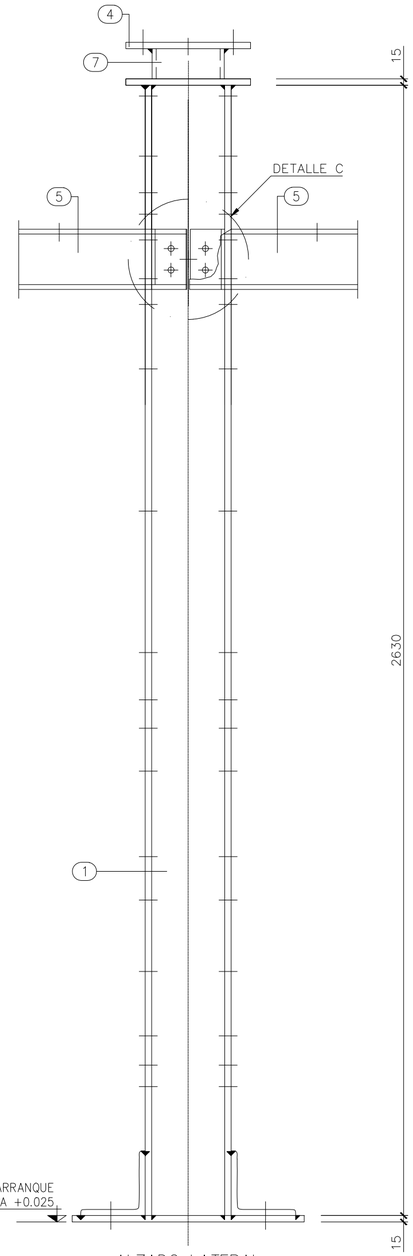
Código del Dibujo: 20036-103-16-PLN-03-RY01

Dibujo Número: 16

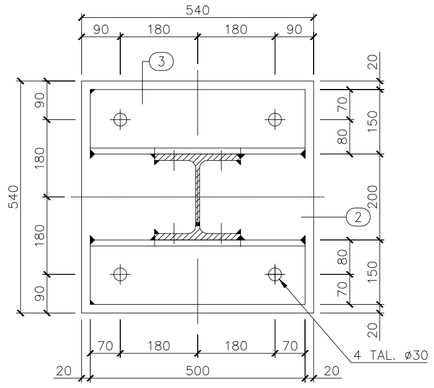
Hoja: 3 de 7



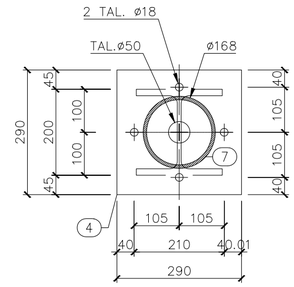
ALZADO PRINCIPAL



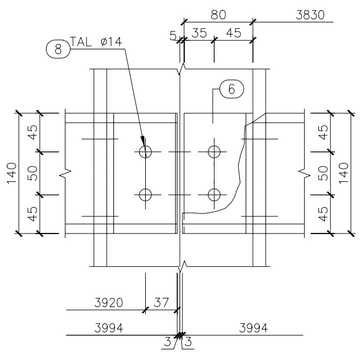
ALZADO LATERAL



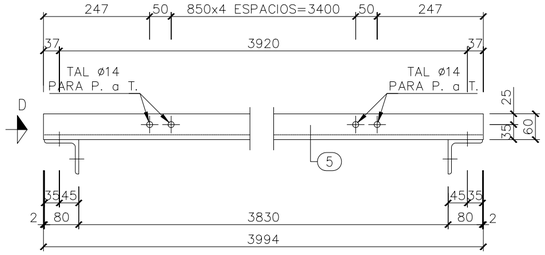
SECCION A–A



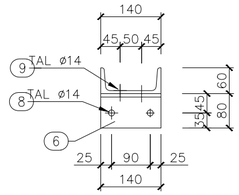
VISTA POR
B



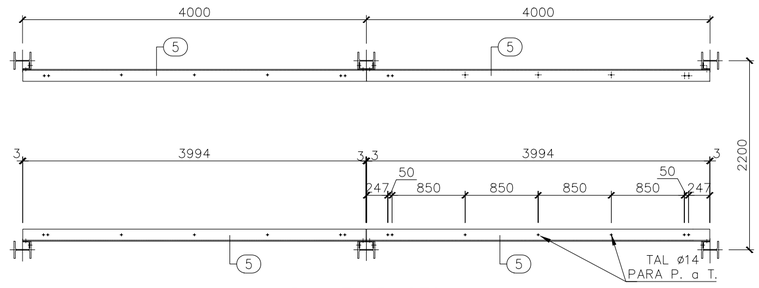
DETALLE C
ESCALA 1:5



DETALLE POS. 5



ALZADO LATERAL
(VISTA POR D)



PLANTA PILOTO
ESCALA 1:50

NOTAS:

1. LA GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA EL 0.7 DEL ESPESOR MINIMO DE LAS PIEZAS A SOLDAR

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

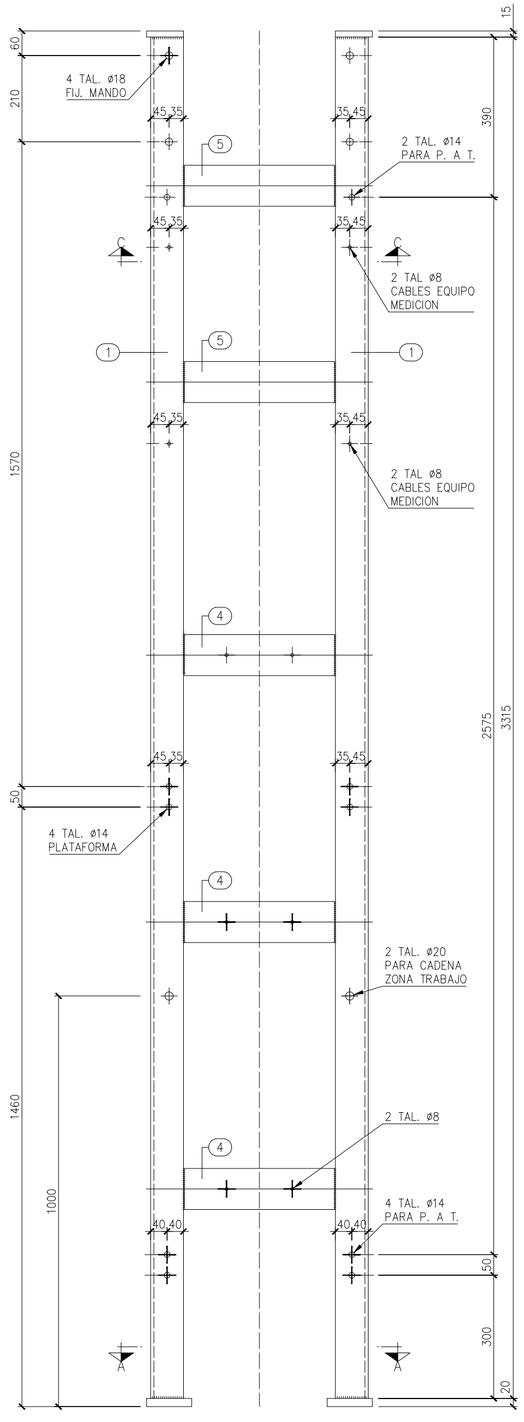
Título

DETALLE ESTRUCTURAS - SECCIONADOR

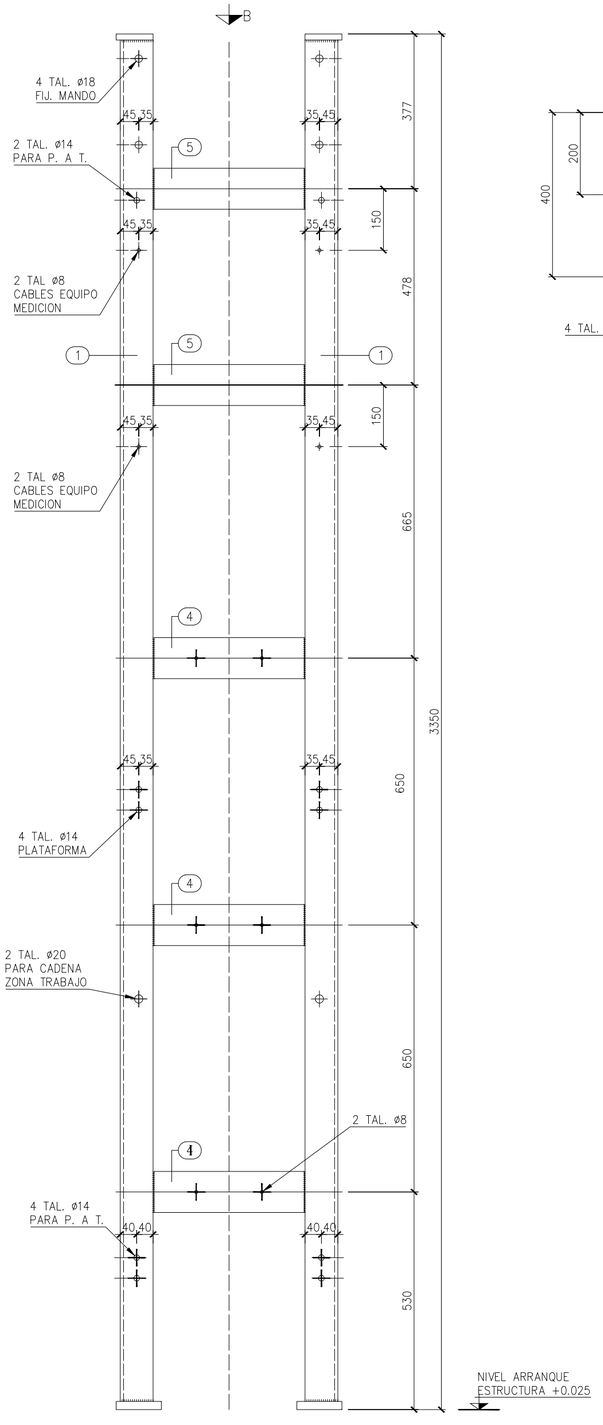
Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A2	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

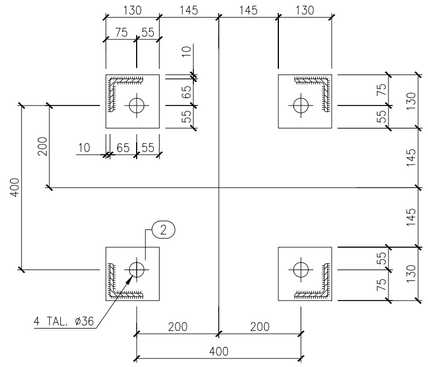
Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-16-PLN-04-RY01	16	4 de 7

ALZADO PRINCIPAL
ESCALA 1:10

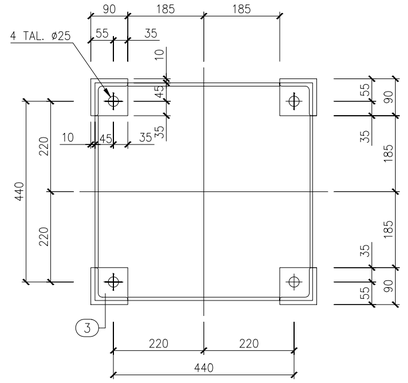


ALZADO LATERAL
ESCALA 1:10

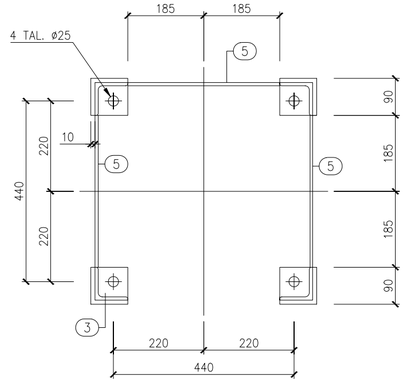




SECCION
A–A



VISTA POR B



VISTA POR C

NOTAS:
1. LA GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA EL 0.7 DEL ESPESOR MINIMO DE LAS PIEZAS A SOLDAR.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

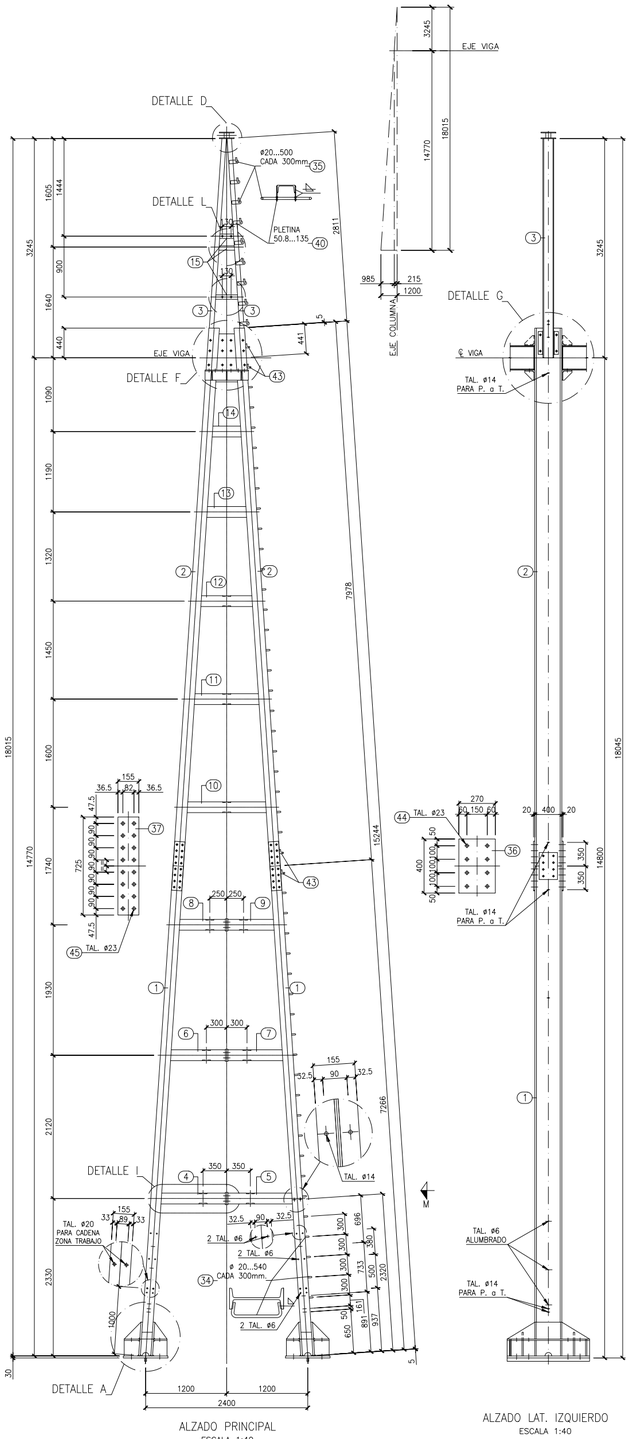
DETALLE ESTRUCTURAS - INTERRUPTOR

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

Código del Dibujo: 20036-103-16-PLN-05-RY01

Dibujo Número: 16

Hoja: 5 de 7

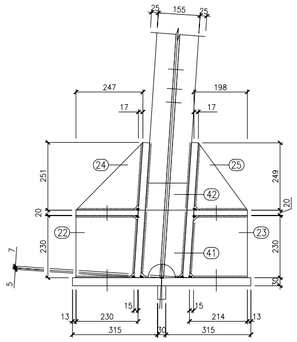


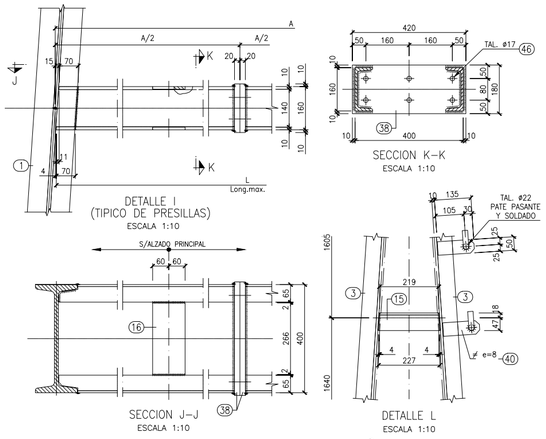
ALZADO PRINCIPAL
ESCALA 1:40

ALZADO LAT. IZQUIERDO
ESCALA 1:40

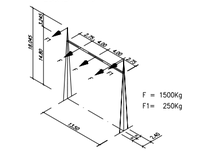


VISTA POR M
ESCALA 1:40





CUADRO DE DIMENSIONES DE PRESILLAS			
POS.	COTA "A"	COTA "L"	OBSERVACIONES
4–5	2082	2074	CON 2 =/= POS 16
6–7	1604	1796	CON 2 =/= POS 16
8–9	1548	1540	CON 2 =/= POS 16
10	1316	1308	CON 2 =/= POS 16
11	1103	1095	CON 2 =/= POS 16
12	910	902	CON 2 =/= POS 16
13	734	726	--
14	575	567	--



ESQUEMA DE CARGAS
VIENTO 140 Km/h

NOTAS:

1. LA GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERÁ EL 0.7 DEL ESPESOR MÍNIMO DE LAS PIEZAS A SOLDAR.
2. EL CONSTRUCTOR DE LA ESTRUCTURA SITUARA LOS PATES DE FORMA QUE NO DIFICULTE LA UNIÓN ATORNILLADA DE LAS CAMAS.
3. LOS TALADROS A DAR EN LA COLUMNA PARA ASIENTO DE LA VIGA Y MÁSTIL, SE VERIFICARAN EN TALLER POR PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS O PLANTILLAS CORRESPONDIENTES.
4. TODAS LAS SOLDADURAS QUE PUEDAN AFECTAR A UN PERFECTO ASIENTO DE LA VIGA, SERÁN REPASADAS CON LA RADIAL.
5. SE TENDRÁ ESPECIAL CUIDADO EN LA PERFECTA COINCIDENCIA ENTRE LOS TALADROS DE LA PLACA BASE Y DE LAS PIEZAS
6. TODAS LAS UNIONES A TOPE LLEVARAN PREPARACIÓN DE BORDES.
7. EL DESMEMBRAMIENTO DE LAS PRESILLAS SE REALIZARA SOBRE TRAZADO HECHO CON PLANTILLA DE IPN 400.
8. EL TIRO MÁXIMO POR FASE SERÁ DE 1500 kg.
9. LA UNIÓN DE LAS COLUMNAS SE REALIZARÁ CON TORNILLERÍA DE ALTA RESISTENCIA SEGÚN CÓDIGO TÉCNICO ACERO SE-A
10. TODOS LOS TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA SE APRETARÁN CON LLAVE DINAMOMÉTRICA (CUYO TARADO SE COMPROBARA A DIARIO) O CON MÉTODOS EQUIVALENTES OFICIALMENTE APROBADOS QUE GARANTICEN EL PAR DE APRIETE INDICADO EN EL CÓDIGO TÉCNICO ACERO SE-A
11. LOS TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA SERAN GALVANIZADOS EN CALIENTE Y DE CALIDAD 10.9

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
~~RY01~~	~~09/2021~~	~~ALL/FRP~~	~~RADS/EMS~~	~~FRP~~	~~FRP~~	~~REVISIÓN DEL PROYECTO~~
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

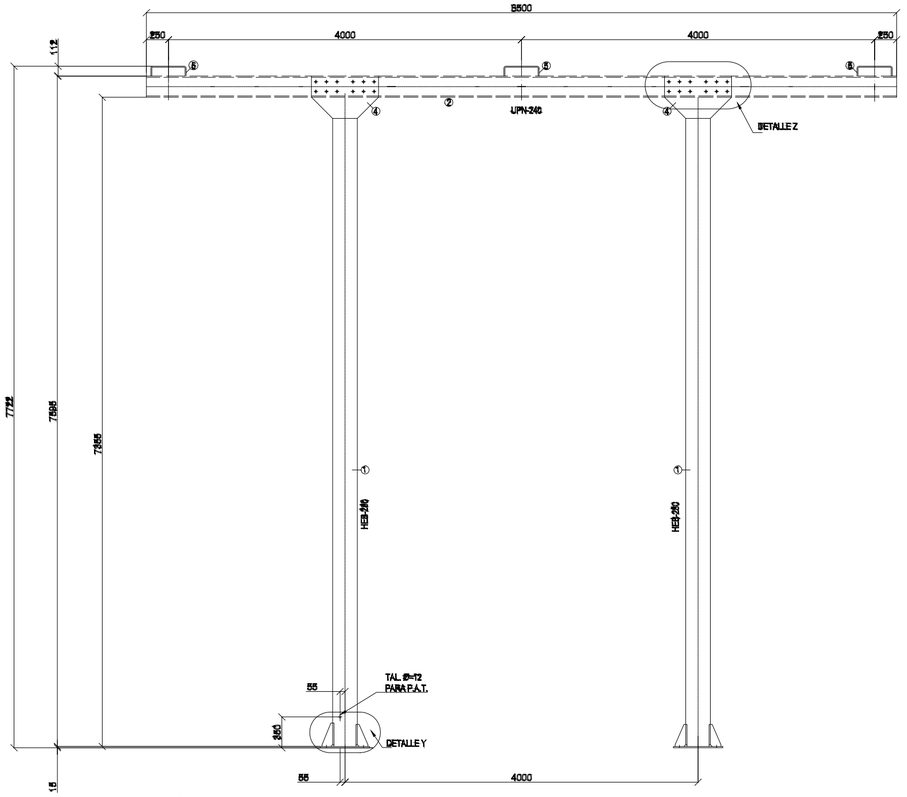
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

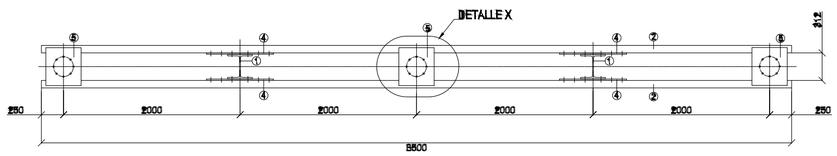
Título

DETALLE ESTRUCTURAS - PÓRTICO

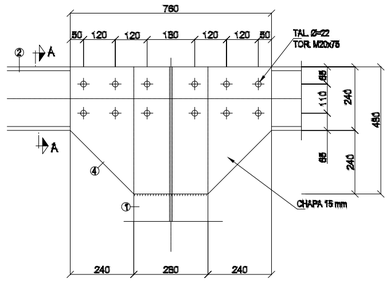
Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-16-PLN-06-RY01			Dibujo Número: 16	Hoja: 6 de 7



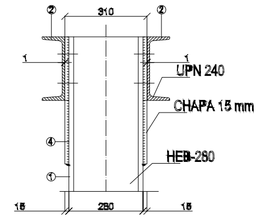
ALZADO



PLANTA



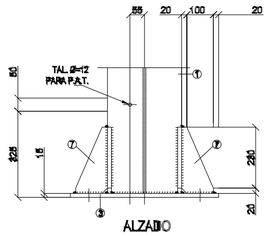
ALZADO



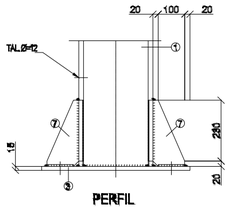
SECCION A-A

DETALLE Z
ESCALA 1:20

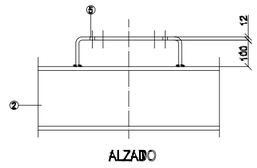
CLASE DE ACERO: S275JR
SOLDADURA: SEGUN NORMA UNE-A.
LA GARGANTA DE LOS CORDONES DE SOLDADURA SERA EL 0,7 DE LAS PIEZAS A SOLDAR
PROTECCION: GALVANIZADO EN CALIENTE SEGUN NORMA UNE 37-508-88



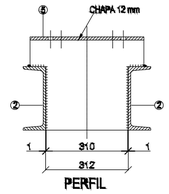
ALZADO



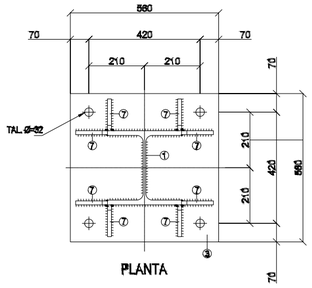
PERFIL



ALZADO

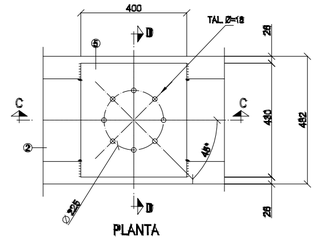


PERFIL



PLANTA

DETALLE Y
ESCALA 1:20



PLANTA

DETALLE X
ESCALA 1:20

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA - ARQUITECTURA

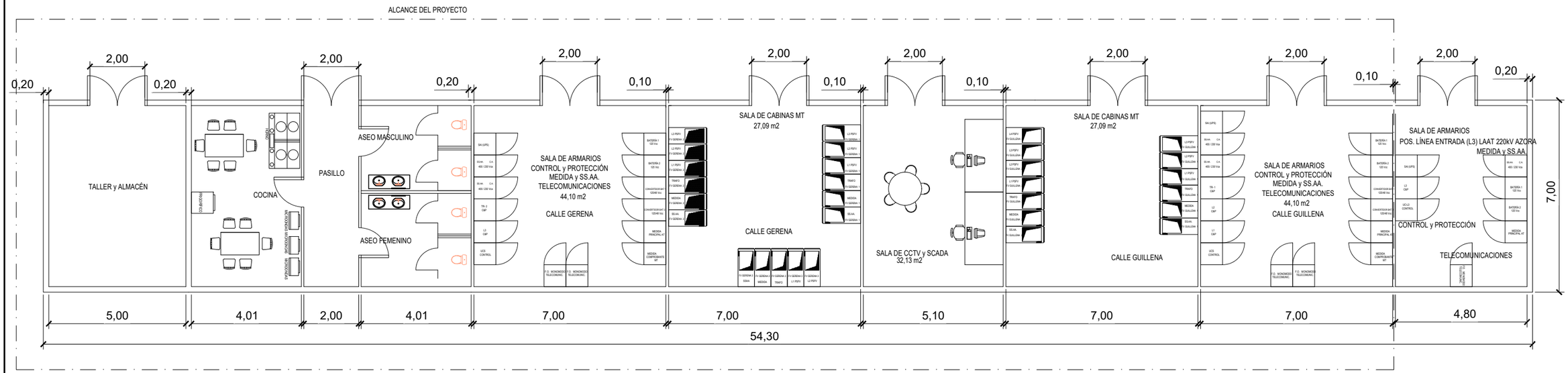
Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

DETALLE ESTRUCTURAS - BARRA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-16-PLN-07-RY01			Dibujo Número: 16	Hoja: 7 de 7



NOTAS:

1. SALVO OTRA INDICACIÓN, TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS.
2. LAS PUERTAS PARA INGRESO DE EQUIPOS DEBEN TENER UNA ALTURA MINIMA DE 2,50 METROS YA QUE SE ESPERAN TABLEROS DE ALTURA ESTÁNDAR DE 2,20 METROS
3. TODAS LAS REJILLAS DE VENTILACIÓN DEBEN SER EQUIPADAS CON FILTROS ADECUADOS PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE PARTÍCULAS DE POLVO.

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

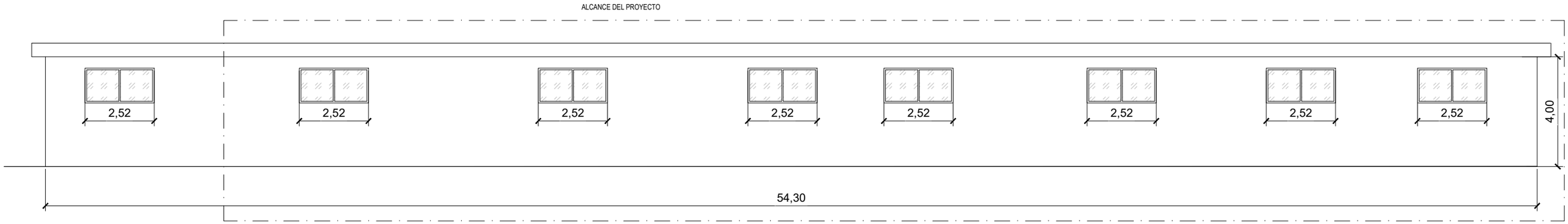
Proyecto

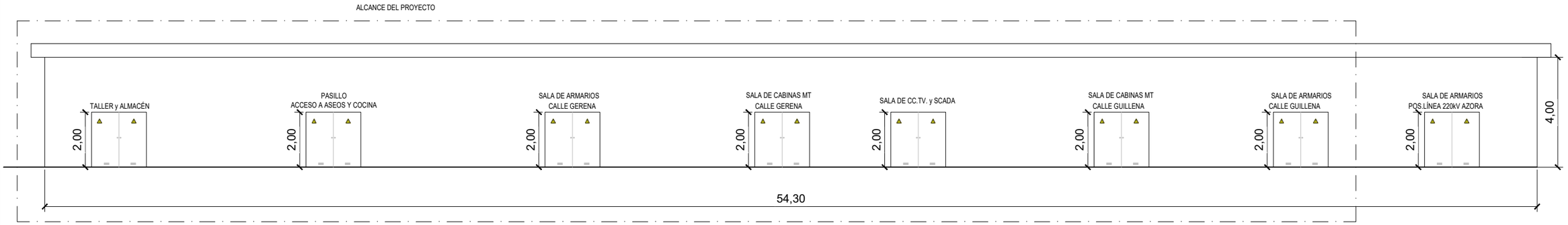
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

IMPLANTACIÓN EDIFICIO CONTROL - PLANTA

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/150 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-17-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 17	Hoja: 1 de 2





NOTAS:

1. SALVO OTRA INDICACIÓN, TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS.
2. LAS PUERTAS PARA INGRESO DE EQUIPOS DEBEN TENER UNA ALTURA MINIMA DE 2,50 METROS YA QUE SE ESPERAN TABLEROS DE ALTURA ESTÁNDAR DE 2,20 METROS
3. TODAS LAS REJILLAS DE VENTILACIÓN DEBEN SER EQUIPADAS CON FILTROS ADECUADOS PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE PARTÍCULAS DE POLVO.

RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO
Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

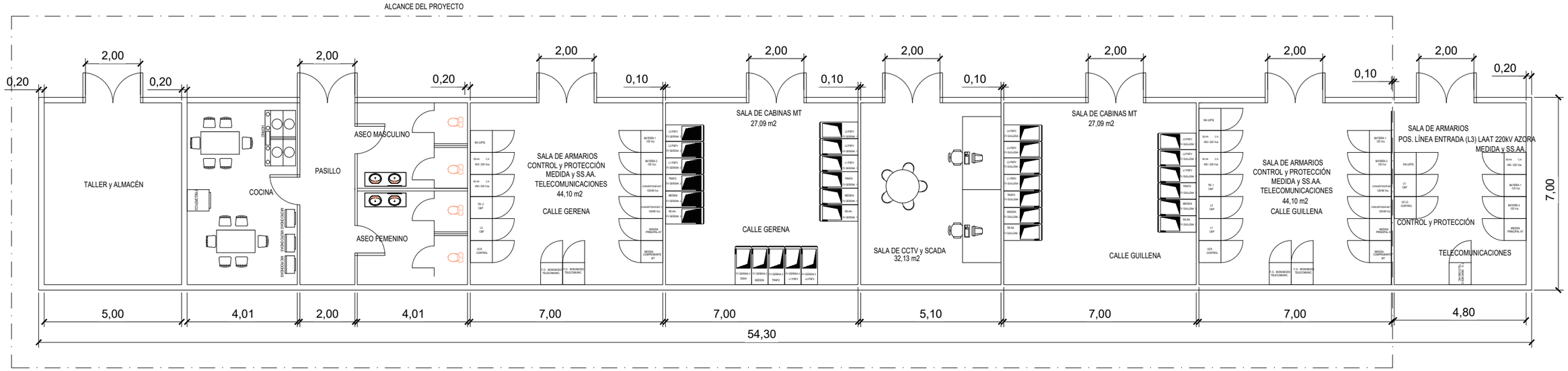
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

IMPLANTACIÓN EDIFICIO CONTROL - ALZADO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
1/150 (m)	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**	**Fecha**
A2	09/2021	09/2021	09/2021	09/2021

Código del Dibujo	Dibujo Número	Hoja
20036-103-17-PLN-02-RY01	17	2 de 2



LEYENDA ELECTRICIDAD

	CONJUNTO TOMAS CORRIENTE MONOFÁSICAS, DE RED Y TELEFONÍA		INTERRUPTOR UNIPOLAR
	CONJUNTO TOMAS CORRIENTE MONOFÁSICAS Y TRIFÁSICAS		CONMUTADOR
	PANTALLA FLUORESCENTE 2x36 IP		DOWNLIGHT LED 18 W
	TOMA DE CORRIENTE 16/20A + T		

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

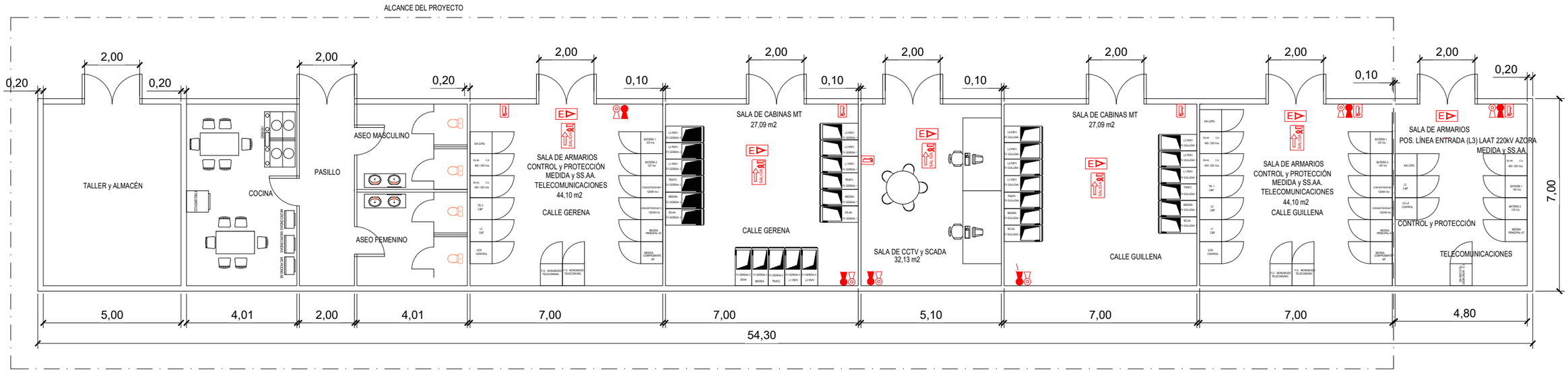
EDIFICIO CONTROL - FUERZA Y ALUMBRADO

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021

Código del Dibujo: 20036-103-18-PLN-01-RY01

Dibujo Número: 18

Hoja: 1 de 1



LEYENDA CONTRA INCENDIOS

	EXTINTOR ABC		SEÑAL FOTOLUMINISCENTE EXTINTOR
	EXTINTOR CO_2	SALIDA	SEÑAL FOTOLUMINISCENTE SALIDA DE EVACUACIÓN
E	LUZ DE EMERGENCIA		

Rev.	Fecha	Diseñado	Dibujado	Revisado	Aprobado	Descripción
RY01	09/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	REVISIÓN DEL PROYECTO
RY00	06/2021	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP	EMISIÓN DEL PROYECTO

Cliente: Ric Energy

Ingeniería: INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

Proyecto

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SET BURGUILLOS 33/ 220 kV

Título

IMPLANTACIÓN EDIFICIO CONTROL - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Escala:	Diseñado:	Dibujado:	Revisado:	Aprobado:
Indicadas	ALL/FRP	RADS/EMS	FRP	FRP
Formato Original: A2	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021	Fecha: 09/2021
Código del Dibujo: 20036-103-19-PLN-01-RY01			Dibujo Número: 19	Hoja: 1 de 1

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

04 – PRESUPUESTO

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

SET BURGUILLOS 33/220 kV

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL Y CONSTRUCCIÓN								
	SUBCAPÍTULO 01.01 URBANIZACIÓN								
01.01.01	**M3 EXCAVACIÓN**								
	CAPA VEGETAL 1	1	88,00	63,00	0,20	1.108,80			
							1.108,80	20,00	22.176,00
01.01.02	**ML CERRAMIENTO MALLA METÁLICA**								
	LARGO 1	1	88,00			88,00			
	ANCHO 1	1	63,00			63,00			
							151,00	62,00	9.362,00
01.01.03	**UD VIAL 4 M ANCHO**								
	VIAL 1	2	88,00	4,00		704,00			
							704,00	40,00	28.160,00
01.01.04	**UD PUERTA 6 M VEHICULAR Y PEATONAL**								
	Puerta de acceso a la subestación								
							1,00	2.300,00	2.300,00
01.01.05	**ML VIAL 6M ANCHO**								
	VIAL 1	2	66,00	6,00		792,00			
							792,00	40,00	31.680,00
01.01.06	**ML CANALETA TIPO C PREFABRICADO HORMIGON 1000x1000**								
	POS LINEA	1	50,00			50,00			
							50,00	250,00	12.500,00
01.01.07	**ML CANALIZACION ENTERRADA MT**								
	TR-1	1	75,00			75,00			
							75,00	210,00	15.750,00
01.01.08	**UD ARQUETA MT tipo A2 CON TAPA FUNDICION**								
	Arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas en MT								
							1,00	700,00	700,00
01.01.09	**M3 GRAVA**								
	GRAVA 1	1	70,00	55,00	0,15	577,50			
							577,50	5,00	2.887,50
01.01.10	**ML DRENAJE CON TUBO PVC 110 MM**								
	LARGO	2	88,00			176,00			
	ANCHO	3	66,00			198,00			
							374,00	123,98	46.368,52
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 URBANIZACIÓN.....								**171.884,02**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 01.02 CONSTRUCCION								
01.02.01	UD CONSTRUCCION EDIFICIO CONTROL								
							1,00	180.000,00	180.000,00
01.02.02	UD CONSTRUCCIÓN MURO CORTAFUEGOS								
							1,00	20.000,00	20.000,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 CONSTRUCCION.....								**200.000,00**
	SUBCAPÍTULO 01.03 CIMENTACION EQUIPOS								
01.03.01	UD CIMENTACIÓN PÓRTICO LÍNEA								
							3,00	3.500,00	10.500,00
01.03.03	UD CIMENTACIÓN PARRARAYOS 220 KV								
							9,00	500,00	4.500,00
01.03.04	UD CIMENTACIÓN TRAFO TENSIÓN 220 KV								
							9,00	650,00	5.850,00
01.03.05	UD CIMENTACIÓN SECCIONADOR TIPO ROTATIVO								
							12,00	700,00	8.400,00
01.03.06	UD CIMENTACIÓN INTERRUPTOR MONOPOLAR 220kV								
							9,00	1.500,00	13.500,00
01.03.07	UD CIMENTACIÓN TRAFO INTENSIDAD 220 KV								
							9,00	675,00	6.075,00
01.03.09	UD CIMENTACIÓN TRAFO POTENCIA 33/220kV								
							2,00	55.000,00	110.000,00
01.03.10	UD CIMENTACIÓN SECCIONADOR MT								
							5,00	150,00	750,00
01.03.11	UD CIMENTACIÓN REACTANCIA MT								
							5,00	1.250,00	6.250,00
01.03.12	UD CIMENTACIÓN FAROLAS								
							14,00	250,00	3.500,00
01.03.14	UD CIMENTACIÓN RED TIERRAS AÉREA								
							7,00	1.250,00	8.750,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 CIMENTACION EQUIPOS.....								**178.075,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	SUBCAPÍTULO 01.04 MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.04.01	**Excavación**								
	Dimensiones de la SET	0,3	88,00	63,00		1.663,20			
	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	1				1,00			
							1.664,20	2,35	3.910,87
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....								**3.910,87**
	TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL Y CONSTRUCCIÓN.....								**553.869,89**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 02 ESTRUCTURAS								
02.01	UD SUMINISTRO Y MONTAJE PÓRTICO LÍNEA								
							2,00	25.000,00	50.000,00
02.03	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA PARA PARRARAYOS 220 KV								
							9,00	1.500,00	13.500,00
02.05	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA PARA SECCIONADOR 220 KV								
							4,00	2.500,00	10.000,00
02.06	UD SUMINISTRO Y MONTAJE INTERRUPTOR MONOPOLAR 220kV								
							3,00	2.000,00	6.000,00
02.07	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA PARA TRAFO INTENSIDAD 220 KV								
							9,00	1.875,00	16.875,00
02.09	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA PARA SECCIONADOR MT								
							5,00	250,00	1.250,00
02.10	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA PARA REACTANCIA MT								
							5,00	500,00	2.500,00
02.11	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRCTURA BARRA COLECTORA								
							3,00	12.500,00	37.500,00
02.12	UD SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA RED DE TIERRA AÉREA								
							9,00	5.500,00	49.500,00
	TOTAL CAPÍTULO 02 ESTRUCTURAS								**187.125,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 03 EQUIPAMIENTO AT								
03.01	**UD SUMINISTRO Y MONTAJE PARRARAYOS 220 KV**								
							9,00	3.890,00	35.010,00
03.02	**UD SUMINISTRO Y MONTAJE TRAFO TENSIÓN 220 KV**								
							9,00	9.237,50	83.137,50
03.03	**UD SUMINISTRO Y MONTAJE SECCIONADOR TIPO ROTATIVO C/PaT**								
							4,00	17.125,00	68.500,00
03.04	**UD SUMINISTRO Y MONTAJE INTERRUPTOR MONOPOLAR 220kV 2000 A**								
							4,00	84.900,00	339.600,00
03.05	**UD SUMINISTRO Y MONTAJE TRAFO INTENSIDAD 220KV**								
							9,00	11.940,00	107.460,00
03.07	**UD SUMINISTRO Y MONTAJE TRAFO 33/220kV**								
							2,00	650.000,00	1.300.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 03 EQUIPAMIENTO AT.....								**1.933.707,50**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

SET BURGUILLOS 33/220 kV

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 04 BARRAS Y CONDUCTORES AT								
04.02	**ML CONDUCTOR DE INTERCONEXIÓN**								
	POS LÍNEA	6	60,00			360,00			
	POS. TRANSF	3	60,00			180,00			
							540,00	4,50	2.430,00
04.03	**PA CONECTORES Y RACORES**								
							1,00	5.500,00	5.500,00
	TOTAL CAPÍTULO 04 BARRAS Y CONDUCTORES AT.....								**7.930,00**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

SET BURGUILLOS 33/220 kV

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 05 EQUIPAMIENTO MT								
05.01	**UD CELDA PROTECCIÓN 1250 A**								
							5,00	22.000,00	110.000,00
05.02	**UD CELDA DE LÍNEA**								
							15,00	17.500,00	262.500,00
05.03	**UD CELDA PROT. SSAA**								
							5,00	12.000,00	60.000,00
05.04	**UD CELDA MEDIDA CON FUNCIONES DE FACTURACIÓN**								
							5,00	9.000,00	45.000,00
05.05	**UD AUTOVÁLVULA 30 kV**								
							15,00	223,94	3.359,10
05.06	**UD REACTANCIA P.A.T.**								
							5,00	20.000,00	100.000,00
05.07	**UD TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SS.AA. 100 kVA**								
							2,00	3.500,00	7.000,00
05.08	**ML CABLE AL UNIPOLAR, RHZ1-OL INCLUIDOS CONECTORES**								
							1,00	240,00	240,00
	TOTAL CAPÍTULO 05 EQUIPAMIENTO MT.....								**588.099,10**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 06 PROTECCIONES Y CONTROL								
06.01	**UD UNIDAD DE CONTROL DE LA SET**								
							1,00	18.000,00	18.000,00
06.03	**UD ARMARIO DE CONTROL Y PROTECCIÓN TRANSFORMADORES**								
							2,00	40.000,00	80.000,00
06.05	**UD CABINAS MT**								
							20,00	1.600,00	32.000,00
06.06	**UD MEDIDA AT**								
							3,00	12.500,00	37.500,00
06.07	**UD MEDIDA MT**								
							5,00	9.000,00	45.000,00
06.08	**UD SISTEMA TELECOMUNICACIONES**								
							2,00	65.000,00	130.000,00
06.09	**UD ARMARIO DE CONTROL Y PROTECCIÓN SS.AA. (C.C. y C.A.)**								
							4,00	12.000,00	48.000,00
06.10	**UD CABLES DE FUERZA Y CONTROL**								
							2,00	25.000,00	50.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 06 PROTECCIONES Y CONTROL.....								**440.500,00**

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

SET BURGUILLOS 33/220 kV

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 07 RED DE TIERRAS								
07.02	**ML CABLE CU DESNUDO 120 MM2**								
	Longitud conductor	1	2.465,00			2.465,00			
							2.465,00	12,50	30.812,50
07.03	**UD SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA**								
	ALUMINOTÉRMICA EN T	1	64,00			64,00			
	ALUMINOTÉRMICA EN X	1	225,00			225,00			
							289,00	12,50	3.612,50
07.05	**UD CONEXIÓN ESTRUCTURAS A TIERRAS**								
							65,00	40,00	2.600,00
07.06	**UD PARARRAYOS FRANKLIN**								
							7,00	350,00	2.450,00
	TOTAL CAPÍTULO 07 RED DE TIERRAS								**39.475,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 08 ALUMBRADO								
08.01	**UD SISTEMA ILUMINACIÓN EXTERIOR PERIMETRAL E INTERIOR**								
	Báculos de iluminación perimetral								
							14,00	1.000,00	14.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 08 ALUMBRADO								**14.000,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 09 VARIOS								
05.1	**u CONTROL DE CALIDAD**								
	Control de calidad: control de calidad realizado por empresa especializada								
							1,00	14.400,00	14.400,00
05.2	**u SEGURIDAD Y SALUD**								
	Seguridad y salud: protecciones individuales y colectivas, instalaciones de higiene y bienestar, y formación de personal en seguridad y salud en el trabajo								
							1,00	40.854,40	40.854,40
05.3	**PA DIRECCION DE OBRA**								
	Dirección de obra: el director de obra se encargará del control y seguimiento de la ejecución de las obras conforme al proyecto								
							1,00	48.000,00	48.000,00
05.4	**PA LEGALIZACION DE INSTALACION**								
	Legalización de la instalación: realización del alta de la instalación final ante la administración y firma del contrato de compra venta de energía con la compañía suministradora. realización y entrega de los planos y as built y toda la documentación necesaria para la realización de dichas tramitaciones								
							1,00	24.000,00	24.000,00
05.5	**u PRUEBAS**								
	Pruebas								
							1,00	15.000,00	15.000,00
05.6	**u MATERIAL DE SEGURIDAD**								
	Material de seguridad								
							1,00	4.500,00	4.500,00
05.7	**u GESTION DE RESIDUOS**								
	Gestión de residuos generados en la construcción del proyecto, incluye almacenamiento, servicio de entrega y recogida , tanto de residuos peligrosos como no peligrosos, por gestor autorizado.								
							1,00	13.510,01	13.510,01
	TOTAL CAPÍTULO 09 VARIOS								**160.264,41**
	TOTAL								**3.924.970,90**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

SET BURGUILLOS 33/220 kV

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
01	**OBRA CIVIL Y CONSTRUCCIÓN**		**553.869,89**	**14,11**
-01.01	-URBANIZACIÓN	171.884,02		
-01.02	-CONSTRUCCION	200.000,00		
-01.03	-CIMENTACION EQUIPOS	178.075,00		
-01.04	-MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.910,87		
02	**ESTRUCTURAS**		**187.125,00**	**4,77**
03	**EQUIPAMIENTO AT**		**1.933.707,50**	**49,27**
04	**BARRAS Y CONDUCTORES AT**		**7.930,00**	**0,20**
05	**EQUIPAMIENTO MT**		**588.099,10**	**14,98**
06	**PROTECCIONES Y CONTROL**		**440.500,00**	**11,22**
07	**RED DE TIERRAS**		**39.475,00**	**1,01**
08	**ALUMBRADO**		**14.000,00**	**0,36**
09	**VARIOS**		**160.264,41**	**4,08**
		TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**3.924.970,90**	
	13,00% Gastos generales	510.246,22		
	6,00% Beneficio industrial	235.498,25		
		SUMA DE G.G. y B.I.	745.744,47	
	21,00% I.V.A.		980.850,23	
		TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**5.651.565,60**	
		TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**5.651.565,60**	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CINCO MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

Sevilla, a Noviembre de 2021.

El Redactor del Proyecto

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia : Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

05 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

CAPÍTULO I: MEMORIA 5
1. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 5
2. OBJETO 5
3. ALCANCE DEL ESTUDIO 6
4. DATOS GENERALES 7
4.1. DENOMINACIÓN Y SITUACIÓN 7
4.2. PROMOTOR 8
4.3. CLIMATOLOGIA Y CONDICIONES DEL ENTORNO DE TRABAJO 8
4.4. ACCESOS 8
4.5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 8
5. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR 9
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. ACTIVIDADES PRINCIPALES 9
5.2. PUESTOS DE TRABAJO Y OFICIOS 9
5.3. MAQUINARIA, UTILES DE TRABAJO Y MEDIOS AUXILIARES 10
5.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 10
5.5. PROTECCIONES COLECTIVAS 11
6. PLAN DE EMERGENCIA 11
6.1. ACCIDENTES 12
6.2. INCENDIO 15
6.3. ROTURA DE CANALIZACIONES 16
6.4. ROTURA DE LÍNEA DE TENSIÓN 16
7. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVA SEGÚN MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES 17
7.1. MANEJO DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES “AMOLADORAS, TALADROS, ETC…” 17
7.2. MANEJO DE “MARTILLO ELECTRICO” 19

7.3. MANEJO DE "GRUPO ELECTRÓGENO" 20
7.4. SOLDADURA ELÉCTRICA, AUTÓGENA Y OXICORTE 22
7.5. COMPACTADORES 23
7.6. COMPRESOR 24
7.7. VIBRADOR 25
7.8. CAMIÓN HORMIGONERA 26
7.9. RETROEXCAVADORAS 28
7.10. DUMPER O AUTOVOLQUETE 29
7.11. CAMIÓN Y CAMIÓN BASCULANTE 31
7.12. BULLDOZER 33
7.13. ZANJADORA 37
7.14. GRÚA AUTOPROPULSADA O AUTOTRANSPORTADA 39
7.15. POLEAS PILOTO Y ACCESORIOS DE TENDIDO 41
8. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS SEGÚN FASES DE TRABAJO 42
8.1. RIESGOS GENERALES 42
8.1.1. SEÑALIZACIÓN 42
8.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES EN OBRA 42
8.1.3. REPLANTEO DE OBRA/TOPOGRAFÍA 43
8.1.4. DESBROZADO DE VEGETACIÓN 44
8.1.5. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS 46
8.1.6. TRANSPORTES Y ACOPIO DE MATERIAL 48
8.1.7. ENCOFRADOS 49
8.1.8. PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS 50
8.2. RIESGOS ESPECÍFICOS. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 52
8.2.1. EXPLANACIÓN, MOVIMIENTOS DE TIERRA 52
8.2.2. FORMACIÓN DE CAMINOS Y CUNETAS 54
8.2.3. REALIZACIÓN DE DRENAJES 57
8.2.4. CIMENTACIÓN 59
8.2.5. CERRAMIENTOS 60
8.2.6. EXCAVACIÓN DE ZANJAS 62
8.2.7. HORMIGONADO DE ZANJAS 64
8.2.8. CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS Y CAMINOS 67

8.2.9. TENDIDO DE CONDUCTORES DE FASE Y TIERRA....68
8.2.10. TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES....70
8.2.11. ELABORACIÓN DE EMPALMES Y TERMINACIONES....72
9. TRABAJOS ESPECIALES CON RIESGO....73
9.1. RIESGOS GENERALES EN LA OBRA....73
9.2. RIESGO ELÉCTRICO....74
9.3. TRABAJOS EN ALTURA....83
9.3.1. TRABAJOS VERTICALES....88
9.3.2. DISPOSITIVOS ANTICAÍDAS....91
9.4. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS....93
9.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS....93
10. CONDICIONES AMBIENTALES....93
11. CONTROL DEL ACCESO A LA OBRA....94
12. RECURSO PREVENTIVO....95
CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES....96
13. DISPOSICIONES OFICIALES....96
14. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS....100
14.1. DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA....100
14.2. DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS....100
14.3. DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS....101
14.4. DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD Y DELEGADOS DE PREVENCIÓN....102
15. LIBRO DE INCIDENCIAS....103
16. LIBRO DE SUBCONTRATACION....103
17. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD....104
18. PARALIZACION DE LOS TRABAJOS....104
19. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES....105
20. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS....105
21. PROTECCIONES PERSONALES....106

22. PROTECCIONES COLECTIVAS 107
22.1. VALLADOS 107
22.2. PASARELAS 107
23. MEDIOS AUXILIARES 107
23.1. EXTINTORES 107
23.2. PLATAFORMAS 108
23.3. ESCALERAS SIMPLES Y EXTENSIBLES 109
23.4. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS 110
23.5. HERRAMIENTAS MANUALES 112
24. MAQUINARIA 112
24.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS 112
24.1.1. ANTES DE EMPEZAR CUALQUIER TRABAJO 112
24.1.2. TRABAJOS AUXILIARES EN LA MÁQUINA 113
24.2. GRÚA AUTOPROPULSADA 116
24.2.1. EN EL FUNCIONAMIENTO 116
24.2.2. EN LAS OBLIGACIONES 116
24.2.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD 117
24.2.4. COMPORTAMIENTO HUMANO 118
24.2.5. PROTECCIONES PERSONALES 118
24.2.6. LEGISLACIÓN AFECTADA 118
24.3. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTATILES 119
CAPÍTULO III: PRESUPUESTO 120
25. PRESUPUESTO 120
26. RESUMEN 125
ANEXO I: FICHAS DE SEGURIDAD 126

CAPÍTULO I: MEMORIA

1. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Supuestos previstos:

1. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 Euros (75 millones de pesetas), como es el caso.

2. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 15 trabajadores simultáneamente.

El plazo previsto de ejecución se establece en unos 12 meses.

El número medio de operarios previsto para la realización de la obra, en sus diferentes tajos, es de 40.

3. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500, como es el caso.

4. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. No procede

2. OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones perceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directivas básicas a la Empresa Constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas, así como la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de noviembre.

A demás de la aplicación para este proyecto el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, encomienda de manera específica, en su disposición final primera, al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, la elaboración y el mantenimiento actualizado de una Guía Técnica, de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo.

Las inspecciones de la Propiedad ajenas a la dirección material de la obra deberán realizarse fuera de las jornadas de trabajo; en caso de visitas durante horas de trabajo, los visitantes serán advertidos de la existencia de este Estudio de Seguridad y Salud quedando obligado, aparte de no exponerse a riesgos innecesarios, al uso de los elementos de protección precisos para cada situación (cascos, botas, etc.) pudiéndose prohibir el paso a la obra de las personas que no cumplan con este requisito.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

Las medidas contempladas en este Estudio de Seguridad y Salud alcanzarán a todos los trabajos a realizar durante la ejecución de la obra “Proyecto de construcción de la Subestación Transformadora SET Burguillos 33/220 kV.

Las plantas fotovoltaicas FV Guillena 1, FV Guillena 2, FV Gerena 1, FV Gerena 2 y FV Gerena 3 transportarán su energía a 33 kV a través de un línea subterránea de MT de hacia la subestación SET Burguillos 33/220 kV, donde se elevará la tensión de la energía generada a 220 kV, objeto del proyecto. Por un lado, la generación de las plantas Guillena 1 y 2 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 400 kV, donde se elevará la tensión a 400 kV y desde aquí a través de otra línea aérea de 400 kV hasta la subestación SE GUILLENA 400 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas. Por otro lado, la generación de las plantas Gerena 1, 2 y 3 llegará hasta la subestación SE COLECTORA PROMOTORES NUDO Guillena 220 kV y desde aquí a través otra línea aérea de 220 kV hasta la subestación SE GUILLENA 220 kV (REE), siendo éste el punto frontera con la Red de Transporte para estas plantas.

El proyecto se localiza en el término municipal de Burguillos, provincia de Sevilla, exigiendo la obligación de su cumplimiento a todo el personal que preste actividad laboral en las obras, ya se trate de trabajadores que tienen relación laboral con la contrata, de subcontratistas, así como de trabajadores autónomos, que, en su caso, ejecuten igualmente actividad en la misma, en aplicación de lo dispuesto en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, R.D. 171/2004 de 30 de enero y el Artículo 12 del R.D. 1627/1997.

4. DATOS GENERALES

4.1. DENOMINACIÓN Y SITUACIÓN

La instalación se va a designar e identificar como "**Subestación Transformadora SET Burguillos 33/220 kV".**

La Subestación Eléctrica SET Burguillos 33/220 kV, se encuentra ubicada en el municipio de Burguillos (Sevilla), Andalucía.

En la siguiente tabla, se muestran los datos de catastro de la parcela donde se ubica la subestación:

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Provincia
41019A001000330000PQ	1	33	Burguillos	Sevilla

Tabla 1. Referencia Catastral de la Subestación Elevadora

Las coordenadas UTM de los vértices de la subestación se indican en la siguiente tabla:

ETRS 89, HUSO 29S		
Vértices	**X**	**Y**
SET-01	765.493,30	4.165.646,33
SET-02	765.581,30	4.165.646,33
SET-03	765.581,30	4.165.583,33
SET-04	765.493,30	4.165.583,33

Tabla 2. Coordenadas UTM de los vértices de la Subestación

La Subestación se encuentra íntegramente en terrenos de titularidad privada.

Su planta será de forma rectangular, con unas dimensiones de 5.544,00 m^2, de acuerdo a la disposición de equipos en planta que acompaña dicha memoria descriptiva.

4.2. PROMOTOR

El Promotor del Proyecto es:

- INVERSIONES ENERGY MADRID, S.L.
- CIF.: B-87.527.503
- Domicilio Fiscal, a efectos de notificaciones: Paseo de la Castellana 91, planta 4, Sala 4. C.P.28046 Madrid.

4.3. CLIMATOLOGIA Y CONDICIONES DEL ENTORNO DE TRABAJO

El trabajo se realiza en intemperie.

La obra se enclava en lo que se denomina un Clima Mediterráneo.

4.4. ACCESOS

Se procurará en lo posible que los accesos a la obra se realicen por medio de caminos existentes. Para aquellos lugares que por su ubicación no dispongan de caminos, se construirán pistas de acceso con dimensionamiento y pendiente adecuada que permita acceder con vehículo todo terreno.

Cada contratista controlara le entrada a la obra de manera que tan solo las personas autorizadas y con las protecciones personales obligatorias puedan acceder a la obra. El acceso estará cerrado, con avisadores o timbres, o vigilado permanentemente cuando sea necesario.

4.5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Dada la proximidad de núcleos urbanos, no será necesaria la instalación de comedores ni vestuarios, ya que se realizará, cuando sea necesario el uso de estos servicios, el desplazamiento a dichas poblaciones.

Se instalará una caseta (modulo prefabricado), que servirá de oficina y de WC químicos, en suficiente cantidad, para los trabajadores de la obra.

5. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. ACTIVIDADES PRINCIPALES

El objeto de la presente memoria es la definición básica de la infraestructura de interconexión denominada Subestación SET Burguillos 33/220 kV, en el término municipal de Burguillos, Andalucía.

Las fases de trabajo son las siguientes:

- Replanteo de la obra / topografía.
- Señalización de advertencia de peligro obras.
- Instalación de casetas de obra y WC químicos.
- Desbrozado de vegetación existente en apertura de caminos.
- Pruebas de control y puesta en servicio de la nueva instalación y equipos.
- Retirada de caseta de obra y WC químico portátil.
- Manipulación y transporte de materiales
- Operaciones y trabajos en altura
- Trabajos en el interior de los centros
- Puesta en servicio en frío

Los riesgos laborales derivados de dichas actividades que integran las distintas funciones y tareas de los puestos de trabajo necesarios para realizar la obra anteriormente mencionada serán objeto de tratamiento y atención en los apartados siguientes.

5.2. PUESTOS DE TRABAJO Y OFICIOS

Para la realización de las tareas objeto de la obra se contará con los siguientes puestos de trabajo y oficios o especializaciones profesionales.

- Jefe de Obra.
- Encargado de la obra.
- Operario de máquinas.
- Oficiales (albañil, electricistas...)
- Conductor especialista.
- Peón especialista.

5.3. MAQUINARIA, UTILES DE TRABAJO Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria, equipos, útiles y herramientas más relevantes que se manejan para la ejecución de las tareas objeto del trabajo son las siguientes:

- Camión grúa para transporte de materiales e izado de vigas y/o estructuras.
- Camión Hormigonera.
- Máquina retroexcavadora mixta o derivados.
- Vehículos de transporte de personal y pequeño material.
- Poleas de Tendido.
- Frenadora hidráulica.
- Compactadores.
- Zanjadora.

Entre los medios auxiliares, destacan los siguientes:

- Escaleras de mano y de tijera.
- Grupos electrógenos y Cuadros eléctricos auxiliares.
- Herramientas eléctricas y manuales. (vibrador, detectores de tensión, etc…)
- Gatos alza bobinas.
- Emisoras.

A todo ello hay que añadir las siguientes sustancias y materiales:

- Arenas, áridos, zahorras, hormigón, baldosas.
- Combustibles.
- Vallas y chapas para protecciones colectivas.

5.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

El suministro de energía eléctrica a los equipos y útiles mencionados en el apartado anterior se realizará mediante la instalación de cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos. Los cuadros cumplirán las condiciones exigidas para las instalaciones móviles de intemperie y se situarán estratégicamente para disminuir en lo posible el número de líneas y su longitud.

5.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Iluminación natural o artificial óptima.
- Correcta protección de las partes móviles de la maquinaria.
- Correcta instalación eléctrica de la maquinaria.
- Utilización de defensas en trabajos con riesgo de caída a distinto nivel.
- Señalización y balizamiento.
- Formación e información de los trabajadores.

6. PLAN DE EMERGENCIA

El presente Plan de Emergencia tiene por objeto el establecer las formas de actuación ante la presencia en obra de un caso de emergencia.

El Plan de emergencia será entregado a todo el personal de la obra, que a la vez será informado de su utilización.

Las situaciones de emergencia que principalmente deben tenerse en cuenta son:

- Accidente laboral o enfermedad repentina.
- Incendio.
- Contacto eléctrico.

Los trabajadores deberán de acudir a los puntos de encuentro que les resulten más cercanos, señalizados a lo largo de toda la obra.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá haber sido informado de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc., y su zona de influencia.

En caso de encontrarse con ellas, se deberán señalizar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

En cuanto a los acercamientos a tendidos eléctricos aéreos, comentar que, las líneas se señalizarán mediante gálibos anteriores y posteriores y/o señalización adecuada con el fin de informar a los maquinistas de las distancias a las que pueden trabajar conforme el R.D. 614/2001.

Se recomienda que, en presencia de líneas eléctricas aéreas, cualquier parte de la máquina en la posición más desfavorable, esté a una distancia mínima de 5 m. (7 m. para transportes iguales o superiores a 380 KV).

6.1. ACCIDENTES

En el caso de que se produjese un accidente en obra se procederá de la siguiente manera:

Ante un accidente laboral, es importante avisar al encargado de los trabajos, recurso preventivo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Valorar la magnitud del accidente y del accidentado.

2.- Llamar a los servicios de urgencias, a los cuales debe indicarles:

- Ubicación del accidentado.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono).
- Estado en el que se encuentra el accidentado.

3.- Permanecer junto al accidentado y darle los primeros auxilios, en función de la gravedad.

4.- Avisar al Técnico de Prevención de la empresa contratista y al coordinador de Seguridad y Salud.

5.- Traslado del accidentado al Centro de salud más cercano o el acordado.

En la caseta de obra existirá un plano de la zona donde se identificarán las rutas a hospitales más próximos.

Accidente blanco

En caso de tratarse de un accidente blanco, en el que no existen daños a personas, esta comunicación se realizará redactando un informe por parte de la empresa responsable y se enviará al responsable del contratista principal en obra, al Servicio de Prevención de riesgos laborales y al Coordinador de Seguridad y Salud.

Accidente con lesión de personas

Si se produjera un accidente, se actuará según se establece en el siguiente procedimiento (realizado en función del grado de las lesiones):

ACCIDENTE GRAVE

Pedir ayuda a otros compañeros, preferiblemente con formación en materia de primeros auxilios.

Llamar al telf. 061 enviarán equipo médico al rescate. (En su defecto llamar al 112).

Datos importantes a indicar en la llamada:

- Tipo de accidente (caída, sepultamiento, electrocutado, con riesgo vital…).
- Estado del herido (consciente, inconsciente…).
- Dirección exacta de la obra y forma de acceso.

Proceder con las comunicaciones internas.

ACCIDENTE LEVE

Pedir ayuda a otros compañeros, preferiblemente socorrista.

Llamar al centro asistencial más próximo (preferiblemente Servicio médico).

Datos importantes a indicar en la llamada:

- Tipo de lesión (herida, fractura, contusión, sin riesgo vital)
- Si no se puede mover, trasladar al accidentado con medios adecuados (ambulancia).
- Si se puede mover, trasladarlo al centro asistencial más próximo. Preferiblemente a la Mutua de accidentes de la empresa o en su defecto al centro de salud más próximo.

Proceder con las comunicaciones internas.

TELÉFONOS DE INTERES

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN DEL ROCÍO

Avenida Manuel Siurot, 41013 Sevilla, Teléfono: 955 01 20 00

HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA

Calle Dr. Fedriani, 41009 Sevilla, Teléfono: 955 00 80 00

CENTRO DE SALUD BURGUILLOS CONSULTORIO

Calle Juan Carlos I, Teléfono 955 73 96 12

URGENCIAS 112

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una “nota” escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias y médicos locales.

6.2. INCENDIO

En caso de que se produzca un incendio, si observamos que con los medios que se disponen no es posible apagarlo se deberá llamar al 112.

Para prevenir el riesgo de incendio, se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- Se extremarán las precauciones en época de máximo riesgo de incendio.
- Se garantizará el acceso y tránsito en caso de emergencia a vehículos de extinción y evacuación de personas.
- Se colocarán carteles de riesgo de incendio en los principales accesos del parque en caso de masa forestal.
- Se dispondrá de los medios contra incendios que permitan actuación inmediata en caso de emergencia durante las obras.
- Retirar toda la maleza en zona de alto riesgo de incendios.
- Operación de soldadura: Eliminación de los focos de ignición o protección de los mismos (protección de chispas procedentes del peinado con amoladoras), en zonas de intensa vegetación, la soldadura nunca se realizará en los bordes de la pista, tanto la línea como dobles o triples, y nunca en caballón derecho de límite de pista.
- Tanto la maquinaria como los vehículos dispondrán de equipo de extinción perfectamente adecuado a las circunstancias.
- Cuando se produzca una situación de emergencia, no se debe abandonar las tareas que se estén realizando sin antes dejar todo en situación estable y segura, pues el abandono del puesto de trabajo, sin tomar las precauciones previas, puede provocar un nuevo foco de riesgo.
- Se señalizarán los accesos a los puntos de encuentro para que las evacuaciones o la incorporación de los equipos de emergencias accedan al lugar siniestrado.
- En cada zona de trabajo habrá una persona responsable de la utilización de los equipos de extinción y responsable de las actuaciones a realizar, el cual estará dotado de teléfono móvil y listado de teléfonos de emergencia. (El responsable de la utilización de los equipos de extinción será designado verbalmente por el encargado del equipo de trabajo al que pertenezca y tendrá cerca en todo momento el Plan de evacuación con el listado de teléfonos de emergencia).

ACTUACIONES EN CASO DE INCENDIO

- Fuego controlado: Avisar a la persona responsable, organizar la utilización de equipo de extinción, proceder a su extinción.
- Fuego no controlado: No alarmarse y mantener la serenidad, Poner en marcha el plan de evacuación del personal.

6.3. ROTURA DE CANALIZACIONES

Ante una rotura de canalización, es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.

3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:

- Ubicación de la avería.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la canalización.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y al Técnico de Prevención.

6.4. ROTURA DE LÍNEA DE TENSIÓN

Ante la rotura de Líneas de tensión es importante avisar al encargado de obra, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Si la rotura ha sido producida por una maquinaria, es importante que la maquinaria permanezca en su punto, solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.

2.- Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.

3.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

4.- Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.

5.- Aviso a los servicios de urgencias del organismo competente, indicando:

- Ubicación de la avería.
- •Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

6.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

En el caso de accidente por contacto eléctrico con línea eléctrica, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- El conductor permanecerá en la cabina o puesta de mando, debido a que allí está libre de electrocución.
- No se tocará la máquina, y se advertirá a todo el personal, hasta que se haya separado de la línea.
- En el caso de ser necesario, el conductor o maquinista, para salir o descender de la cabina, saltará, con los dos pies al tiempo, lo más lejos posible de la misma.

7. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVA SEGÚN MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

7.1. MANEJO DE HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTÁTILES "AMOLADORAS, TALADROS, ETC…"

RIESGOS:

- Caídas de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caídas de objetos a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos con el circuito de alimentación.
- Contactos eléctricos indirectos con la carcasa de la máquina.
- Enganche de ropa, cabellos y otros objetos sueltos, por el movimiento de rotación de las partes móviles de la máquina.
- Proyecciones de partículas sólidas y chispas durante el trabajo.
- Lesiones en la muñeca por bloqueo de la máquina.
- Cortes y/o golpes.
- Ruido excesivo (Trauma sonoro).
- Incendio y explosión si se trabaja en ambientes inflamables o explosivos o en las proximidades de sustancias combustibles.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Se conectará a la red mediante su clavija de conexión, jamás con las puntas peladas de los cables.
- Si no hubiese protección diferencial y magnetotérmica en el lugar de conexión, esta se efectuará a través de la caja auxiliar de conexiones con protección diferencial y magnetotérmica.

- Utilizar herramientas de la clase II y III en caso de trabajos en intemperie.
- No se debe poner la máquina en marcha si los dispositivos de protección del disco no están colocados.
- En lugares expuestos a proyecciones de líquidos o atmósferas explosivas, se utilizarán únicamente herramientas eléctricas de grado de protección adecuado.
- Iluminar correctamente el punto de ataque.
- Si las piezas a trabajar son móviles, se las sujetará con una prensa o tornillo, pero nunca con la mano.
- Dejar rodar unos instantes la herramienta en vacío para observar su funcionamiento. Si se observasen defectos no debe de utilizarse.
- Debe de controlarse la dirección en que se emiten las chispas para evitar la posibilidad de incendios o proyección sobre otros operarios.
- Si durante el trabajo se cambia la posición se hará con la máquina parada.
- La presión durante el amolado no debe de ser excesiva pues se corre el riesgo de romper el disco.
- Se colocará la broca en el taladro con ayuda de la llave sacabrocas. Se hará con el taladro desenchufado.
- Las brocas deberán ser adecuadas al material que se desea taladrar y deben estar perfectamente afiladas.
- Se guardará la broca en su caja y el taladro en la suya, cuidando que quede limpio y con el cable bien enrollado.
- No se agrandarán agujeros con brocas de diámetro próximo al del agujero hecho, ni alabeando con brocas de diámetro inferior.
- Cuando no se utilice se mantendrá desconectada de la red.
- Verificar que el útil a utilizar es el adecuado a la velocidad de la máquina.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Casco de seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares)
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección contra impactos o pantalla facial.

- Mandil de cuero.
- Protecciones auditivas (orejeras o tapones).

7.2. MANEJO DE "MARTILLO ELECTRICO"

RIESGOS:

- Contactos eléctricos directos e/o indirectos.
- Contusiones y golpes en el trabajo.
- Sordera profesional por exceso de ruido.
- Proyecciones de partículas sólidas.
- Lesiones en la espalda por manipulación de material pesado.
- Afecciones vías respiratorias por producción de polvo.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar los equipos de protección individual.
- Se comprobará el buen estado del cable de alimentación, así como del punto de entrada en el martillo.
- Utilizar herramientas de clase II.
- Se conectará a la red con todo el cable desenrollado y mediante su clavija de conexión, jamás con las puntas peladas de los cables.
- Si no hubiese protección diferencial en el lugar de conexión, ésta se efectuará a través de la clavija auxiliar de conexiones con protección diferencial y magnetotérmica.
- Comprobar que el martillo dispone de dispositivos de amortiguación de las vibraciones.
- Colocarse el mandil de cuero, protección auditiva, gafas contra impactos y mascarilla antipolvo, si existe posibilidad de ambiente pulvígeno.
- Levantar el martillo manteniendo la punta apoyada en el suelo.
- No hacer funcionar la máquina en vacío sin la correspondiente herramienta y sin que esté apoyada firmemente sobre un material resistente.
- Ponerse en posición de trabajo manteniendo la espalda recta.
- Cuidar que los pies queden suficientemente alejados de la punta, así como el cable de alimentación.
- Con el martillo colocado lo más perpendicular posible respecto al punto donde se trabajará, empezar el martillado.

- Eliminar frecuentemente los cascotes producidos.
- Cuando no se utilice el martillo, se mantendrá desconectado de la red.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares)
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Mandil de cuero.
- Protección auditiva.
- Mascarilla antipolvo.

7.3. MANEJO DE "GRUPO ELECTRÓGENO"

RIESGOS:

- Contactos eléctricos directos con el circuito de alimentación.
- Incendios.
- Contactos eléctricos indirectos con la carcasa de la máquina.
- Contusiones y golpes en el trabajo.
- Sordera profesional por exceso de ruido.
- Proyecciones de partículas sólidas.
- Lesiones en las muñecas y espalda por manipulación de material pesado.
- Afecciones vías respiratorias por producción de polvo.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Comprobar que todos los dispositivos de seguridad funcionan correctamente.
- No se manipularán los dispositivos de seguridad bajo ningún concepto.

- El mantenimiento, revisiones y reparaciones generales sólo serán efectuados por personal debidamente cualificado.
- Comprobar el funcionamiento de los pulsadores o elementos de desconexión y parada inmediata (emergencia).
- Las tapas de los bornes no deben estar al descubierto.
- Realizar todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la máquina totalmente parada y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
- Comprobar que todas las rejillas, carcasas y protecciones de los elementos móviles están bien instaladas.
- Comprobar la toma de tierra. Instalar la pica de tierra correctamente.
- Evitar intervenciones de mantenimiento en presencia de tensión eléctrica.
- Se debe repostar el combustible con el equipo parado.
- No fumar durante la operación de repostaje.
- Comprobar que no existe ninguna fuga de combustible.
- Limpiar todos los posibles derrames de combustible, aceite o líquidos inflamables.
- Durante la manipulación de la máquina se asegurarán todas las piezas sueltas.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares).
- Guantes de protección dieléctrica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección, pantalla inactínica.
- Protección auditiva.
- Herramienta aislante.

7.4. SOLDADURA ELÉCTRICA, AUTÓGENA Y OXICORTE

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamientos de manos o pies por objetos pesados.
- Inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras por contacto térmico.
- Explosión o Incendio.
- Proyección de partículas.
- Contactos Eléctricos directos e/o indirectos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar los equipos de protección individual.
- El personal encargado de soldar será especialista en estas tareas.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie cuando llueva.
- Se conectará a la red con todo el cable desenrollado y mediante su clavija de conexión, jamás con las puntas peladas de los cables.
- Se comprobará el buen estado del cable de alimentación, así como del punto de entrada a la máquina.
- Queda expresamente prohibido:
- Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo.
- Anular o no instalar la toma de tierra de la carcasa de la máquina de soldar.
- Ponerse en posición de trabajo manteniendo la espalda recta.
- No desconectar totalmente la máquina de soldar cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos.
- La utilización de mangueras deterioradas con corte y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.
- Cuidar que los pies queden suficientemente alejados de la punta, así como el cable de alimentación.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Yelmo de soldador.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente para el ayudante).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes, Manguitos, Polainas y Mandil de cuero.
- Cinturón de seguridad.

7.5. COMPACTADORES

RIESGOS:

- Contactos eléctricos directos con el circuito de alimentación.
- Contactos eléctricos indirectos con la carcasa de la máquina.
- Contusiones y golpes en el trabajo.
- Sordera profesional por exceso de ruido.
- Proyecciones de partículas sólidas.
- Lesiones en las muñecas y espalda por manipulación de material pesado.
- Afecciones vías respiratorias por producción de polvo.
- Vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

Utilizar equipos de protección individual.

- Si no hubiese protección diferencial y magnetotérmica en el lugar de conexión, esta se efectuará a través de la caja auxiliar de conexiones con protección diferencial y magnetotérmica.
- Utilizar herramientas de la clase II.
- Se conectará a la red mediante su clavija de conexión, jamás con las puntas peladas de los cables.
- Comprobar que la compactadora dispone de dispositivos de amortiguación de las vibraciones.

- Colocarse, protección auditiva, gafas contra impactos y mascarilla antipolvo, si existen posibilidades de ambiente pulvígeno.
- No hacer funcionar la máquina en vacío sin la correspondiente herramienta y sin que esté apoyada firmemente sobre un material resistente.
- Cuidar que los pies queden suficientemente alejados del equipo de trabajo, así como el cable de alimentación.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección contra impactos o pantalla facial.
- Protección auditiva (orejeras o tapones).
- Mascarillas antipolvo.

7.6. COMPRESOR

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Choques y golpes.
- Daños a terceros.
- Exposición al ruido.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos.
- Sobreesfuerzos.
- Descargas eléctricas.
- Quemaduras por contactos eléctricos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- En zonas transitadas, estará debidamente protegido y señalizado, evitando el acceso a la misma de personal no autorizado, cercándose si fuera necesario, con cinta balizadora o vallas de protección.
- Las mangueras deberán esta extendidas y protegidas de forma que en una accidental rotura de la misma alcancen por culebreo a personas, vehículos, lunas de establecimiento, etc.,
- No repostará combustible sin antes haber parado el motor.
- No se utilizará la manguera con aire, para limpiarse la ropa, buzo, etc., ni se dirigirá contra terceras personas.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección contra impactos o pantalla facial.
- Mascarillas antipolvo.

7.7. VIBRADOR

RIESGOS:

- Caída de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Descargas eléctricas directas e indirectas.
- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Salpicaduras de lechada en los ojos.
- Posturas forzadas.
- Vibraciones. Favorecen que aparezcan problemas circulatorios en las manos con posterior pérdida de sensibilidad.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las operaciones de vibrado se realizarán siempre en posiciones estables.
- Se procederá a la limpieza diaria del vibrador después de su utilización.
- El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
- Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección contra impactos o pantalla facial.
- Mascarillas antipolvo.

7.8. CAMIÓN HORMIGONERA

RIESGOS:

- Atropello de personas.
- Colisión con otras máquinas.
- Vuelco de Camión.
- Daños a terceros.
- Caída de personas.
- Golpes por el manejo de las canales.
- Vibraciones. Favorecen que aparezcan problemas circulatorios en las manos con posterior pérdida de sensibilidad.
- Quemaduras por contactos eléctricos.

- Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o de limpieza.
- Golpes por el cubilote del hormigón.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% en prevención de atoramientos o vuelcos.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones hormigonera sobrepasen la distancia, trazada de 1,50 metros al borde de la zanja.
- La limpieza de la cuba y canales se efectuará en lugares señalizados para tal labor.
- Se prohíbe cargar la cuba de hormigón por encima del peso máximo autorizado.
- La puesta en estación y los movimientos del vehículo durante las operaciones de vertido serán dirigidos por el encargado u oficial autorizado para tal fin.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Gafas de protección contra impactos o pantalla facial.
- Mascarillas antipolvo.
- Protección auditiva.

7.9. RETROEXCAVADORAS

RIESGOS:

- Aplastamiento y golpes por el movimiento de la máquina.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Incendios y explosiones.
- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Vuelco de máquina.
- Contactos eléctricos.
- Choques y atropellos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Mantener limpia la cabina del operador.
- Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido.
- No poner en marcha la máquina, ni accionar los mandos si no se encuentra sentado en el puesto de trabajo.
- Inspeccionar visualmente alrededor de la máquina antes de subir a ella y la presión de los neumáticos de la máquina.
- Examinar las luces, sistema hidráulico, si existieran fugas o acumulación de suciedad.
- Ver si las escaleras de acceso a la máquina están limpias y en buen estado.
- Mantener un adecuado nivel de combustible y de aceite de motor, del sistema de fuerza, y elementos hidráulicos.
- Comprobar el funcionamiento de los frenos, dispositivos de alarma y señalización.
- Hacer uso de la señal acústica de marcha atrás y del rotativo luminoso.
- Mantener limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplazar los que estén deteriorados.
- Las cargas en ningún momento deberán exceder el tamaño del cazo.

- No manipular los dispositivos de seguridad bajo ningún concepto y Evitar la manipulación del motor con este en funcionamiento.
- Usar los equipos de protección individual cuando se salga de la cabina.
- Operar los controles solamente con el motor en funcionamiento.
- Utilizar ambas manos para subir y bajar de la máquina y por el lugar indicado para ello.
- Estacionar la máquina en una superficie nivelada.
- No llevar personas en la máquina a no ser que esté preparada para ello.
- Mantener siempre y en todo momento las distancias a las instalaciones eléctricas.
- Cuando sea posible en las laderas avance hacia arriba y hacia abajo, nunca en sentido transversal.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad, fuera de la cabina.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares)
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad fuera de la cabina.

7.10. DUMPER O AUTOVOLQUETE

RIESGOS:

- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras y en operaciones de mantenimiento.
- Vuelcos al circular por rampas.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Incendios y explosiones.
- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruido y vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido.
- Dispondrán de pórtico de seguridad antivuelco con Arnés de seguridad acoplado.
- No se transportarán personas.
- Dispondrá de señal luminosa de aviso.
- No se repostará combustible sin antes haber parado el motor y luces.
- No circular con la caja levantada, con cargas incontroladas o que dificulten la visibilidad.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Protección auditiva.
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvigenos.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de protección contra ambientes pulvigenos.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares).
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.

7.11. CAMIÓN Y CAMIÓN BASCULANTE

RIESGOS:

- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras y en operaciones de mantenimiento.
- Vuelcos al circular por rampas.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Incendios y explosiones.
- Caídas.
- Choques con otros vehículos, maquinaria y elementos fijos en la obra.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Accidentes de tráfico.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido.
- Comprobar el funcionamiento del tacógrafo y póngale un disco nuevo al comenzar la jornada.
- Inspecciones si hay fugas de aceite y/o combustible en el compartimiento del motor y en el diferencial.
- Cerciorarse de que toda la documentación del vehículo está en regla, (Seguros, permisos de circulación, ficha de características técnicas, tarjeta de transporte, ITV, etc...)
- Verificar los niveles de aceite de hidráulico, sistema de frenos, dirección y observar los niveles de refrigeración del motor.
- Comprobar el nivel de aceite del motor. Mantener el nivel del mismo entre las marcas de la varilla.
- Mantener limpia la cabina del conductor.
- Comprobar el funcionamiento de los frenos, dispositivos de alarma y señalización.
- Examinar los neumáticos para asegurarse que están inflados correctamente y que no tienen daños importantes, el tablero de instrumentos que funcionen todos los indicadores correctamente.

- Siempre que circule con el vehículo asegúrese que el volquete esté bajado en posición de transporte y con el seguro puesto.
- Arranque el motor solo sentado en el puesto del operador.
- Ajústese el cinturón de seguridad del asiento.
- Estacione en superficie nivelada.
- Conectar el freno de servicio para parar el camión, y ponga la palanca de control de la transmisión en Neutral.
- Conecte el freno de estacionamiento.
- Pare el motor, haga girar la llave de arranque hacia la posición DESCONECTADA.
- Cierre bien el camión y asegúrese contra la utilización no autorizada y vandalismo.
- Si durante la utilización del camión observa cualquier anomalía. Comuníquelo inmediatamente a su superior.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares).
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.

7.12. BULLDOZER

RIESGOS:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Se recomienda que el bulldozer esté dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.
- Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del bulldozer responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.
- Deben utilizarse los bulldozers que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el R.D. 1215/97
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el R.D. 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.
- Girar el asiento en función del sentido de la marcha cuando el bulldozer lo permita.

- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Asegurar la máxima visibilidad del bulldozer limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.
- •Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro, y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar del bulldozer únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara al bulldozer.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en el bulldozer.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.
- Antes de empezar los trabajos hay que localizar y reducir al mínimo los riesgos derivados de cables subterráneos, aéreos u otros sistemas de distribución
- Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.
- Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.
- •El bulldozer no puede utilizarse como medio para transportar personas, excepto que la máquina disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.
- No subir ni bajar con el bulldozer en movimiento.
- Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar).
- En trabajos en zonas de servicios afectados, cuando no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, se requerirá la colaboración de un señalista.
- Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.
- En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos, es necesario comprobar la tensión de estos cables para poder identificar la distancia mínima de seguridad. Estas distancias de seguridad dependen de la tensión nominal de la instalación y serán de 3, 5 o 7 m dependiendo de ésta.

- Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.
- No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.
- Mantener contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Con el fin de evitar choques (colisiones), deben definirse y señalizarse los recorridos de la obra.
- Evitar desplazamientos del bulldozer en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.
- Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que los gases se han extraído.
- La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a medio metro del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.
- Siempre se ha de extraer el material de cara a la pendiente.
- En operaciones con traíllas, el bulldozer no se tiene que desplazar a más de 5 km/h.
- Para abatir árboles hay que empujar en la dirección de caída del árbol a una altura de 30 o 40 cm del mismo.
- En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.
- Efectuar las tareas de reparación del bulldozer con el motor parado y la máquina estacionada.
- En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Hay que apretar los pernos flojos y sustituir los que falten.
- Hay que inspeccionar y reparar las cadenas en mal estado o excesivamente desgastadas.
- •Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores.

- Deben adoptarse las medidas preventivas adecuadas para evitar que el bulldozer caiga en las excavaciones o en el agua.
- En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la excavadora y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto.
- Estacionar el bulldozer en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación). Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería, cerrar la cabina y el compartimento del motor y apoyar la pala en el suelo.
- Regar para evitar la emisión de polvo.
- Está prohibido abandonar el bulldozer con el motor en marcha.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Casco (sólo fuera de la máquina).
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Mascarilla (cuando sea necesaria).
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Calzado de seguridad.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Ropa y accesorios de señalización (sólo fuera de la máquina).

7.13. ZANJADORA

RIESGOS:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Utilizar los medios instalados para bajar y emplear ambas manos para sujetarse.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Ajústese el cinturón de seguridad y el asiento.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Evite siempre que sea posible manipular con el motor caliente cuando alcanza su temperatura, cualquier contacto puede ocasionar quemaduras graves.
- Mirar continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos durante la marcha atrás.
- No trate de realizar ajustes si se puede evitar, con el motor de la máquina en marcha.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.

- El sistema de enfriamiento contiene álcali, evite su contacto con la piel y los ojos.
- No suelde o corte con soplete, tuberías que contengan líquidos inflamables.
- No intente subir o bajar de la máquina si va cargado con suministros o herramientas.
- No realice modificaciones ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- Utilice gafas de protección cuando golpee objetos, como pasadores, bulones, etc...
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Desconectar el motor al repostar y no fumen mientras lo hacen.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores, si existen, elimínelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- No transporte personal en la máquina sino está debidamente autorizado para ello.
- Nunca ponga la máquina en marcha antes de asegurar las piezas sueltas, comprobar si falta alguna señal de aviso.
- Nunca trabaje debajo del equipo mientras éste no se encuentre apoyado adecuadamente en el suelo.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos en la batería.
- Cierre bien la máquina, quite todas las llaves y asegure la máquina contra la utilización de personal no autorizado y vandalismo.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Casco (sólo fuera de la máquina).
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Mascarilla (cuando sea necesaria).

- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).
- Calzado de seguridad.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Ropa y accesorios de señalización (sólo fuera de la máquina).

7.14. GRÚA AUTOPROPULSADA O AUTOTRANSPORTADA

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Golpes y contactos con elementos móviles o inmóviles de la máquina.
- Atrapamientos.
- Contactos térmicos y/o eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.
- Otros: caída de rayos sobre la grúa.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

Utilizar grúas con el marcado CE o adaptadas al R.D. 1215/1997.

Es necesario el carnet de operador de grúa móvil autopropulsada para la utilización de este equipo.

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- Se recomienda que la grúa autopropulsada esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash. Y de Ha de estar dotada de señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, verificar que la persona que la conduce está autorizada, tiene la formación e información específica de PRL que fija el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5, y se ha leído su manual de instrucciones. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet C de conducir.
- Verificar que se mantiene al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.

- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la grúa autopropulsada responden correctamente y están en perfecto estado: cables, frenos, neumáticos, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres. En vehículos con sistemas electrónicos sensibles, no está permitida su utilización.
- El uso de estos equipos está reservado a personal autorizado.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- La grúa ha de instalarse en terreno compacto y ha de utilizar estabilizadores.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.
- Asegurar la máxima visibilidad de la grúa autopropulsada mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- Verificar que la altura máxima de la grúa autopropulsada es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la grúa autopropulsada únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la máquina.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la grúa autopropulsada o autotransportada.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad (sólo fuera de la máquina).
- Protectores auditivos: tapones o auriculares (cuando sea necesario).
- Calzado de seguridad.
- Faja y cinturones antivibraciones.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad (sólo fuera de la máquina).
- Guantes contra agresiones mecánicas (en tareas de mantenimiento).

7.15. POLEAS PILOTO Y ACCESORIOS DE TENDIDO

RIESGOS

- Caída de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Pisada sobre objetos.
- Atrapamientos por/o entre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos y/o eléctricos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Mantener un correcto estado de orden y limpieza el tajo.
- No transitar por debajo de cargas suspendidas ni en las tareas de tensado de cable.
- El alza de bobinas deberá ser asegurado por sistema de sujeción destinado a este tipo de trabajo.
- El acopio de bobinas se realizará sobre terreno firme, exento de pendientes y visible. Si fuera preciso deberán ser calzadas.
- Revisar la maquinaria antes de su uso, así como los dispositivos de seguridad.
- Toda la maquinaria contará con el marcado “CE”, la declaración de conformidad del fabricante y el libro de instrucciones.
- Descender a la zanja mediante escaleras de mano.
- Uso del arnés para trabajos en altura y cuerdas de seguridad para trabajos en altura.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- En el caso de existir desniveles importantes señalizar y balizar.
- Mantener un correcto estado de orden y limpieza el tajo.
- No retirar las protecciones pasivas de la maquinaria.
- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes para trabajo mecánico.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.

8. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS SEGÚN FASES DE TRABAJO

En este apartado nos referimos a los riesgos propios derivados de la ejecución de actividades concretas, que, por tanto, sólo afectan al personal que realiza trabajos en dicha obra.

8.1. RIESGOS GENERALES

8.1.1. SEÑALIZACIÓN

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas según el R.D. 485/1997.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos, señalando aquellas zonas en las que exista alguno de los riesgos enunciados en este Estudio.

8.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES EN OBRA

- La circulación por la obra se realizará a velocidad moderada, adecuada a las condiciones de la vía, el tráfico, la visibilidad y el vehículo.
- Cuando un trabajador detecte una situación de riesgo importante, deberá avisar inmediatamente al encargado de la obra para que se adopten las medidas necesarias para neutralizarlo.

- Si para realizar un trabajo es necesario retirar o anular temporalmente una protección colectiva, esta deberá reponerse inmediatamente después de finalizado el trabajo. No se podrá abandonar un tajo sin dejarlo debidamente protegido y señalizado.
- Cuando haya una tormenta eléctrica se suspenderán lo trabajos en las proximidades de la línea donde se haya colocado el cable de tierra o el de fase, ya que al tratarse de un cable de cobre desnudo puede actuar como conductor si cayera un rayo.

8.1.3. REPLANTEO DE OBRA/TOPOGRAFÍA

- RIESGOS:
- Atropellos.
- Golpes y cortes.
- Exposición a condiciones climatológicas extremas.
- Ruido.
- Aplastamientos.
- Electrificación.
- Inhalación de polvo y vapores tóxicos.
- Picaduras de insectos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar los equipos de protección individual.
- Para evitar la polvareda se puede regar la zona cercana a la zona de estacionamiento del topógrafo.
- Cuando en la zona de trabajo del equipo de topografía circulen vehículos o algún tipo de maquinaría se debe de señalizar mediante vallas, señales de limitación de velocidad, conos reflectantes..., la señalización en las vías de comunicación es de considerable importancia.
- También se colocarán protecciones colectivas (redes, vallas...) en lugares donde el equipo de topografía esté sometido al riesgo de caída a distinto nivel.
- En los túneles se deberá de colocar un sistema de ventilación, para sanear el ambiente.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Atropellos: Utilizar trajes o chalecos reflectantes, con la finalidad de ser vistos por los conductores de las máquinas o vehículos.
- Caídas a distinto nivel: Las protecciones más adecuadas son zapatos antideslizantes, y arnés.
- Inhalación de polvo: mascarillas y gafas.
- Ruido: emplear orejeras y tapones auditivos.
- Golpes y cortes: Guantes de todo tipo.
- Desprendimientos: Para los desprendimientos se utilizará el casco de seguridad.
- Proyección de fragmentos: Gafas de protección y casco de seguridad.
- Picaduras de insectos: hacer uso de cremas protectoras.
- Electrificación: Guantes de protección y empleo de utensilios y materiales de tipo dieléctrico.
- Climatología adversa: Se utilizan todos aquellos EPI's tanto para el frío, calor, viento, humedad, agua..., como son, el gorro, capuchas, impermeables, botas de agua, ropa isotérmica, crema protectora de las radiaciones solares.

8.1.4. DESBROZADO DE VEGETACIÓN

RIESGOS:

- Golpes o cortes por manejo de herramientas o por arbolado.
- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Cortes y Heridas por astillas.
- Atrapamientos.
- Ruidos y vibraciones.
- Posturas forzadas, Sobreesfuerzos.
- Agentes climáticos, sobrecarga térmica.
- Agresión de animales.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar los equipos de protección individual.
- Todo árbol cuyo corte se ha empezado, deberá ser derribado antes de atacar otro árbol.
- Controlar las maniobras por una persona cualificada.
- Informar inmediatamente a su responsable directo “Jefe de Equipo”, “Encargado” y responsable de prevención en el caso de encontrarse con una situación anómala.
- Ninguna persona ajena a la tala deberá penetrar en la zona de operaciones.
- Se suspenderá el apeo en días de fuerte viento o de dirección cambiante, ante la dificultad de determinar la dirección de caída.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Pantalones anticorte, con refuerzo en la parte anterior del muslo.
- Protecciones auditivas.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad con suelas antideslizantes y puntera reforzada.
- Ropa de trabajo adecuada, ajustada al cuerpo, cómoda, de tejido ligero y resistente, que permita la transpiración, debiendo soportar enganches con ramas y ser impermeable. Y de alta visibilidad.
- Casco homologado contra impactos.
- Pantalla facial, preferentemente fijada al casco para que sea abatible.
- Protección ocular (Gafas protectoras).

8.1.5. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes contra salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Agentes climáticos, sobrecarga térmica.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:
    - Enmarcando la carga
    - Ligeramente separados
    - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.

- Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.

8.1.6. TRANSPORTES Y ACOPIO DE MATERIAL

RIESGOS:

- Vuelcos.
- Desprendimientos o caída de la carga, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Choques contra vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión.
- Golpes o cortes por manejo de herramientas.
- Atrapamientos de pies y manos durante el acopio de materiales.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Adecuar las cargas correctamente.
- Controlar las maniobras por una persona cualificada.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.
- Realizar un correcto mantenimiento de los equipos necesarios para realizar las cargas y descargas de los materiales.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Si existieran líneas eléctricas cercanas a las zonas de acopio las maniobras deberán estar guiadas por un trabajador cualificado.
- Los materiales se almacenarán de forma racional, de manera que no se produzcan derrumbamientos ni deslizamientos.

- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo, fuera de la cabina.
- Calzado de Seguridad con puntera reforzada.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad, fuera de la cabina.

8.1.7. ENCOFRADOS

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caídas de objetos
- Heridas o pinzamientos en los pies.
- Atrapamiento de pies y manos.
- Riesgo eléctrico directa o indirectamente.
- Lumbalgias por sobreesfuerzos.
- Golpes o Cortes en manos y pies.
- Fracturas, torceduras, y esguinces.
- Golpes contra objetos.
- Los derivados de la climatología extrema.
- Aplastamientos en operaciones de descarga.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de movimiento de cargas, mientras duren las operaciones de subida de tablones, puntales, ferralla, etc.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los puntos de las losas horizontales para impedir la caída al vació de personas.
- Orden y limpieza del lugar de trabajo.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada se extraerán y se almacenarán en el punto limpio.
- En las esperas de ferralla, se colocarán “SETAS” protegiendo las puntas salientes.
- El ascenso y descenso de personas a los encofrados se realizará con escaleras de mano reglamentarias, cuidando su estabilidad y evitando que puedan resbalar.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Arnés anticaídas para trabajos a más de 2 metros.
- Gafas antiproyecciones.
- Mascarilla antipolvo.

8.1.8. PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN Y EQUIPOS

RIESGOS:

- Caídas de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación (herramientas, materiales).
- Caída de objetos desprendidos (materiales no manipulados).
- Golpes con objetos o herramientas.

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con vehículos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilización de equipos de manutención y elevación adecuados. (Plataforma elevadora).
- Utilización de equipos de tracción.
- Utilización de herramientas manuales con mango aislado de torsión, corte y golpe adecuadas.
- Utilización de herramientas portátiles eléctricas adecuadas.
- Permiso de trabajo en altura. Línea de vida.
- Diferencial de alta sensibilidad y toma de tierra de cuadro.
- Señalización y delimitación de la zona de trabajo.
- Uso de polímetro.
- Observancia de las cinco reglas de oro en la electricidad.
- Equipos de extinción de incendios.
- Iluminación complementaria.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Guantes de seguridad contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Pantalla de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Casco de protección.
- Arnés de seguridad.

8.2. RIESGOS ESPECÍFICOS. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

8.2.1. EXPLANACIÓN, MOVIMIENTOS DE TIERRA

RIESGOS:

- Caída de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles de máquinas.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atropellos o choques con o contra vehículos.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a agentes químicos (polvo).
- Exposición a agentes físicos (ruido y vibraciones).
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga durante las descargas, etc.).
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión)
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Se sanearán los taludes y las zonas inestables se señalizarán.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas, movimientos del terreno, estado de las medianerías etc., con el fin de prever posibles movimientos indeseables. Cualquier anomalía la comunicara el Capataz o el Delegado de Prevención a la Dirección de las Obras, tras proceder a desalojar los tajos expuestos al riesgo.

Se prohíbe permanecer en el entorno del radio de acción de las máquinas para el movimiento de tierras.

- No se transportará a personas en vehículos y máquinas no acondicionadas para ello.
- Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura ambiente a la sombra descienda a menos de 2º C.
- Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de los taludes inestables.
- Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal, cunetas, se realizarán lo antes posible.
- Se evitará el paso de tráfico de vehículos a las tongadas compactadas y en todo caso se evitarán que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie, dejando huella.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por causas naturales, etc.), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes, cimentaciones colindantes etc.
- Después de utilizar los rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.
- Se prohibirá la entrada del personal ajeno a los trabajos que se realicen, así como su proximidad a las máquinas en movimiento.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz o Encargado.
- Se inspeccionarán antes de la reanudación de los trabajos interrumpidos por cualquier causa el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.

- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 4 m.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- Correcto mantenimiento de las cabinas de los vehículos de excavación para evitar la entrada de polvo en las cabinas.
- Utilizar los equipos de protección individual.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección si existe riesgo de polvo.
- Botas de seguridad de goma o de PVC.
- Mascarilla antipolvo.

8.2.2. FORMACIÓN DE CAMINOS Y CUNETAS

RIESGOS:

- Caída de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Polvo ambiental.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles de máquinas.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.

- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atropellos o choques con o contra vehículos.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a agentes químicos (polvo).
- Exposición a agentes físicos (ruido y vibraciones).
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión)
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga durante las descargas, etc.).

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Las maniobras de maquinaria de cualquier vehículo se dirigirán por persona distinta al conductor del vehículo.
- El frente de excavación realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas, movimientos del terreno, estado de las medianerías etc., con el fin de prever posibles movimientos indeseables. Cualquier anomalía la comunicara el Capataz o el Delegado de Prevención a la Dirección de las Obras, tras proceder a desalojar los tajos expuestos al riesgo.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por causas naturales, etc.), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes, cimentaciones colindantes etc.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo y estabilidad propia.
- Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de los taludes inestables.
- La coronación de taludes del vaciado a las que deben acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada a 2 m. como mínimo del borde de coronación de talud.

- Se inspeccionarán antes de la reanudación de trabajos interrumpidos por cualquier causa el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.
- Se prohibirá la entrada del personal ajeno a los trabajos que se realicen, así como su proximidad a las máquinas en movimiento.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz o Encargado.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 4 m.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- Al descubrir cualquier tipo de conducción subterránea, se paralizarán los trabajos avisando a la Dirección de la Obra.
- Correcto mantenimiento de las cabinas de los vehículos de movimiento de tierras para evitar la entrada de polvo en las cabinas.
- Utilizar equipos de protección individual.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección si existe riesgo de polvo.
- Botas de seguridad de goma o de PVC.
- Mascarilla anti polvo.

8.2.3. REALIZACIÓN DE DRENAJES

RIESGOS:

- Caída de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles de máquinas.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atropellos o choques con o contra vehículos.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión)
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a agentes químicos (polvo).
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga durante las descargas, etc.).
- Exposición a agentes físicos (ruido y vibraciones).
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Se sanearán los taludes y las zonas inestables se señalizarán.
- Se prohíbe permanecer en el entorno del radio de acción de las máquinas para el movimiento de tierras.
- No se transportará a personas en vehículos y máquinas no acondicionadas para ello.
- Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura ambiente a la sombra descienda a menos de 2º C.

- Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal, cunetas, se realizarán lo antes posible.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas, movimientos del terreno, estado de las medianerías etc., con el fin de prever posibles movimientos indeseables. Cualquier anomalía la comunicara el Capataz o el Delegado de Prevención a la Dirección de las Obras, tras proceder a desalojar los tajos expuestos al riesgo.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por causas naturales, etc.), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes, cimentaciones colindantes etc.
- Se inspeccionarán antes de la reanudación de los trabajos interrumpidos por cualquier causa el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.
- Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de los taludes inestables.
- Se prohibirá la entrada del personal ajeno a los trabajos que se realicen, así como su proximidad a las máquinas en movimiento.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz o Encargado.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 4 m.
- Correcto mantenimiento de la cabina de los vehículos de excavación para evitar la entrada de polvo en las cabinas.
- Utilizar los equipos de protección individual.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.

- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección si existe riesgo de polvo.
- Botas de seguridad de goma o de PVC.
- Mascarilla anti polvo.

8.2.4. CIMENTACIÓN

RIESGOS:

- Caída de personas al mismo y/o a distinto nivel.
- Proyección de fragmentos y partículas.
- Caída de materiales
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Atrapamiento en el manejo de puntales.
- Aprisionamientos de pies y manos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no es en posición de vertido.
- Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.
- La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras
- Si el viento supera los 15 m/s de velocidad se suspenderá la operación por prevención de accidentes.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Guantes de goma para manejo de hormigón y desencofrantes
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección si existe riesgo de polvo.
- Botas de seguridad.
- Mascarilla anti polvo.

8.2.5. CERRAMIENTOS

RIESGOS:

- Caídas de personas al mismo y/o a diferente nivel.
- Caídas de objetos a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de la maquinaria.
- Contactos térmicos y/o Contactos eléctricos.
- Explosiones y/ o Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar grúas con el marcado CE prioritariamente o adaptarlas al R.D. 1215/1997.
- Se recomienda que la grúa autopropulsada esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio y de estar dotada de señal acústica de marcha atrás.
- Es necesario el carné de operador de grúa móvil autopropulsada para la utilización de este equipo.
- La grúa ha de instalarse en terreno compacto y ha de utilizar estabilizadores.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas el maquinista tiene que disponer de un señalista que lo guíe.
- Se prohíbe transportar cargas por encima de personal y arrastrar las cargas.
- Verificar que la altura máxima de la grúa autopropulsada es la adecuada para evitar interferencias con elementos varios.
- Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la maquinaria.
- Asegurarse de que el gancho de la grúa dispone de pestillo de seguridad y las eslingas están bien colocadas.
- Revisar el buen estado de los elementos de seguridad.
- Respetar las limitaciones de carga indicadas por el fabricante.
- No abandonar el puesto de trabajo con la grúa con cargas suspendidas.
- Realizar las operaciones de carga y descarga con el apoyo de operarios especializados.
- Si se tiene que apoyar sobre terrenos blandos, se ha de disponer de tablones para que puedan ser utilizados como plataformas.
- Estacionar la grúa en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgo de desplomes, desprendimientos o inundaciones.
- Obligación de utilización de los equipos de protección individual.
- Cuando el viento sea excesivo el gruista interrumpirá temporalmente el trabajo.
- Sólo los trabajadores cualificados pueden permanecer en la zona de montaje.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Casco de seguridad preferentemente con barboquejo.

- Arnés anticaída, anclado a un punto fijo.
- Protectores auditivos, cuando sea necesario.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares).
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.

8.2.6. EXCAVACIÓN DE ZANJAS

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropello y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisión y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.
- Caída de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caída de personas, animales o vehículos al interior de las excavaciones.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga durante las descargas, etc.).
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión).
- Exposición al ruido.
- Proyecciones de partículas.
- Polvo ambiental.
- Lesiones cutáneas por contacto con hormigón y aditivos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar los equipos de protección individual.

- No se permitirá que un operario permanezca solo durante la excavación. Una de ellas fuera de la excavación. El trabajador que permanezca en el interior de la excavación deberá estar sujeto a una cuerda y esta permanecerá amarrada en la superficie.
- Para el acceso y salida de los hoyos se empleará una escalera simple que sobresalga 1 metro del borde de la excavación.
- El personal que manipule máquinas de excavación tendrá que estar suficientemente preparado para las operaciones a realizar.
- No se llevarán pasajeros en lugares del vehículo no habilitados para ello, ni a más personas que las precisas.
- Se señalizarán las excavaciones para evitar la posibilidad de caída de personas ajenas al trabajo.
- Se prohíben los acopios a una distancia inferior a 2 metros de borde de la cimentación.
- Se verificará el estado de las tierras después de cambios climáticos importantes, especialmente en régimen de lluvias.
- Se vallará la cimentación en todo su perímetro, vigilando en todo momento que las vallas estén correctamente colocadas.
- Se entibará la excavación en los puntos que se supere 1,50 metros de profundidad o el tipo de terreno así lo exija.
- Informar inmediatamente a su responsable directo “Jefe de Equipo”, “encargado” y responsable de prevención de la empresa de cualquier anomalía que suceda en obras en relación a prevención de riesgos laborales.
- Las tierras extraídas de la cimentación serán acopiadas a más de 2 metros de distancia de la excavación.
- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas eléctricas.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de Seguridad con puntera reforzada.
- Botas de goma para el trabajo con el hormigón.
- Guantes de protección mecánica.

- Ropa de trabajo para el tipo de climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Protección ocular (Gafas de protección).
- Mascarilla antipolvo.
- Protección auditiva.
- Cinturón de seguridad con arnés.

8.2.7. HORMIGONADO DE ZANJAS

RIESGOS:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropello y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisión y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.
- Caída de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caída de personas, animales o vehículos al interior de las excavaciones.
- Exposición al ruido.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga durante las descargas, etc.).
- Riesgo eléctrico (contacto directo, indirecto o arco) como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión).
- Proyecciones de partículas.
- Polvo ambiental.
- Lesiones cutáneas por contacto con hormigón y aditivos.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

Vertido directo mediante canaleta

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
- Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no es en posición de vertido.
- Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.
- La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras

Vertido mediante bombeo

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en la realización de este tipo de trabajos.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.
- El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o tapones.

- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redecilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los operarios situados en niveles inferiores, con redes viseras o elementos de protección equivalentes que impidan que estos sean alcanzados por objetos que puedan caer desde niveles superiores.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte peligroso.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad con puntera reforzada.
- Botas de goma para el trabajo con el hormigón.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo para el tipo de climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Protección ocular (Gafas de protección).
- Mascarilla antipolvo.
- Protección auditiva.

- Cinturón de seguridad con arnés.

8.2.8. CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS Y CAMINOS

RIESGOS:

- Atrapamientos y/o sobreesfuerzos en tendido manual.
- Daños por caídas a distintos niveles (de personas y/u objetos).
- Caídas al mismo nivel y/o a distinto nivel.
- Daños por maquinaria de tendido.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Riesgo eléctrico (aislamiento de cables defectuosos y contacto con partes o elementos en tensión).
- Caída de objetos y herramientas.
- Golpes con equipo, contra otras instalaciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Para el cruce se establecerán a ambos lados de la misma, protecciones con suficiente altura para permitir el paso de vehículos.
- Al finalizar la jornada, los cables que se hayan cruzado deben quedar convenientemente sujetos para evitar que caigan sobre las vías.
- Se señalizarán la realización de las obras en los cruzamientos con carreteras siguiendo las especificaciones de los organismos oficiales competentes en la materia. Se colocarán además señalistas dependiendo de la densidad de tráfico.
- Utilizar equipos de protección individual.
- Para la colocación de porterías de madera el personal deberá utilizar cinturón de seguridad con arnés y dispositivos de anclaje para el ascenso y descenso. Tanto en el ascenso como en el descenso el elemento de amarre del cinturón deberá rodear al poste en el desplazamiento.
- El personal que manipule máquinas de tendidos tendrá que estar suficientemente preparado para las operaciones a realizar.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
- Control de las maniobras a realizar próximas a instalaciones en tensión y vigilancia continuada.

- Durante los cruzamientos que se realicen calles, carreteras o zonas por la que circulen vehículos se señalizarán la zona de trabajo, mediante señales viales, y todos los trabajadores usarán chalecos reflectantes.
- Gestión correcta de los descargos.
- Utilizar equipos y herramientas adecuadas para cada situación.
- Vigilancia continuada por el jefe de trabajos de las maniobras y los equipos a utilizar.
- En el caso de encontrarnos con una situación extraña en la obra o por el contrario una anomalía en la obra, se informará inmediatamente a su responsable directo, "Jefe de Equipo", "Encargado" y "Responsable de prevención de la obra".

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad preferentemente con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo para el tipo de climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección si existe riesgo de polvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Arnés de seguridad con doble anclaje, en el caso de existir riesgo de caída en altura.

8.2.9. TENDIDO DE CONDUCTORES DE FASE Y TIERRA

- RIESGOS:
- Sobreesfuerzo.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cortes y golpes por manipulación de herramientas o materiales.
- Desplome.

- Atrapamientos y/o en tendido manual.
- Caídas a distintos niveles de personas y/u objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Golpes de equipo, contra otras instalaciones.
- Vuelcos o deslizamientos de bobinas.
- Golpes y aplastamientos durante la colocación de bobinas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
- Al levantar los cables piloto se distribuirá el personal necesario a lo largo de la serie a tender para que no se produzcan enganches.
- Se verificará continuamente que los elementos para realizar las maniobras de tense y engrapado aguante el esfuerzo requerido, y se encuentran en buen estado.
- Se evitarán trabajos simultáneos en la misma vertical, disponiéndose las medidas de protección necesarias para eliminar los riesgos causados por la simultaneidad.
- Control de las maniobras a realizar próximas a instalaciones en tensión y vigilancia continuada.
- Colocación de pórticos y redes en los cruzamientos que así lo requieran.
- Gestión correcta de los descargos.
- Utilizar equipos y herramientas adecuadas para cada situación. Así como las bolsas portaherramientas.
- Se tendrá presente el viento a la hora de realizar los trabajos en altura por lo que se paralizarán los mismos en caso de viento excesivo.
- Vigilancia continuada por el jefe de trabajos de las maniobras y los equipos a utilizar.
- Los gatos de sujeción de las bobinas se colocarán en terrenos firmes y horizontales.
- La bobina dispondrá de dispositivos de frenado que posibilite el control del movimiento de la misma.

- En caso de tormenta con aparato eléctrico, se suspenderán los trabajos y al reanudarse estos, se descargarán a tierra los conductores, así mismo, en series de longitudes considerables los conductores también serán puestos a tierra.
- Se utilizará radioteléfono para puesta en marcha y parada del tendido ante aviso inmediato de cualquier obstáculo.
- Ningún operario se situará en la vertical de la carga ni el radio de acción de la misma.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Línea de vida.
- Arnés anticaída integral con doble anclaje.
- Cuerda con doble gancho anticaída.
- Trepadores para postes de madera.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares).
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección contra proyecciones.
- Bolsa portaherramientas.

8.2.10. TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES

RIESGOS:

- Atrapamientos y/o sobreesfuerzos.
- Daños por caídas a distintos niveles (de personas y/u objetos).
- Daños por maquinaria de tendido.
- Quemaduras por contacto eléctrico.
- Riesgo eléctrico.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas y máquinas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
- Control de las maniobras a realizar próximas a instalaciones en tensión y vigilancia continuada.
- Gestión correcta de los descargos.
- Utilizar equipos y herramientas adecuadas para cada situación.
- Se tendrá presente el viento a la hora de realizar los trabajos en altura por lo que se paralizarán los mismos en caso de viento excesivo.
- Análisis previo de las condiciones de tiro y atirantado de los apoyos.
- Se verificará continuamente que los elementos para realizar las maniobras de tense y engrapado aguante el esfuerzo requerido, y se encuentran en buen estado.
- Vigilancia continuada por el jefe de trabajos de las maniobras y los equipos a utilizar.
- Durante los trabajos de tendido, la estructura metálica deberá conectarse siempre a una toma de tierra provisional.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Calzado de seguridad.
- Línea de vida.
- Arnés anticaída integral con doble anclaje.
- Cuerda de posicionamiento y Cuerda con doble gancho anticaída.
- Trepadores para postes de madera.
- Guantes de protección mecánica (cuero o similares).
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección.

8.2.11. ELABORACIÓN DE EMPALMES Y TERMINACIONES

RIESGOS:

- Atrapamientos y/o sobreesfuerzos en tendido manual.
- Daños por caídas a distintos niveles (de personas y/u objetos).
- Cortes con máquina de empalmes.
- Quemaduras.
- Riesgo eléctrico.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas y máquinas.

MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Utilizar equipos de protección individual.
- Gestión correcta de los descargos.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
- Control de las maniobras a realizar próximas a instalaciones en tensión y vigilancia continuada.
- Utilizar equipos y herramientas adecuadas para cada situación.
- Vigilancia continuada por el jefe de trabajos de las maniobras y los equipos a utilizar.
- Análisis previo del estado de las instalaciones eléctricas interiores, señalizando todos los equipos electrificados.
- En el caso de encontrarnos con una situación extraña en la obra o por el contrario una anomalía en la obra, se informará inmediatamente a su responsable directo, “Jefe de Equipo”, “Encargado” y “Responsable de prevención de la obra”.
- El Jefe de trabajos deberá revisar la instalación eléctrica antes de que ninguna otra persona (oficial de la brigada) acceda a dicha instalación eléctrica.
- Siempre que se trabaje junto a instalaciones en tensión, los trabajos se realizarán con herramientas aisladas.
- No se utilizarán flexómetros ni materiales metálicos junto a instalaciones electrificadas.
- Si se debe acceder a Centros de transformación, lo harán personas cualificadas para ello.

PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Como complemento de las protecciones colectivas se utilizarán:

- Casco de Seguridad con barboquejo.
- Calzado de Seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Chaleco reflectante de alta visibilidad.
- Gafas de protección si existe riesgo de polvo.
- Botas de seguridad.
- Mascarillas antipolvo.
- Arnés de seguridad con doble anclaje, en el caso de existir riesgo de caída en altura.

9. TRABAJOS ESPECIALES CON RIESGO

9.1. RIESGOS GENERALES EN LA OBRA

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de los riesgos que consideramos especiales dentro de la actividad que se desarrolla en la obra a la cual hace referencia el presente Plan de Seguridad y Salud.

- Acotamiento y señalización de la zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Apantallamiento y señalización de las partes próximas en tensión eléctrica. Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos.
- Señalización y protección de zanjas abiertas y huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- Se mantendrá ordenados y protegidos los materiales, cables y mangueras, para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel.
- Si se detectase cualquier anomalía a la hora de realizar cualquier actividad se deberá comunicar a los responsables directos, “Jefe de Equipo”, “Encargado”, y responsable de prevención para de esta manera evaluar los nuevos riesgos y adoptar las medidas preventivas necesarias.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

- Se establece y se harán respetar las señalizaciones y limitaciones para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso de cada producto.
- No se realizarán sobreesfuerzos que superen la capacidad física del trabajador, solicitando en caso necesario la ayuda de algún compañero o realizando la operación con ayuda de la herramienta o maquinaria apropiada.

9.2. RIESGO ELÉCTRICO

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614 / 2001).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos en baja tensión por temas de mantenimiento de suministro se seguirá las recomendaciones del anexo III del R.D. 614/2001.

Trabajos sin tensión

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el trabajo sin tensión, y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de las instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

Para dejar una instalación sin tensión será de obligado cumplimiento las 5 Reglas de Oro, tal y como a continuación se detallan:

1ª Regla: "**Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.**"

El Corte visible se obtiene por medio de:

- Interruptores: Sólo algunos tipos.
- Seccionadores en vacío y seccionadores en carga.
- Fusibles: Extracción de los cartuchos.
- Puentes de conexión: Apertura de los mismos.

2ª Regla: "**Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte, y/o señalización en el mando de los mismos.**"

Para el bloqueo o enclavamiento mecánico emplearemos candados, cerraduras, cadenas, bulones y pasadores.

El bloqueo o enclavamiento eléctrico lo pondremos en práctica abriendo el circuito de mando y accionamiento eléctrico.

El bloqueo o enclavamiento neumático consistirá en impedir el accionamiento del aparato, actuando sobre la alimentación de aire comprimido y vaciando el calderín de aire a presión.

Además de los bloqueos o enclavamientos establecidos en los aparatos de corte, se colocarán en los mandos de los mismos carteles, placas u otros elementos de señal, que indique la prohibición de maniobrar.

La señalización de prohibición de maniobrar debe colocarse en todos los posibles puntos de mando (local, distancia, telemando, etc.)

En algunos casos en especial en seccionadores la maniobra se efectúa accionando con una pértiga aislante directamente sobre el eje del aparato, incluso sobre las mismas cuchillas de contacto. En estos casos, la señalización de prohibición de maniobrar debe colocarse en el mismo aparato lo más cerca posible del punto de ataque con la pértiga.

Cuando no sea posible realizar el bloqueo de un aparato de corte, por ejemplo, en el caso anterior de accionamiento por pértiga, esta segunda regla de seguridad, queda limitada exclusivamente a la señalización. En este sentido se considera que la señalización es la protección mínima cuando no se pueden bloquear los aparatos de corte.

3ª Regla: "**Comprobación de la ausencia de tensión.**"

El reconocimiento de la ausencia de tensión, se realiza para comprobar que no hay tensión en aquella parte de la instalación eléctrica.

La comprobación de la ausencia de tensión debe realizarse en:

- Los puntos donde se han abierto las fuentes de tensión.
- El lugar donde se han de realizar los trabajos.

Esta comprobación ha de efectuarse siempre bajo el supuesto de que hay tensión. Por tanto, deben tomarse las siguientes precauciones:

- Usar el equipo de protección adecuado.
- Mantener las distancias de seguridad.
- Comprobar la ausencia de tensión en todos los conductores y aparatos. Por tanto, en las tres fases del sistema trifásico.

En efecto, por razones de seguridad, hay que considerar que:

"Todo conductor o aparato está con tensión mientras no se demuestre lo contrario".

El equipo de protección consistirá, según los casos en la pértiga aislante con el detector de tensión, guantes aislantes, casco de protección, gafas y si es posible, banqueta o alfombra aislante.

4ª Regla: "**Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.**"

A cada lado del punto o zona donde se vaya a trabajar se efectúan dos puestas a tierra y en cortocircuito:

- Una en la proximidad del punto de corte visible.
- La otra en la proximidad más inmediata posible del lugar donde se va a realizar el trabajo.

En algunas ocasiones, cuando la distancia entre las tomas de tierra y cortocircuito que delimitan la zona protegida y las que delimitan la zona de trabajo, es pequeña, se puede prescindir de estas últimas.

Esto es admisible cuando las puestas a tierra y en cortocircuito situadas en los puntos de corte, sean visibles por los operarios que realizan el trabajo o estén bajo su control.

En las instalaciones eléctricas puede haber dos tipos de puesta a tierra y en cortocircuito:

- Puesta a tierra en cortocircuito de montaje fijo.
- Puestas a tierra y en cortocircuito portátiles de montaje temporal.

La conexión de esta puesta a tierra portátiles se realizará con una pértiga aislante ("pértiga de puesta a tierra") empezando por el conductor más cercano al operario y acabando por el más alejado.

En caso de tormenta eléctrica cercana, han de interrumpirse los trabajos, ya que a pesar de la puesta a tierra y en cortocircuito no se puede tener la plena seguridad frente a tensiones producidas por rayos.

5ª Regla: "**Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.**"

Hay que señalizar y delimitar la zona de trabajo o la zona de peligro (zona con tensión), según los casos, con los siguientes elementos:

- Señales (placas, carteles, adhesivos, banderolas, etc.) de color y forma normalizadas, y con dibujos, frases o símbolos con el mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidente.
- Marcar sus límites mediante vallas, cintas o cadenas.

La zona de seguridad debe disponer de un pasillo de acceso para los operarios y materiales. No así la zona de peligro por cuanto se trata de que nadie penetre en ella.

En el caso de instalaciones eléctricas a distinto nivel, deben delimitarse y señalizarse no sólo las superficies sino también las alturas, o sea, en las tres dimensiones.

En el caso de trabajos a realizar con distancias a partes en tensión, inferiores a las mínimas de seguridad se deben interponer pantallas protectoras rígidas aislantes de separación, de material aislante, entre el punto de trabajo y las partes en tensión.

Además, como protectores aislantes se utilizarán:

- Perfiles aislantes para conductores.
- Protectores aislantes para aisladores.
- Protectores de bornes.
- Dedales aislantes.
- Telas aislantes.
- Alfombras aislantes.

La reposición de la tensión solo se realizará, una vez que el Jefe de Trabajos de por terminados estos y tras asegurarse que se han retirado de la instalación en descargo todos los trabajadores, herramientas y materiales empleados, así como la puesta a tierra y en cortocircuito que hubiere.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Disposiciones particulares

Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles:

- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.
- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

Trabajos en proximidad de elementos en tensión

Disposiciones generales

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

Preparación del trabajo.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

Realización del trabajo.

Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto en el punto uno del apartado anterior no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas en el punto dos del apartado anterior, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación

del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Distancias de seguridad.

En los puntos en los que se hace mención a las distancias de seguridad, estas deberán de ser las indicadas en la tabla I, del R.D. 614/2001:

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

U_n=tensión nominal de la instalación (kV).

D_{PEL-1}=distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} =distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2}=distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Disposiciones particulares

Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

- El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los

trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

- Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.
- La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.
- El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo.

Sí, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

Sí, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 del R.D. 614 / 2001, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en Trabajos sin tensión.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.

Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

Trabajos en tensión

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos por temas de mantenimiento de suministro se seguirán las recomendaciones del anexo III del R.D. 614/2001.

Disposiciones generales

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc…)
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en gama media de tensiones.
- Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión. Este es el método más utilizado en los trabajos realizados en redes de baja tensión que se detalla a continuación.

Método de trabajo en contacto.

Este método requiere la utilización de guantes aislantes en las manos y para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado, conforme con las normas técnicas que les sean de aplicación.

Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión, pertenecientes a instalaciones de baja tensión, y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes, para garantizar la seguridad del personal:

- Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.
- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Los metros y reglas empleados en la proximidad de partes desnudas en tensión o insuficientemente protegidas, deben ser de material no conductor. Siempre que se pueda se utilizarán medidores láser para evitar posibles contactos con partes en tensión.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.)

Equipos de protección individual:

- Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes.
- Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico.
- Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea).
- Casco aislante con barboquejo.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Banqueta aislante.
- Alfombra aislante.
- Tela aislante.

9.3. TRABAJOS EN ALTURA

Dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos. Sin embargo, si existiera la necesidad ineludible de trabajos simultáneos sobre la misma vertical, se instalarán protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar caídas de personas:

Se montarán protecciones resistentes en todo el perímetro o bordes de huecos, plataformas, forjado, etc., por los que pudieran producirse caídas de personas.

Cuando se deban realizar maniobras con estos elementos de protección eliminados, se mantendrá el control de los riesgos mediante señalización y seguimiento de las maniobras, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.

En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar arnés anticaída, el cual estará anclado a elementos fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.

Si el ascenso-descenso también presentasen riesgos de caída de personas a distinto nivel, los operarios estarán en todo momento sujetos a una “línea de la vida” flexible (cuerda de seguridad) mediante un dispositivo deslizante que limita la caída en caso de producirse (elemento con absorbedor de energía) mediante bloqueo y parada sobre la cuerda sobre la que se instala (mediante apertura, emplazamiento, cierre y fijación mediante tornillo y gatillo de seguro). Para el desplazamiento por las crucetas se usará cuerda de seguridad con doble gancho y absorbedor de energía para estar siempre sujeto en un punto fijo.

Escaleras de mano

Los riesgos más comunes que conlleva el trabajo con escaleras de mano son:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.)
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.

- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escalera, formación de plataformas de trabajo, escaleras “cortas” para la altura a salvar, etc.)

Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:

Para trabajos de cableado, las escaleras de mano deben ser obligatoriamente de madera o de fibra de vidrio.

1º - Las escaleras de mano deberán ser conformes con la norma UNE EN 131 partes 1 y 2: 1994.

Las escaleras de mano tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.

2º - Las escaleras de mano se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.

3º - Antes de utilizar una escalera de mano deberá asegurarse su estabilidad. La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada. En el caso de escaleras simples la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otro dispositivo equivalente.

4º- Colocarlas con la inclinación adecuada. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal. Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de ésta.

5º - El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

Además, en la utilización de las escaleras de mano es importante considerar los siguientes aspectos:

- No deben utilizarse las escaleras de mano como pasarelas, ni tampoco para el transporte de materiales.

- En los trabajos eléctricos o en la proximidad de instalaciones eléctricas, deben utilizarse escaleras aislantes, con el aislamiento eléctrico adecuado.
- En los trabajos con escaleras extensibles, hay que asegurarse de que las abrazaderas sujetan firmemente.
- En los trabajos con escaleras de tijera, el tensor siempre ha de estar completamente extendido.
- Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
- Antes de ubicar una escalera de mano, ha de inspeccionarse el lugar de apoyo para evitar contactos con cables eléctricos, tuberías, etc.
- Para ubicar una escalera en un suelo inclinado han de utilizarse zapatas ajustables de forma que los travesaños queden en posición horizontal.
- El apoyo en el suelo de la escalera siempre ha de hacerse a través de los largueros y nunca en el peldaño inferior.
- Antes de acceder a la escalera es preciso asegurarse de que tanto la suela de los zapatos, como los peldaños, están limpios, en especial de grasa, aceite o cualquier otra sustancia deslizante.
- Si la utilización de la escalera ha de hacerse cerca de vías de circulación de peatones o vehículos, habrá que protegerla de golpes. Debe impedirse el paso de personas por debajo de la escalera.
- Durante la utilización de las escaleras se mantendrá siempre el cuerpo dentro de los largueros de la escalera. La escalera sólo será utilizada por un trabajador.
- No se debe subir nunca por encima del tercer peldaño contado desde arriba.
- El ascenso, trabajo y descenso por una escalera de mano ha de hacerse con las manos libres, de frente a la escalera, agarrándose a los peldaños o largueros.
- Las herramientas o materiales que se estén utilizando, durante el trabajo en una escalera manual, nunca se dejarán sobre los peldaños, sino que se ubicarán en una bolsa sujeta a la escalera, colgada en el hombro o sujeta a la cintura del trabajador.
- Nunca se ha de mover una escalera manual estando el trabajador sobre ella.
- Las escaleras de tijera no se deben de usar plegadas.
- En la utilización de escaleras de mano de tijera no se debe pasar de un lado a otro por la parte superior, ni tampoco trabajar a “caballo”.

Después de la utilización de la escalera, se debe:

- Limpiar las sustancias que pudieran haber caído sobre ella.

- Revisar y, si se encuentra algún defecto que pueda afectar a su seguridad, señalizarla con un letrero que prohíba su uso, enviándola a reparar o sustituir.
- Almacenar correctamente, libre de condiciones climatológicas adversas, nunca sobre el suelo sino colgada y apoyada sobre los largueros.

6º - Las escaleras de mano se revisarán periódicamente y antes de su utilización. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

La revisión antes de la utilización debe incluir el estado de los peldaños, largueros, zapatas de sustentación, abrazaderas o dispositivos de fijación y, además, en las extensibles, el estado de cuerdas, cables, poleas y topes de retención.

Plataformas y Otros Equipos de Elevación

Las plataformas son aparatos ampliamente utilizados por ser muy eficientes en el trabajo en altura, ofreciendo seguridad, comodidad, ahorro de tiempo y la facilidad de llegar a objetos altos rápidamente.

Existen muchos tipos como son las fijas, móviles, en tijera, autopropulsadas (de cesta o de tijera).

Las denominadas plataformas autopropulsadas combinan la seguridad y comodidad de las máquinas de elevación accionadas por motor, con la capacidad de ser móviles incluso con su altura total.

Se puede cargar el equipo y herramientas en la plataforma a nivel del suelo, izarla hasta el nivel de trabajo sobre el suelo y realizar el trabajo a la altura más adecuada y cómoda.

En las plataformas y en otros equipos de elevación, los riesgos más comunes son:

- Caídas al mismo y/o a distinto nivel.
- Vuelco.
- Caída de objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Contactos.

Con las plataformas y otros equipos de elevación se adoptarán, como mínimo, las siguientes prevenciones:

1- Como condición básica, no se utilizarán de forma o en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante. Tampoco podrán utilizarse sin los elementos de protección previstos para la realización de la operación de que se trate.

2- Se comprobará, antes de utilizar las plataformas, su solidez y estabilidad, el correcto funcionamiento de los mandos, que sus protecciones (barandillas, y otros) están colocadas adecuadamente y que la conexión o puesta en marcha del equipo no representa un peligro para terceros. Dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento.

3- En los elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos, deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.

4- Si el trabajo que se va a ejecutar en la plataforma puede tener un riesgo de derrames, ya sea de producto líquido o sólido, se ha de tener previsto el modo de recogida del mismo.

5- Deberán estar provistas de dispositivos de protección adecuados para eliminar el riesgo de caída de objetos, como rodapiés o zócalo.

6- La plataforma deberá disponer de los medios adecuados para garantizar el acceso y permanencia en las plataformas de forma que no suponga un riesgo para la seguridad y salud. En particular, cuando exista riesgo de caída de altura de más de 2 metros, deberán disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 cm., o de cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente.

Si no queda más remedio que trabajar con las barandillas desmontadas en la plataforma para efectuar alguna tarea puntual, habrá que ponerse un arnés anticaídas, sujeto a un anclaje situado en una estructura suficientemente resistente, que no forme parte de la plataforma y que quede situada por encima de su cintura.

7- Si la plataforma tiene algún tipo de aberturas o registro, ya sea de acceso u otros; estos tienen que estar cerrados, mediante algún sistema de tapa, y esta tapa no debe ser fuente de nuevos riesgos como caídas, tropezones o resbalones debido a su irregularidad o resalte.

8- Deberán poder estabilizarse por fijación con gatos, enclavamiento o por otros medios como arriostramiento, si fuese necesario.

Si la plataforma dispone de un sistema de freno, anclaje o bloqueo al suelo, se comprobará que este funciona perfectamente antes de usar la plataforma.

9- Debe de figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga máxima de cada configuración de la máquina.

10- Deberá prestarse especial atención a los riesgos provocados por una inclinación o por vuelco del equipo de trabajo.

Si la plataforma no tiene un indicador de inclinación, se respetarán rigurosamente las instrucciones del fabricante sobre la inclinación máxima admisible, para evitar el vuelco o desequilibrio de la plataforma.

11- Para pasar de una plataforma a otra, se utilizará una pasarela adecuada.

12- No se utilizarán las barandillas de las plataformas o cestas como escaleras.

13- No se utilizará la plataforma como estructura de soporte para elementos de elevación de mercancías, productos o equipos cuando no esté específicamente diseñada para ello.

14- Cuando se vaya a trabajar en altura hay que señalizar o acotar la zona a nivel del suelo donde se vaya a trabajar.

Este trabajo no tiene que suponer un riesgo para sus compañeros o para otras personas que se encuentran en su zona de trabajo.

Habrá que tomar prevenciones especiales con las plataformas que tienen accionamiento mecánico o tipo autopropulsada, que son las más peligrosas.

La persona que las manipule o maneje habrá de tener la formación adecuada para su manejo.

En ellas, los órganos de accionamiento que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estarán indicados con una señalización adecuada.

La puesta en marcha solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto al efecto. Lo normal es que dispongan de llave. No se permitirá que la llave esté al alcance de cualquiera.

La plataforma deberá estar provista de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad (parada de emergencia). Es imprescindible que se conozca su funcionamiento, por si fuese necesario usarlo.

Estará totalmente prohibido el movimiento de las plataformas con personas subidas en las mismas, salvo en el caso que estén previstas para ello, como cuando se trata de las cestas elevadas.

Se consultará con el encargado de los trabajos las instrucciones específicas, cuando la plataforma se mueva con trabajadores transportados, de manera que se reduzcan los riesgos para los trabajadores durante el desplazamiento.

9.3.1. TRABAJOS VERTICALES

Por trabajos verticales se entienden los trabajos realizados en altura y que requieren la utilización de materiales como cuerdas, anclajes, aparatos de progresión y otros elementos para acceder a zonas de trabajo que se encuentran a más de 2 metros de altura.

Se suelen utilizar estas técnicas en aquellos trabajos donde el montaje de sistemas tradicionales (andamios) resulta dificultoso técnicamente o presenta un riesgo excesivo.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre personas.
- Cortes o heridas por utilización de maquinaria.
- Golpes contra objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

Equipos de protección individual:

- Casco para trabajos en altura.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Arnés anticaídas.
- Dispositivo absorbedor de energía.
- Elementos de amarre.

Equipos de protección colectiva:

- Línea de vida.

Normas básicas de seguridad:

Protección de la vertical de la zona de trabajo:

- Debe señalizarse la zona convenientemente sobre la prohibición de acceso.
- La zona de trabajo debe estar limpia y ordenada en todo momento.
- Equipo de trabajo o de acceso:
- Utilizar cuerdas debidamente certificadas.
- Se debe limitar la utilización de una cuerda a un tiempo determinado, teniendo en cuenta que a partir de la fecha de fabricación la resistencia de las cuerdas disminuye progresivamente en función del uso que se le da.
- Hay que evitar el contacto de las cuerdas con el agua, ya que reduce su resistencia hasta un 10% y se debe evitar en lo posible, su exposición a los rayos solares.
- Mantener las cuerdas limpias y, si hay que usar algún tipo de detergente, utilizarlo neutro.

- Evitar desgastes en el equipo, en particular por contactos y frotamientos con aristas o superficies rugosas, superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar los mecanismos.
- Utilizar cuerdas de 10 mm de diámetro como mínimo.
- Señalizar cualquier anomalía detectada en el equipo debiendo, en todos los casos, desechar un equipo que haya soportado una caída.
- El material más adecuado para los conectores (mosquetones y maillones) es el acero.
- Los conectores deben estar libres de bordes afilados o rugosos que puedan cortar, desgastar por fricción, dañar las cuerdas o producir heridas al operario.
- Los arneses anticaídas deben estar diseñados de forma que no corten la circulación sanguínea, sujeten la región lumbar y no ejerzan fuertes presiones sobre el hueso ilíaco. Antes de cada utilización es conveniente realizar una prueba visual asegurándose de que el arnés está en óptimo estado.
- El operario debe utilizar casco para trabajos en altura, ropa de trabajo, guantes y calzado de Seguridad

Protección frente a riesgos específicos:

- Las herramientas u otros elementos de trabajo se deben llevar en bolsas sujetas a cinturones que sean adecuadas al tipo de herramientas que se vayan a utilizar. En caso de no poder llevarlas sujetas al cuerpo, se deben utilizar bolsas auxiliares sujetas a otra línea independiente de las cuerdas de sujeción o seguridad.
- Para prevenir el riesgo de electrocución en instalaciones eléctricas, se deben efectuar los trabajos sin tensión.
- Regular los descansos periódicos y las condiciones ergonómicas del trabajo.

Prevención sobre el trabajador:

- Solo personas autorizadas y formadas específicamente para trabajos verticales pueden realizar estas tareas.
- Los trabajadores deberán pasar un examen médico que descarte problemas de tipo físico y deberán realizarse reconocimientos médicos anuales.
- Los operarios que realizan este tipo de trabajo deben tener una serie de conocimientos específicos sobre las técnicas de uso del equipo de acceso, con dos cuerdas, una de suspensión y otra de seguridad para cada operario, deben estar formados sobre técnicas de instalación, que incluyan los elementos de fijación naturales o instalados y sobre técnicas de progresión una vez instalado el equipo.

9.3.2. DISPOSITIVOS ANTICAÍDAS

Un sistema anticaídas tiene como objetivo conseguir la parada segura del trabajador que cae.

De forma general, puede decirse que un sistema anticaídas está formado por un dispositivo de prensión del cuerpo y un subsistema de conexión.

Cada componente está formado, a su vez, por diferentes partes constituyentes a las que se les denomina elementos. Como ejemplos de estos elementos pueden mencionarse, entre otros, los cables, cuerdas y bandas, los elementos de enganche, los elementos de ajuste y cierre, los reguladores de longitud, los lastres y los tensores.

El arnés anticaídas es el dispositivo de prensión cuya misión es retener el cuerpo que cae y garantizar la posición correcta de la persona una vez producida la parada de la caída.

El subsistema de conexión permite enganchar el arnés anticaídas al dispositivo de anclaje situado en la estructura soporte. Está formado por un dispositivo de parada y los conectores adecuados situados en cada extremo del subsistema.

El subsistema de conexión es el responsable de conseguir que la distancia vertical recorrida por el cuerpo en la caída sea la mínima posible y la fuerza transmitida al cuerpo durante el frenado de la misma no supere el valor límite capaz de producir lesiones corporales. Como dispositivo de parada se puede emplear un dispositivo anticaídas o un absorbedor de energía. Los dispositivos anticaídas pueden ser, a su vez, deslizantes (sobre línea de anclaje rígida o flexible) o retráctiles.

El uso de un sistema anticaídas requiere la comprobación previa de la existencia de un espacio libre de cualquier obstáculo, situado por debajo de la posición ocupada por el usuario, que sea suficiente para que en caso de caída dicho usuario no esté expuesto al riesgo de choque.

Arnés Anticaídas

Es un dispositivo de prensión del cuerpo formado por bandas textiles situadas sobre los hombros y en la región pelviana de forma que permitan sostener el cuerpo durante la caída y después de producirse ésta.

Las bandas textiles están dispuestas de forma que los esfuerzos generados durante la parada de la caída se apliquen sobre las zonas del cuerpo que presentan resistencia suficiente y que, una vez que la caída ha sido parada, el cuerpo quede con la cabeza hacia arriba y un ángulo de inclinación máximo de 50º respecto de la vertical.

Las bandas textiles pueden estar fabricadas de poliamida, poliéster o cualquier otro material adecuado para el uso previsto.

La unión de las bandas textiles entre sí o con otros elementos constituyentes del arnés anticaídas se efectúa mediante costuras cuyos hilos tienen un color o tono que contrasta con el de las bandas textiles. Esta cualidad de los hilos de las costuras facilita la revisión visual de su estado.

En las partes anterior y posterior del arnés anticaídas pueden encontrarse elementos de enganche que, durante el uso del equipo, deben quedar situados por encima del centro de gravedad del cuerpo.

El elemento de enganche dorsal está constituido por una argolla metálica en D. El elemento de enganche pectoral puede consistir en dos gazas textiles o dos argollas metálicas que han de utilizarse conjuntamente con un conector.

El arnés anticaídas debe colocarse, fijarse y ajustarse correctamente sobre el cuerpo. Su colocación requiere que el usuario sea previamente adiestrado. Su fijación se consigue mediante unos elementos de ajuste y cierre diseñados de forma que las bandas del arnés no se aflojen por sí solas. Para su ajuste correcto, las bandas no deben quedar ni demasiado sueltas ni demasiado apretadas.

Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje rígida o flexible

Es un subsistema de conexión formado por un dispositivo anticaídas deslizante, una línea de anclaje rígida o flexible y un conector o un elemento de amarre terminado en un conector.

El dispositivo anticaídas deslizante es un elemento que dispone de una función de bloqueo automático y de un mecanismo de guía. Dicho dispositivo anticaídas se desplaza a lo largo de su línea de anclaje, acompañando al usuario sin requerir su intervención manual, durante los cambios de posición hacia arriba o hacia abajo y se bloquea automáticamente sobre la línea de anclaje cuando se produce una caída dando lugar a la correspondiente disipación de energía. Esta disipación se produce por la acción conjunta del dispositivo anticaídas deslizante y la línea de anclaje, o bien, mediante ciertos elementos incorporados en la línea de anclaje o en el elemento de amarre.

Los dispositivos anticaídas deslizantes pueden estar dotados de un mecanismo para su apertura que además cumple la condición de que sólo puede abrirse o cerrarse mediante dos acciones manuales consecutivas y voluntarias.

Estos dispositivos anticaídas pueden estar diseñados para engancharse directamente al arnés anticaídas utilizando un conector que puede estar unido de modo permanente o ser separable del dispositivo anticaídas.

En otros casos la conexión con el arnés anticaídas se efectúa mediante un elemento de amarre solidario por uno de sus extremos con el dispositivo anticaídas mientras que el otro extremo se engancha al arnés anticaídas mediante un conector solidario o separable.

El elemento de amarre puede estar fabricado con cuerda o banda de fibras sintéticas, cable metálico o cadena.

9.4. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los Riesgos de daños a terceros pueden provenir por:

- Por la existencia de curiosos.
- Por la proximidad de circulación vial.
- Por la proximidad de zonas habitadas.
- Por presencia de cables eléctricos con tensión.
- Por manipulación de cables con corriente.
- Por presencia de tuberías de gas o agua.

9.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Las medidas preventivas a tomar para evitar o minimizar estos riesgos serán:

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y rótulos de prohibido el paso.
- Colocación de pasarelas metálicas con barandillas y palastros metálicos en los puntos necesarios.
- Señalización en calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, en los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riego periódico de las zonas de trabajo en que se genere polvo.

10. CONDICIONES AMBIENTALES

Se deberán aplicar ciertas restricciones a los trabajos cuando existan condiciones ambientales adversas. Estas restricciones se justifican por una reducción de las propiedades de aislamiento, así como por la reducción de la visibilidad y de la movilidad del trabajador.

Para los trabajos en el exterior, se deben tener en cuenta entre otras las siguientes condiciones atmosféricas:

Precipitación. - Por precipitación se entiende la lluvia, la nieve, el granizo, la llovizna, el rocío o la escarcha.

Se considera que las precipitaciones son poco importantes si no entorpecen la visibilidad de los trabajadores. Si la visibilidad se deteriora, la precipitación se considera importante. Dependiendo del nivel de tensión, del tipo de instalación y del método utilizado, cuando las precipitaciones son importantes el trabajo debe suspenderse.

Niebla espesa. - La niebla se considera espesa cuando la visibilidad se reduce a un nivel peligroso para la seguridad, particularmente cuando la persona designada como encargada de los trabajos no puede ver a los miembros del equipo y a los elementos en tensión en los que, o en su proximidad, se desarrollan los trabajos. En estas condiciones los trabajos deberán interrumpirse.

Tormenta eléctrica. - Las tormentas eléctricas consisten en rayos y truenos. Cuando se vean relámpagos o se oigan truenos, o en caso de inminente aproximación de una tormenta eléctrica, a fin de prevenir riesgos, el trabajo deberá suspenderse si se está efectuando sobre conductores desnudos, en líneas aéreas y en subestaciones conectadas con estas líneas, debiendo informarse a la persona designada como encargada de los trabajos.

Viento fuerte. - Se dice que el viento es fuerte cuando impide al trabajador utilizar sus herramientas con suficiente precisión. En este caso se debe interrumpir el trabajo.

Temperaturas muy bajas. - Se considera que la temperatura es muy baja cuando es difícil el uso de herramientas y disminuye la duración o vida útil de los materiales. En este caso los trabajos deben interrumpirse.

Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.

Se deben considerar otros parámetros ambientales, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.

Cuando las condiciones ambientales requieran la interrupción del trabajo, los trabajadores deben dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los trabajadores deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura. Antes de reemprender el trabajo interrumpido, debe verificarse que las partes aislantes estén limpias.

11. CONTROL DEL ACCESO A LA OBRA

Dadas las características particulares de la obra, abarcando una extensión considerable de terreno y ante la imposibilidad de controlar a todo el personal que circula por las inmediaciones de la obra, dado la cantidad de puntos por los que se puede acceder a la misma, el control de acceso de personal se realizará mediante los partes diarios de trabajo, en los que la Contrata especificará nombre y apellidos de todos los trabajadores que intervienen en la misma.

12. RECURSO PREVENTIVO

La figura del Recurso Preventivo se deriva de la imposición legal marcada por la LEY 54/2003, de 12 de diciembre, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales; cuando en su art. 3 añade al capítulo IV de la LEY 31/1995 de 8 de noviembre un nuevo art. 32 bis con la siguiente redacción: “Art. 32 bis. Presencia de los recursos preventivos”.

El contratista informará al Coordinador de Seguridad de la modalidad de Recurso Preventivo seleccionado según los art. 4 y 7 de la LEY 54/2003.

Deberá preverse la ausencia de la/s persona/s designada/s como recurso preventivo por motivos vacacionales u otros designando un suplente durante este periodo de ausencia.

La designación del personal preventivo se realizará mediante acta, firmada por parte de la empresa y por parte de los trabajadores designados.

Será el Recurso Preventivo un buen conocedor del Plan de Seguridad y Salud presentado por su empresa para la obra y aprobado por el Coordinador, y será el que informe de las diferentes desviaciones de los trabajos respecto al Plan que hubiera detectado durante la realización de los mismos para la corrección de estos mediante ANEXOS o nuevas EDICIONES del PLAN.

Si hubiera subcontratación y se creyese conveniente, el subcontratista deberá presentar al contratista principal igualmente su Recurso Preventivo, definiendo la modalidad elegida y asumiendo el presente procedimiento al adherirse al Plan de Seguridad y Salud en el que se verá reflejado.

El recurso preventivo designado deberá poseer como mínimo, según marca la ley, el curso de 50 H en materia de prevención de riesgos laborales (nivel básico, según R.D. 39/1997).

CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud se recoge a continuación las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos, así como a la normativa legal necesaria para su correcto mantenimiento, atendiendo para ello a la regulación vigente sobre estas materias.

13. DISPOSICIONES OFICIALES

Se considerarán de obligatorio cumplimiento las siguientes disposiciones:

- Reglamento de Instalaciones de Gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. (R.D. 1853/1993 de 22 de octubre)
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995 de 8 de noviembre)
- R.D. 664/1997: protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Modificado por la orden del 25/03/1998.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 485/1997 de 14 marzo: disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997: disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997: disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

- Homologación de medios de protección personal (R.D. 1407/1992 y modificaciones posteriores).
- Reglamento de Explosivos (R.D. 230/1998 de 16 de febrero).
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre de reforma marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004 de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/95. de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Reglamento de Aparatos Elevadores (R.D. 57/2005 de 21 de enero).
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Reglamento Técnico de Distribución y Utilización de Combustibles Gaseosos. (Decreto 919/2006 de 28 de julio).
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 604/2006: por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 488/1997 de 14 abril, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantalla de visualización.
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 2060/2008 de 12 de diciembre).
- Reglamento de Seguridad del Trabajo de las Industrias de la Construcción (O.M. 20/05/52).
- Real Decreto 551/2006 de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- Reglamento Electrotécnico de B.T. (R.D. 842/2002)
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre).
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directica del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Convenios Colectivos y Reglamento de Régimen Interior de cada Empresa en particular en su parte específica de Seguridad y Salud.
- Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 604/2006 por el que se modifica el R.D. 39/1997 de 17 de enero).
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Cualquier otra disposición oficial relativa a Seguridad e Higiene en el Trabajo que puedan afectar al tipo de trabajo que se efectúe.
- Directiva 94/9/CE (Aparatos y Sistemas de Protección para Uso en Atmósferas Potencialmente Explosivas)
- Reglamento de Líneas de Alta Tensión. (R.D. 223/2008)
- R.D. 2177/2004 de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, de equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales de altura.
- R.D. 614/2001. De 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 71/1992, de 31 de enero, por el que se amplía el ámbito de aplicación del R.D. 245/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- R.D. 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- R.D. 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto refundido con modificaciones del R.D. 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.
- Instrucciones Técnicas Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de mayo de 1982).
- R.D. 2267/2004 por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras al entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, por el que se amplía el ámbito de aplicación del R.D. 71/1992, de 31 de enero.
- REAL DECRETO 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- REAL DECRETO 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- IRC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
- CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- R.D. 1513/1991, de 11 de octubre, por el que se establecen las exigencias sobre certificados, las marcas de los cables, cadenas y ganchos.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

14. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

14.1. DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.

c) Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7, la Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador.

d) Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

f) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador.

14.2. DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el art.15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.

b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997.

c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del Real Decreto, durante la ejecución de la obra.

d) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y de Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2º del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

14.3. DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el art.15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención

de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Se nombrarán delegados de Prevención de acuerdo con lo previsto la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centro de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores. El Comité de Seguridad y Salud estará formado por los Delegados de Prevención de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

14.4. DEL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD Y DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Las funciones de este Comité serán las reglamentariamente estipuladas en el artículo 39 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los delegados de Prevención serán los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo y serán designados por y entre representantes del personal. Serán competencias de los Delegados de Prevención:

- Colaborar con la Dirección de la Empresa y la Dirección Facultativa de la obra en la mejora de la acción preventiva.

- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

- Ser consultado por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y, en especial, medidas contempladas en el Plan de Seguridad.

- Informar a la Dirección Facultativa de las deficiencias observadas en el Plan de Seguridad y del incumplimiento del mismo por parte de la empresa constructora en cualquiera de sus apartados.

15. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas, subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de Seguridad y Salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

16. LIBRO DE SUBCONTRATACION

Es un Libro habilitado por la autoridad laboral en el que el contratista debe reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en la obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos. Sirve para realizar el control y seguimiento del régimen de subcontratación.

El Libro es exigible al contratista, siempre que pretenda subcontratar parte de la obra a empresas subcontratistas o trabajadores autónomos.

Respecto del Libro de Subcontratación, el contratista deberá:

- Tenerlo presente en la obra.
- Mantenerlo actualizado.
- Permitir el acceso al Libro a:
    - Promotor, a la dirección facultativa y al coordinador en seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

- Empresas y trabajadores autónomos de la obra.
- Técnicos de prevención.
- Delegados de prevención y representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la obra.
- Autoridad Laboral.

- Conservarlo durante los cinco años posteriores a la finalización de su participación en la obra.
- El contratista deberá presentar el Libro de Subcontratación a la autoridad laboral de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio se ejecute la obra, para que ésta proceda a su habilitación.

17. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

18. PARALIZACION DE LOS TRABAJOS

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa observase incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 13, R.D. 1627/97, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e

inminente para la Seguridad y la Salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

Asimismo, lo dispuesto en este artículo se entiende sin perjuicio de la normativa sobre contratos de las Administraciones públicas relativa al cumplimiento de plazos y suspensión de obras.

19. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

20. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Botiquines: Se dispondrá de un botiquín en la obra conteniendo el material adecuado.

El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

Asistencia a accidentados: Se deberá informar a los operarios de la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, una lista con todos los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., a fin de garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

Reconocimiento Médico: Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

21. PROTECCIONES PERSONALES

La utilización de las prendas de protección personal dependerá del riesgo en el trabajo a realizar.

La empresa facilitará las prendas de protección personal precisas para la realización de los trabajos encomendados, siendo obligatoria su utilización en aquellos trabajos en los que se requiera, (R.D. 773/97 de 30 de mayo).

La inobservancia por parte del personal del uso de las prendas de protección personal en los trabajos en los que se requiera será motivo de sanción disciplinaria (parte de entrega de EPIs).

Antes de ser utilizado un equipo de protección personal y de seguridad, se comprobará el estado en que se encuentre, no utilizándose en caso de que no reúna las debidas condiciones de seguridad.

Para el mantenimiento del mismo se seguirán las instrucciones del fabricante (R.D. 773/97).

Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación oficiales, siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Se considerará de obligado cumplimiento en este estudio de seguridad y salud, con referencia a las prendas de protección personal a utilizar, la siguiente normativa:

- Norma Técnica Reglamentaria M.T.1-Cascos de seguridad no metálicos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.2 - Protectores auditivos
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.3 - Pantallas para soldadores
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.5 - Calzado de seguridad
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.7 y 8 - Equipos de protección personal de vías respiratorias.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.12, 21 y 22 - Cinturones de seguridad.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.26 - Aislamiento de seguridad en herramientas manuales.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.27 - Botas impermeables.

22. PROTECCIONES COLECTIVAS

22.1. VALLADOS

El vallado será de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.

22.2. PASARELAS

Las pasarelas para el paso peatonal serán de madera y estarán formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeado por barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.

23. MEDIOS AUXILIARES

23.1. EXTINTORES

El usuario de un extintor de incendios, teniendo en cuenta que su duración es aproximadamente de 8 a 60 segundos según tipo y capacidad del extintor, tendría que haber sido formado previamente sobre los conocimientos básicos del fuego y de forma completa y lo más práctica posible, sobre las instrucciones de funcionamiento, los peligros de utilización y las reglas concretas de uso de cada extintor, para conseguir una utilización con la máxima eficacia.

En la etiqueta de cada extintor se especifica su modo de empleo y las precauciones a tomar. Pero se ha de resaltar que en el momento de la emergencia sería muy difícil asimilar todas las reglas prácticas de utilización del aparato.

Dentro de las precauciones generales se debe tener en cuenta la posible toxicidad del agente extintor o de los productos que genera en contacto con el fuego. La posibilidad de quemaduras y daños en la piel por demasiada proximidad al fuego o por reacciones químicas peligrosas.

Descargas eléctricas o proyecciones inesperadas de fluidos emergentes del extintor a través de su válvula de seguridad. También se debe considerar la posibilidad de mecanismos de accionamiento en malas condiciones de uso.

Antes de usar un extintor contra incendios portátil se recomienda realizar un cursillo práctico en el que se podría incluir las siguientes reglas generales de uso:

Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta o asa fija que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.

En caso de que el extintor posea manguera asirla por la boquilla para evitar la salida incontrolada del agente extintor. En caso de que el extintor fuese de CO_2 llevar cuidado especial de asir la boquilla por la parte aislada destinada para ello y no dirigirla hacia las personas.

Comprobar en caso de que exista válvula o disco de seguridad que están en posición sin peligro de proyección de fluido hacia el usuario.

Quitar el pasador de seguridad tirando de su anilla.

Acercarse al fuego dejando como mínimo un metro de distancia hasta él. En caso de espacios abiertos acercarse en la dirección del viento.

Apretar la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.

Dirigir el chorro a la base de las llamas.

En el caso de incendios de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar el derrame incontrolado del producto en combustión. Avanzar gradualmente desde los extremos.

23.2. PLATAFORMAS

Diseño: La plataforma de trabajo debe estar diseñada de forma segura, fabricada de material de seguridad, de resistencia adecuada y manteniéndola limpia. Es conveniente que lleven acopladas unas bandejas portaobjetos situadas preferentemente en la parte delantera sobre las barandillas evitando de ésta forma que las herramientas se dejen sobre la superficie de la plataforma.

Capacidad de carga: El peso del conjunto de la plataforma junto con el personal que debe utilizarla, herramientas, materiales, etc. no debe exceder la capacidad máxima de carga tomando como referencia los datos dados por el fabricante. Esta capacidad de carga debe ser disminuida, en caso necesario, cuando se utilicen otros accesorios cuyo peso hará decrecer la capacidad de carga del elevador a los efectos indicados anteriormente.

Carga máxima admisible: Sobre la plataforma se debe fijar una placa indicando su propio peso y la carga máxima admisible, que no deberá ser excedida en ningún caso.

Número máximo de personas: El número máximo de personas a transportar vendrá definido por las características del modelo de que se trate.

Altura de trabajo: La altura máxima de trabajo se debe limitar a lo especificado por el fabricante en cada caso. Para alturas superiores se deben utilizar otros equipos.

Dimensiones: Las dimensiones de la base de la plataforma deberán ser lo más pequeñas posibles compatibles con el número máximo de personas que deban trabajar sobre la misma y que en cualquier caso permita realizar los trabajos adecuadamente.

Utilización: La plataforma debe estar fijada de forma segura al sistema de elevación.

Sistemas de protección: El perímetro de la plataforma se deberá proteger en su totalidad por una barandilla superior situada entre 0,9 y 1,1 m de la base, un rodapié con una altura mínima de 10 cm y una barra intermedia situada aproximadamente a una distancia

media entre la parte superior del rodapié y la parte inferior de la barandilla superior. Otro sistema de protección del perímetro de la parte inferior de la barandilla superior igualmente efectivo es la utilización de tela metálica. Las barandillas deberán tener una resistencia de 150 kg/ml y los rodapiés y barra intermedia una resistencia similar y estar firmemente fijadas a la estructura de la plataforma.

Cuando existan riesgos de golpes en la cabeza de los operarios podría instalarse una protección móvil de diseño adecuado y fijada aprovechando los montantes de la plataforma siempre que no dificulte los trabajos que vayan a realizarse.

Si la plataforma está dotada de una puerta de acceso, solo se deberá poder abrir hacia adentro y en ningún caso cuando la plataforma esté subiendo o bajando o en posición elevada de trabajo. Debe ser de autocierre y quedar automáticamente bloqueada en la posición cerrada. Este sistema puede reforzarse instalando otro sistema de bloqueo redundante garantizando de esta forma que la puerta no se pueda abrir en ningún caso una vez que la plataforma empieza a elevarse.

Superficie: El suelo de la plataforma debe ser horizontal, antideslizante y diseñado para evitar la acumulación de agua u otros líquidos.

Pintura: La plataforma debería estar pintada de un color visible y las protecciones perimetrales a franjas inclinadas alternadas en negro y amarillo.

23.3. ESCALERAS SIMPLES Y EXTENSIBLES

Elección del lugar donde levantar la escalera

No situar la escalera detrás de una puerta que previamente no se ha cerrado. No podrá ser abierta accidentalmente.

Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera.

No situarla en lugar de paso para evitar todo riesgo de colisión con peatones o vehículos y en cualquier caso balizarla o situar una persona que avise de la circunstancia.

Levantamiento o abatimiento de una escalera

- Por una persona y en caso de escaleras ligeras de un sólo plano.

Situar la escalera sobre el suelo de forma que los pies se apoyen sobre un obstáculo suficientemente resistente para que no se deslice.

Elevar la extremidad opuesta de la escalera.

Avanzar lentamente sobre este extremo pasando de escalón en escalón hasta que esté en posición vertical.

Inclinar la cabeza de la escalera hacia el punto de apoyo.

- Por dos personas (Peso superior a 25 Kg o en condiciones adversas)

Una persona se sitúa agachada sobre el primer escalón en la parte inferior y con las manos sobre el tercer escalón.

La segunda persona actúa como en el caso precedente.

Para el abatimiento, las operaciones son inversas y siempre por dos personas.

Situación del pie de la escalera

Las superficies deben ser planas, horizontales, resistentes y no deslizantes. Las ausencias de cualquiera de estas condiciones pueden provocar graves accidentes.

No se debe situar una escalera sobre elementos inestables o móviles (cajas, bidones, planchas, etc.).

Como medida excepcional se podrá equilibrar una escalera sobre un suelo desnivelado a base de prolongaciones sólidas con collar de fijación.

Inclinación de la escalera

La inclinación de la escalera deberá ser tal que la distancia del pie a la vertical pasando por el vértice esté comprendida entre el cuarto y el tercio de su longitud, correspondiendo una inclinación comprendida entre 75, 5º y 70, 5º.

El ángulo de abertura de una escalera de tijera debe ser de 30º como máximo, con la cuerda que une los dos planos extendidos o el limitador de abertura bloqueado.

Estabilización de la escalera. Sistemas de sujeción y apoyo

Para dar a la escalera la estabilidad necesaria, se emplean dispositivos que, adaptados a los largueros, proporcionan en condiciones normales, una resistencia suficiente frente a deslizamiento y vuelco.

Pueden ser fijos, solidarios o independientes adaptados a la escalera.

23.4. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Antes de conectar a la red eléctrica se debe comprobar:

La correcta conexión de la puesta a tierra, salvo en el caso de que se trate de una herramienta de doble aislamiento.

El estado del cable de alimentación (si existen daños en el aislamiento).

Que las aberturas de ventilación de la máquina se encuentran despejadas. Que la carcasa de la herramienta no tiene grietas ni daños aparentes.

La correcta elección y buen estado del prolongador, si es que se usa (número de hilos y daños en el aislamiento).

El buen estado de la clavija de enchufe y del interruptor, así como del refuerzo de protección contra dobleces.

Al realizar la conexión.

Las herramientas se conectarán a un cuadro eléctrico, montado por un instalador cualificado que comprenda como mínimo un interruptor diferencial de corte, de alta sensibilidad, y dispositivos de protección contra sobreintensidades.

Si va a utilizar cables alargadores, asegúrese de que sus enchufes tengan el mismo número de patillas que la herramienta eléctrica que va a conectar.

Evite que se dañen los conductores eléctricos, protegiéndolos especialmente contra:

Las quemaduras, por la proximidad de una fuente de calor.

Los contactos con productos corrosivos.

Los cortes producidos por útiles afilados, máquinas en funcionamiento, aristas vivas, etc.

Los daños producidos por el paso de vehículos sobre ellos.

Durante el trabajo

Las máquinas portátiles eléctricas se bloquean fácilmente cuando el operario empuja fuertemente, produciéndose, como consecuencia, un calentamiento excesivo de sus bobinados por efecto del gran aumento de la intensidad de corriente.

Esta anomalía en carga es perjudicial asimismo para la buena conservación de los útiles de corte, amolado, pulido, taladrado, etc., y se corre el riesgo de que se produzca la rotura del útil con la consiguiente proyección de fragmentos a gran velocidad.

“NO FORZAR AL LIMITE”

Evite poner la herramienta sobre lugares húmedos, apoyándola sobre soportes secos.

Si observa alguna anomalía durante el trabajo, no trate de repararla. Desconecte la herramienta y advierta a su inmediato superior. En estas situaciones:

- Típica sensación de hormigueo, como resultado de una electrificación, al tocar la carcasa de la herramienta.
- Aparición de chispas procedentes de la herramienta o de los cables de conexión.
- Olores sospechosos a “quemado”.
- Aparición de humos que emanan del interior de la herramienta.
- Calentamiento anormal del motor, del cable o de la clavija de enchufe.

Al terminar la jornada

No dejar abandonadas en cualquier parte y mucho menos a la intemperie, ya que pueden ser dañadas por golpes, proyecciones de materiales calientes, corrosivos, agua, etc.

Para desconectar la clavija de enchufe tire siempre de ella y no del cable de alimentación.

Cuando no se va a utilizar durante un cierto tiempo, se debe desconectar y guardarla en el lugar destinado a este fin.

23.5. HERRAMIENTAS MANUALES

Utilizar herramientas apropiadas en cada trabajo.

No deben usarse, por ejemplo, las limas como palancas, los destornilladores como cinceles, los alicates como martillos, etc.

Trabajando con tensión eléctrica usar útiles con mango aislante.

En ambientes con riesgo de explosión usar herramientas que no produzcan chispas.

Conservar las herramientas en buenas condiciones.

Se deben utilizar útiles de buena calidad, conservarlos limpios, cuidar de que tengan dureza apropiada, cuidar de que los mangos o asas estén bien fijos y bien estudiados. Verificar periódicamente su estado y repararlas o remplazarlas si es preciso.

Llevarlas de forma segura.

Proteger los filos o puntas de las herramientas. No meter las herramientas en los bolsillos. No llevarlas en las manos cuando se suben escaleras, postes o similares; se deben llevar en carteras fijadas en la cintura o la bandolera.

Guardar las herramientas ordenadas y limpias en lugar seguro.

No se deben dejar detrás o encima de órganos de máquinas en movimiento.

Proteger la punta y el filo de los útiles cuando no se utilicen. El desorden hace difícil la reparación de los útiles y conduce a que se usen inapropiadamente.

24. MAQUINARIA

24.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

24.1.1. ANTES DE EMPEZAR CUALQUIER TRABAJO

Se precisa conocer las reglas y recomendaciones que aconseja el contratista de la obra. Así mismo deben seguirse las recomendaciones especiales que realice el encargado de la obra.

El conductor deberá usar prendas de protección personal:

- Casco protector de la cabeza: Habitualmente la cabeza del conductor está protegida por la cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para andar por la obra. El casco de seguridad estará homologado.

- Botas de seguridad antideslizantes: El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).
- Protección de los oídos: Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido y en todo caso, cuando sea superior a 80 dB, será obligatorio el uso de auriculares o tapones. Serán homologados.
- Ropa de trabajo: No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente, cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.
- Guantes: El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.
- Protección de la vista: Así mismo, y cuando no exista cabina, el conductor deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas en operaciones de excavación.
- Toda prenda de protección personal estará homologada siempre que lo exija la normativa vigente.

Se conocerán las normas de circulación en la zona de trabajo, las señales y balizamientos utilizados tales como: banderolas, vallas, señales manuales, luminosas y sonoras.

Cuando se deba trabajar en la vía pública, la máquina deberá estar convenientemente señalizada de acuerdo con lo indicado en el Código de Circulación.

24.1.2. TRABAJOS AUXILIARES EN LA MÁQUINA

Cambios del equipo de trabajo

Elegir un emplazamiento llano y bien despejado.

Las piezas desmontadas se evacuarán del lugar de trabajo.

Seguir escrupulosamente las indicaciones del constructor.

Antes de desconectar los circuitos hidráulicos bajar la presión de los mismos.

Para el manejo de las piezas utilizar guantes.

Si el conductor necesita un ayudante, le explicará con detalle qué es lo que debe hacer y lo observará en todo momento.

Averías en la zona de trabajo

Bajar el equipo al suelo, parar el motor y colocar el freno, siempre que esto sea posible.

Colocar las señales adecuadas indicando la avería de la máquina.

Si se para el motor, parar inmediatamente la máquina, ya que se corre el riesgo de quedarse sin frenos ni dirección.

Para cualquier avería releer el manual del constructor. No hacerse remolcar nunca para poner el motor en marcha.

No servirse nunca de la pala para levantar la máquina.

Para cambiar un neumático colocar una base firme para subir la máquina.

Transporte de la máquina

Estacionar el remolque en zona llana.

Comprobar que la longitud de remolque es la adecuada para transportar la máquina.

Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina.

Bajar la cuchara en cuanto se haya subido la máquina al remolque.

Si la cuchara no cabe en la longitud del remolque, se desmontará.

Quitar la llave de contacto.

Sujetar fuertemente las ruedas a la plataforma del terreno.

Mantenimiento en la zona de trabajo

Colocar la máquina en terreno llano. Bloquear las ruedas o las cadenas.

Colocar la cuchara apoyada en el suelo. Si se debe mantener la cuchara levantada se inmovilizará adecuadamente.

Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.

No quedarse entre las ruedas o sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.

No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.

Utilizar un medidor de carga para verificar la batería.

No utilizar nunca un mechero o cerillas para ver dentro del motor.

Aprender a utilizar los extintores.

Conservar la máquina en buen estado de limpieza.

Mantenimiento en taller

Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar. No limpiar nunca las piezas con gasolina.

Trabajar en un local ventilado.

NO FUMAR.

Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismos.

Si varios mecánicos trabajan en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.

Dejar enfriar el motor antes de quitar el tapón del radiador.

Bajar la presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite vigilar que no esté quemando.

Si se tiene que dejar elevado el brazo y la cuchara, se procederá a su inmovilización antes de empezar el trabajo.

Realizar la evacuación de los gases del tubo de escape directamente al exterior del local.

Cuando se arregle la tensión de las correas del motor, éste estará parado.

Antes de arrancar el motor, comprobar que no se haya dejado ninguna herramienta encima del mismo.

Utilizar guantes y zapatos de seguridad.

Mantenimiento de los neumáticos

Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.

No utilizar nunca la pluma o la cuchara para levantar la máquina.

Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda no está sobre la máquina.

Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma sino en el lateral.

No cortar ni soldar encima de una llanta con el neumático inflado.

Examen de la máquina

La máquina antes de empezar cualquier trabajo, deberá ser examinada en todas sus partes.

Los exámenes deben renovarse todas las veces que sean necesarias y fundamentalmente cuando haya habido un fallo en el material, en la máquina, en las instalaciones o los dispositivos de seguridad habiendo producido o no un accidente.

Todos estos exámenes los realizará el encargado o personal competente designado por el mismo. El nombre y el cargo de esta persona se consignarán en un libro de registro de seguridad, el cual lo guardará el encargado.

24.2. GRÚA AUTOPROPULSADA

24.2.1. EN EL FUNCIONAMIENTO

Antes de iniciar el funcionamiento:

El gruista debe probar el buen funcionamiento de todos los movimientos y de los dispositivos de seguridad. Previamente se deben poner a cero todos los mandos que no lo estuvieran.

Durante el funcionamiento:

El gruista debe saber que no se han de utilizar las contramarchas para el frenado de la maniobra. Para que el cable esté siempre tensado se recomienda no dejar caer el gancho al suelo. El conductor de la grúa no puede abandonar el puesto de mando mientras penda una carga del gancho.

En los relevos debe el gruista saliente indicar sus impresiones al entrante sobre el estado de la grúa y anotarlo en un libro de incidencias que se guardará en la obra.

Los mandos han de manejarse teniendo en cuenta los efectos de inercia, de modo que los movimientos de elevación, traslación y giro cesen sin sacudidas. Si estando izando una carga se produce una perturbación en la maniobra de la grúa, se pondrá inmediatamente a cero el mando del mecanismo de elevación. Los interruptores y mandos no deben sujetarse jamás con cuñas o ataduras. Sólo se deben utilizar los aparatos de mando previstos para este fin.

Se prohibirá arrancar con la grúa objetos fijos. El conductor debe observar la carga durante la traslación. Dará señales de aviso antes de iniciar cualquier movimiento.

Se debe evitar que la carga vuele por encima de las personas. Estará totalmente prohibido subir personas con la grúa, así como hacer pruebas de sobrecarga a base de personas.

24.2.2. EN LAS OBLIGACIONES

Existirá un libro de obligaciones del gruista a pie de obra.

Obligaciones diarias del gruista

- Comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Observar la normalidad de funcionamiento de la grúa, solo si se perciben ruidos o calentamientos anormales.
- Verificar el comportamiento del lastre.
- Colocar la carga de nivelación para evitar que el cable de elevación quede destensado y enrolle mal en el tambor de elevación.

- Al terminar el trabajo subir el gancho hasta el carrito, amarrar la grúa a los carriles, dejar la pluma en dirección al viento, con el freno desenclavado y cortar la corriente.

Obligaciones semanales del gruista

- Reapretar todos los tornillos y principalmente los de la torre, pluma y corona giratoria.
- Verificar la tensión del cable del carro, así como el cable de carga y su engrase.
- Comprobar el buen funcionamiento del pestillo de seguridad del gancho.
- Se deben probar las protecciones contra sobrecargas, interruptores fin de carrera, mecanismo de elevación, izado y descenso de la pluma y traslación en los dos movimientos.
- Comprobar tramos de vía.
- Vigilar las partes sujetas a desgaste, como cojinetes, superficies de los rodillos, engranajes, zapatas de freno, etc., debiendo avisar para su cambio caso de ser necesario.

24.2.3. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Los sistemas de seguridad de que debe disponer una grúa son:

- Limitador de fin de carrera del carro de la pluma.
- Limitador de fin de carrera de elevación.
- Limitador de fin de carrera de traslación del aparato.
- Topes de las vías.
- Limitador de par.
- Limitador de carga máxima.
- Sujeción del aparato a las vías mediante mordazas.

Además, las grúas deben poseer escaleras dotadas de aros salvavidas, plataformas y pasarelas con barandillas, cable tendido longitudinalmente a lo largo de la pluma y la contrapluma y en su caso cable tendido longitudinalmente a lo largo de la torre.

24.2.4. COMPORTAMIENTO HUMANO

Aptitudes psicofísicas

El gruista debe ser una persona con gran sentido de la responsabilidad y que esté perfectamente informado de las partes mecánicas y eléctricas de la grúa, así como las maniobras que puede realizar y las limitaciones de la máquina.

Se recomienda que el manejo de la grúa se confíe únicamente a personas mayores de veinte años, que posean un grado de visión y audición elevado. Los montadores de las grúas deben ser personas con sentido de la responsabilidad.

Deberán asistir anteriormente a un curso de capacitación y someterse a reconocimientos médicos periódicos.

Actitudes ergonómicas

El operario deberá reposar periódicamente dado que los reflejos son muy importantes para manejar adecuadamente la grúa.

Cuando se considere necesario se utilizará la cabina situada en la parte superior de la grúa (caso de poseerla) o la plataforma instalada en voladizo en el último forjado del edificio en construcción.

24.2.5. PROTECCIONES PERSONALES

El personal empleado en el montaje de grúas irá provisto de casco y cinturón de seguridad, así como de calzado de seguridad. La ropa de trabajo será ajustada. Los gruistas deben ir provistos en todo momento de casco de seguridad. Todas las prendas serán homologadas según O.M. de 17.5.74 (BOE nº 128 de 29.5.74).

24.2.6. LEGISLACIÓN AFECTADA

Se consideran afectados los artículos comprendidos en el Capítulo X, "Elevación y transporte" y los artículos 21, 22 y 23 respecto a barandillas de protección y los artículos 81, 94 y 98 en lo referente a herramientas manuales y los artículos 142, 143 y 151 respecto a protección personal, todos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9.3.71).

En las Ordenanzas Municipales de algunos ayuntamientos existen normas referentes a la ubicación y utilización de las grúas de los edificios en construcción, que son de obligado cumplimiento.

24.3. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS PORTATILES

Antes de su puesta en marcha, se comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.

Se comprobará periódicamente el estado de las protecciones: hilo de tierra no interrumpido, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, etc.

No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisará periódicamente este extremo.

Los cables eléctricos de las herramientas portátiles se llevan a menudo de un lugar u otro, se arrastran, y se dejan tirados, lo que contribuye a que se deterioren con facilidad; se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.

La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco. Cualquier persona que maneje estas herramientas debe estar adiestrada en su uso. Para cambiar de útil se deberá desconectar la herramienta y comprobar que está parada.

La broca, sierra, disco, etc., serán los adecuados y estarán en condiciones de utilización, estarán bien apretados y se utilizará una llave para el apriete, cuidar de retirarla antes de empezar a trabajar.

Se recomienda no utilizar prendas holgadas que puedan favorecer los atrapamientos.

No se debe inclinar las herramientas para ensanchar el agujero, o abrir la luz de corte.

Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias en previsión de riesgos eléctricos: guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.

Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.

Se deben usar gafas panorámicas de seguridad en las tareas de corte, taladro, desbaste o percusión electroneumática, con herramientas eléctricas portátiles.

En todos los trabajos en alturas es necesario el cinturón de seguridad.

Las personas expuestas al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro mecánico homologado y gafas de protección anti-impactos.

Si el nivel sonoro producido por la herramienta eléctrica supera los 80 dB, se recomienda el uso de protectores auditivos.

No se debe utilizar este tipo de herramientas en atmósferas explosivas, a menos que estén preparadas para ello.

CAPÍTULO III: PRESUPUESTO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

25. PRESUPUESTO

Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
E1		EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL			
E35PIA011	ud	CASCO DE SEGURIDAD Unidad de casco de seguridad, con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente . Con marca CE., según normas EPI.	40,00	7,96	318,40
E35PIA070	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS Unidad de gafas de seguridad antiimpactos en los ojos. Fabricadas con montura de vinilo, pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior contra choques y cámara de aire entre las dos pantallas (amortizables en 3 usos). Modelo panorámico, ajustable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles contra las alergias. Con marca CE., según normas E.P.I.	40,00	8,33	333,20
E35PIA111f	u	MASCARILLA PAPEL FILTRANTE POLVO Unidad de mascarilla simple, fabricada en papel filtro antipolvo, por retención mecánica simple. Dotada de bandas elásticas de sujeción a la cabeza y adaptador de aluminio protegido para la cara. Con marca CE., según normas E.P.I.	140,00	0,72	100,80
E35PIC080	u	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS Unidad de cinturón portaherramientas formado por faja con hebilla de cierre, dotada de bolsa de cuero y aros tipo canana con pasador de inmovilización, para colgar hasta 4 herramientas (amortizable en 4 usos). Con marca CE., según normas E.P.I.	40,00	21,21	848,40
E35PIC072f	u	FAJA PROTECCION SOBREESFUERZOS Unidad de faja de protección contra sobreesfuerzos, para la protección de la zona lumbar del cuerpo humano. Fabricada en cuero y material sintético ligero. Ajustable en la parte delantera mediante hebillas. (amortizable en 4 usos). Con marca CE., según normas E.P.I.	40,00	21,08	843,20
E35PIC090	u	MONO DE TRABAJO	40,00	21,42	856,80

Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
		Unidad de mono o buzo de trabajo, fabricado en diversos cortes y confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, con un tramo corto en la zona de la pelvis hasta cintura. Dotado de seis bolsillos; dos a la altura del pecho, dos delanteros y dos traseros, en zona posterior de pantalón; cada uno de ellos cerrados por una cremallera. Estará dotado de una banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal al nivel de la cintura. Fabricados en algodón 100 x 100, en los colores blanco, amarillo o naranja. Con marca CE., según normas E.P.I.			
900.029	**ud**	**CHALECO REFLECTANTE** Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. según normas EPI	**40,00**	**12,20**	**488,00**
E35PIM010f	**u**	**PAR GUANTES DE GOMA O PVC** Unidad de par de guantes de goma o de "PVC".. Fabricados en una sola pieza, impermeables y resistentes a: cementos, pinturas, jabones, detergentes, amoniaco. Comercializados en varias tallas. Con marca CE., según normas E.P.I.	**40,00**	**7,53**	**301,20**
E35PIM040f	**u**	**PAR GUANTES DE CUERO/LONETA** Unidad de par de guantes fabricados en cuero flor en la parte anterior de palma y dedos de la mano, dorso de loneta de algodón, comercializados en varias tallas. Ajustables a la muñeca de las manos mediante bandas extensibles ocultas. Con marca CE., según normas E.P.I.	**40,00**	**12,37**	**494,80**
E35PIP010f	**u**	**PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD PVC** Unidad de botas de seguridad. Comercializadas en varias tallas. Fabricadas en cloruro de poli vinilo o goma; de media caña, con talón y empeine reforzados. Forrada en loneta resistente. Dotada de puntera y plantilla metálicas contra objetos punzantes embutidas en el "PVC"., y con plantilla contra el sudor. Con suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE., según normas E.P.I.	**40,00**	**18,01**	**720,40**
E34730211	**u**	**ARNÉS DE SEGURIDAD**	**40,00**	**24,76**	**990,40**
		E1	**1**	**6.295,60**	**6.295,60**
E2		**PROTECCIONES COLECTIVAS Y SEÑALIZACIÓN**			
E35PCR050	**m**	**MALLA POLIETILENO DE SEGURIDAD** Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m. de altura, tipo stopper, i/pies derechos de sustentación, anclajes, colocación y desmontaje, amortizable en tres usos.	**150,00**	**2,85**	**427,50**

Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
E28PB163	m	**VALLA ENREJADO GALVANIZADO** Valla metálica móvil de módulos prefabricados de 3,00x2,00 m. de altura, enrejados de 330x70 mm. y D=5 mm. de espesor, batidores horizontales de D=42 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado de 230x600x150 mm, separados cada 3,00 m., accesorios de fijación, considerando 5 usos, incluso montaje y desmontaje. s/R.D. 486/97.	150,00	13,54	2.031,00
E35PC061f	u	**CUERDA AUX.GUIA SEGURA P/CARGAS** Cuerda auxiliar, guía segura de cargas suspendidas a gancho de grúa, fabricada en poliamida 6.6 industrial con un diámetro de 12 mm, con 3 metros de longitud, a utilizar en toda carga suspendida a gancho de grúa que necesite ser guiada para evitar penduleos o para hacerla entrar en la planta.	75,00	9,72	729,00
E35PC062f	u	**ANCLAJES ESPECIALES AMARRE CINTU** Ud anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad fabricados en acero corrugado doblado en frio y recibidos a la estructura.	50,00	3,15	157,50
E35EB010	m	**CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8 cm.** Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.	400,00	1,14	456,00
E35ES080	u	**PLACA SEÑALIZACION RIESGO** Placas de señalización-información en PVC serigrafiado, normalizadas según el Real Decreto 485 de 1997 de 14 de abril, fijadas mecanicamente, amortizables en 3 usos, comprendiendo señales de advertencia de riesgos en el trabajo, señales de obligación del uso de protecciones, señales de prohibición, señales de salvamento (equipo de primeros auxilios, localización de primeros auxilios, señal de dirección de socorro); incluso colocación y desmontaje.	50,00	6,56	328,00
E35ES040	u	**SEÑAL STOP I/SOPORTE** Señal de stop, tipo octogonal de D=60 cm., normalizada, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y desmontaje.	8,00	33,71	269,68
E28PF020	u	**EXTINTOR POLVO ABC 9 kg. PR.INC.** Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/144B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.	25,00	32,31	807,75
E28PF030	u	**EXTINTOR CO2 5 kg. ACERO**	25,00	33,01	825,25

Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
		Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg. de agente extintor, construido en acero, con soporte y boquilla con difusor, según norma EN-3:1996. Medida la unidad instalada. s/R.D. 486/97.			
E28PW040	**u**	**TOLVA DE TOLDO PLASTIFICADO** Tolva de toldo plastificado para pie de bajante de escombros en cubrición de contenedor, i/p.p. de sujeción, colocación y desmontaje.	**25,00**	**75,54**	**1.888,50**
E34730216	**U**	**BARANDILLA PROTECCIÓN HUECOS EN ALTURA**	**25,00**	**37,38**	**934,50**
E34730217	**U**	**SEÑALIZACION Y PROTECCION ZANJAS CON CHAPAS EN CRUCES Y CAMINOS**	**15,00**	**44,08**	**661,20**
		E2	**1**	**9.515,88**	**9.515,88**
E3		**INSTALACIONES SALUD Y BIENESTAR**			
E35BC201v	**mes**	**ALQUILER CASETA VESTUARIO Y ASEOS 14m2** Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra y dimensiones 6,00x2,33x2,30 m (14,00 m²). Estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento de chapa nervada y galvanizada, con terminación de pintura prelacada. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Ventanas de aluminio anodizado, correderas, con rejas y luna de 6 mm. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal y revestimiento de tablero melaminado en paredes. Según R.D. 486/97.	**12,00**	**222,14**	**2.665,68**
E35BC200	**mes**	**ALQUILER CASETA COMEDOR 18m2** Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra y dimensiones 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m²). Estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento de chapa nervada y galvanizada, con terminación de pintura prelacada. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Ventanas de aluminio anodizado, correderas, con rejas y luna de 6 mm. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal y revestimiento de tablero melaminado en paredes. Según R.D. 486/97.	**12,00**	**222,14**	**2.665,68**
E35BA020	**u**	**ACOMETIDA ELECT. CASETAS**	**2,00**	**218,80**	**437,60**

Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
		Acometida provisional de electricidad a caseta prefabricada de obra, incluso conexión a la red de la compañía suministradora, hasta una distancia máxima de 50 m.			
E35BA030	**ud**	**ACOMETIDA PROV.FONTANERIA**	**2,00**	**154,67**	**309,34**
		Acometida provisional de fontanería a caseta prefabricada de obra, incluso conexión a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m.			
E35BA040	**u**	**ACOMETIDA PROVIS. SANEAMIENTO**	**2,00**	**644,98**	**1.289,96**
		Acometida provisional de saneamiento a caseta prefabricada de obra, incluso conexión a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m.			
E36	**u**	**DOTACION VESTUARIO Y ASEOS**	**1,00**	**401,68**	**401,68**
		Suministro y colocación de 2 radiadores (amortizables en 5 usos), 5 taquillas individuales (amortizables en 3 usos), 10 perchas, banco para 5 personas (amortizable en 2 usos), espejo, portarrollos (amortizable en 3 usos), jabonera (amortizable en 3 usos), secamanos eléctrico (amortizable en 3 usos) en caseta de obra para vestuarios y/o aseos, incluso montaje e instalación.			
E38	**u**	**DOTACION COMEDOR**	**1,00**	**326,91**	**326,91**
		Suministro y colocación de radiador (amortizable en 5 usos), mesa para 10 personas (amortizable en 4 usos), horno microondas (amortizable en 5 usos), nevera (amortizable en 5 usos) y depósito de basura (amortizable en 10 usos) en caseta de obra para comedor, incluso montaje e instalación.			
E35BM110	**u**	**BOTIQUIN DE URGENCIA**	**2,00**	**120,46**	**240,92**
		Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza General de Seguridad e Higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.			
E35BM120	**u**	**REPOSICION BOTIQUIN**	**2,00**	**92,82**	**185,64**
		Reposición de material de botiquín de urgencia.			
E28BM080	**u**	**MESA MELAMINA PARA 10 PERSONAS**	**4,00**	**96,75**	**387,00**
		Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 3 usos).			
		E3	**1**	**8.910,41**	**8.910,41**
E4		**MANTENIMIENTO Y VARIOS**			
E34730210	**u**	**COSTE MENSUAL LIMPIEZA Y DESINF.**	**12,00**	**340,71**	**4.088,52**
		Coste mensual de limpieza y desinfeción de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de peon ordinario.			
E28W060	**u**	**RECONOCIMIENTO MÉDICO BÁSICO I**	**40,00**	**96,73**	**3.869,20**

Código	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
		Reconocimiento médico básico I anual trabajador, compuesto por control visión, audiometría y analítica de sangre y orina con 6 parámetros.			
E28W020	**u**	**COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD** Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.	**12,00**	**73,19**	**878,28**
E34730212	**H**	**HORA MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN PROT. COLECTIVAS**	**85,00**	**32,55**	**2.766,75**
		E4	**1**	**11.602,75**	**11.602,75**
E5		**VIGILANCIA Y FORMACIÓN**			
E34730213	**H**	**FORMACION DE SEGURIDAD**	**24,00**	**34,04**	**816,96**
E34730214	**H**	**REUNIONES COMITÉ SEGURIDAD**	**24,00**	**77,23**	**1.853,52**
E34730215	**H**	**VISITAS TÉCNICAS SEGURIDAD**	**12,00**	**154,94**	**1.859,28**
		E5	**1**	**4.529,76**	**4.529,76**
		PTO_SS	**1**	**40.854,40**	**40.854,40**

26. RESUMEN

RESUMEN	IMPORTE
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	6.295,60 €
PROTECCIONES COLECTIVAS Y SEÑALIZACIÓN	9.515,88 €
INSTALACIONES SALUD Y BIENESTAR	8.910,41 €
MANTENIMIENTO Y VARIOS	11.602,75 €
VIGILANCIA Y FORMACIÓN	4.529,76 €
TOTAL EUROS	**40.854,40 €**

ANEXO I: FICHAS DE SEGURIDAD

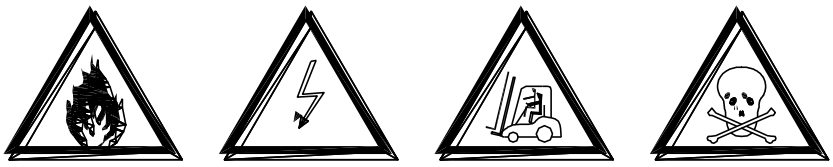
Como información adicional, se adjuntan una serie de fichas de seguridad, referentes a los comentarios realizados en el presente Estudio.



CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA

SEÑALES DE ADVERTENCIA

(Pictograma negro sobre fondo amarillo, bordes negros)



RIESGO DE INCENDIO MATERIAL COMBUSTIBLE | RIESGO ELECTRICO | CARRETILLAS DE MANUTENCION | RIESGO DE INTOXICACIÓN

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

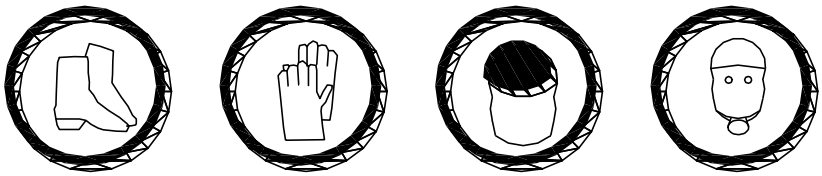
(Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y bandas rojos)



PROHIBIDO A PEATONES | PROHIBIDO ENCENDER FUEGO | PROHIBIDO APAGAR CON AGUA | PROHIBIDO FUMAR

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

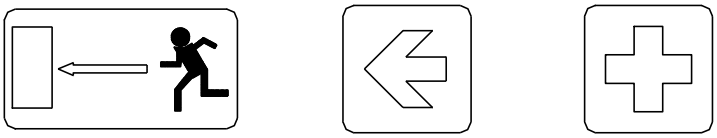
(Pictograma blanco sobre fondo azul)

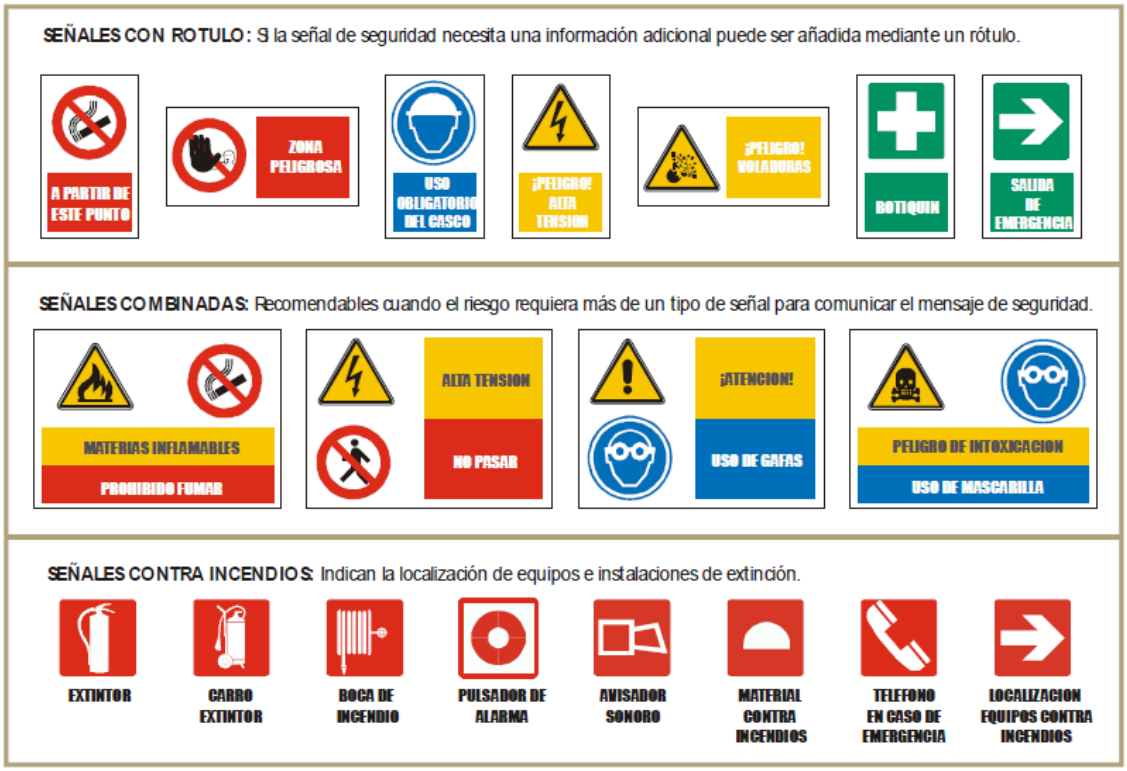


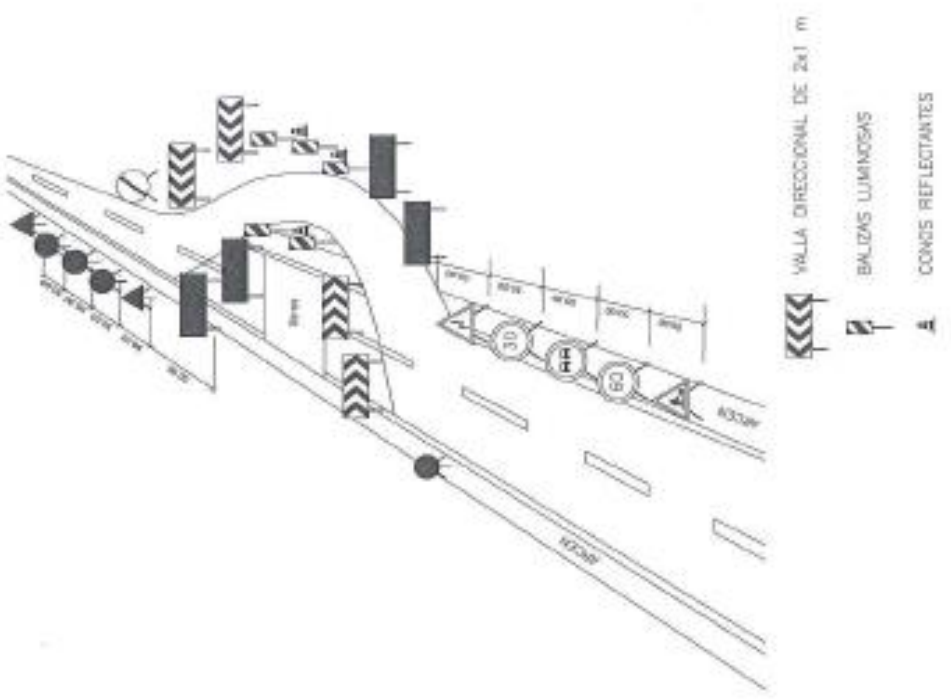
USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE CAUCHO | USO OBLIGATORIO DE GUANTES | USO OBLIGATORIO DE CASCO PTOTECCION | USO OBLIGATORIO DE MASCARA

SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

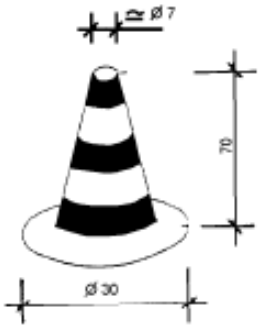
(Pictograma blanco sobre fondo verde)



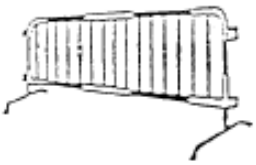

SEÑALES CON ROTULO: Si la señal de seguridad necesita una información adicional puede ser añadida mediante un rótulo.
A PARTIR DE ESTE PUNTO
ZONA PELIGROSA
USO OBLIGATORIO DEL CASCO
¡PELIGRO! ALTA TENSION
¡PELIGRO! VOLADURAS
BOTIQUIN
SALIDA DE EMERGENCIA
SEÑALES COMBINADAS: Recomendables cuando el riesgo requiera más de un tipo de señal para comunicar el mensaje de seguridad.
MATERIAS INFLAMABLES
PROHIBIDO FUMAR
ALTA TENSION
NO PASAR
¡ATENCION!
USO DE GAFAS
PELIGRO DE INTOXICACION
USO DE MASCARILLA
SEÑALES CONTRA INCENDIOS: Indican la localización de equipos e instalaciones de extinción.
EXTINTOR
CARRO EXTINTOR
BOCA DE INCENDIO
PULSADOR DE ALARMA
AVISADOR SONORO
MATERIAL CONTRA INCENDIOS
TELEFONO EN CASO DE EMERGENCIA
LOCALIZACION EQUIPOS CONTRA INCENDIOS


VALLA DIRECCIONAL DE 2x1 m
BALIZAS LUMINOSAS
CONOS REFLECTANTES





CONO BALIZAMIENTO



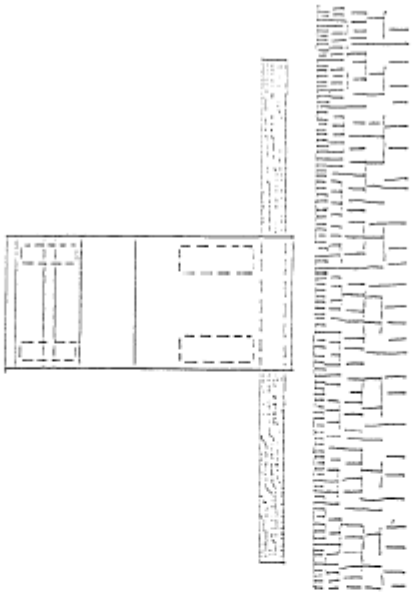
VALLAS DESVIO TRAFICO

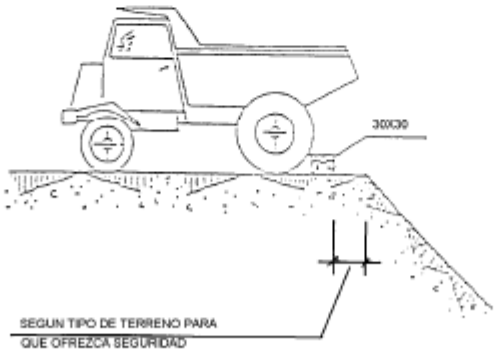


CINTA BALIZAMIENTO

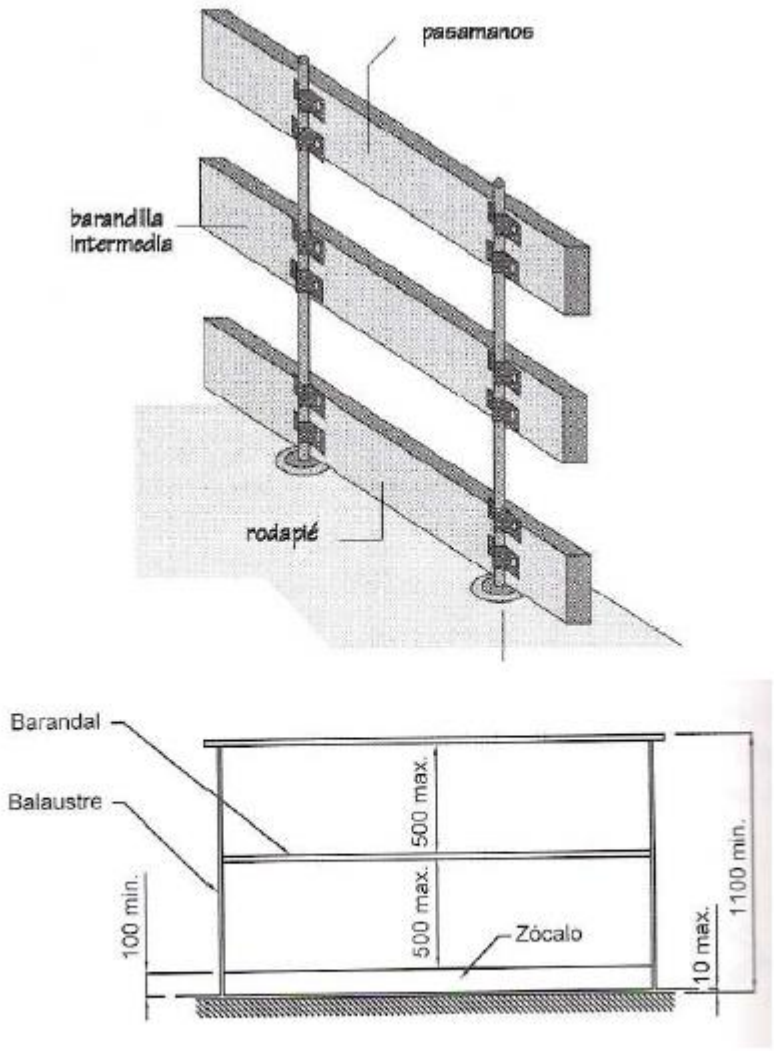


CORDON BALIZAMIENTO

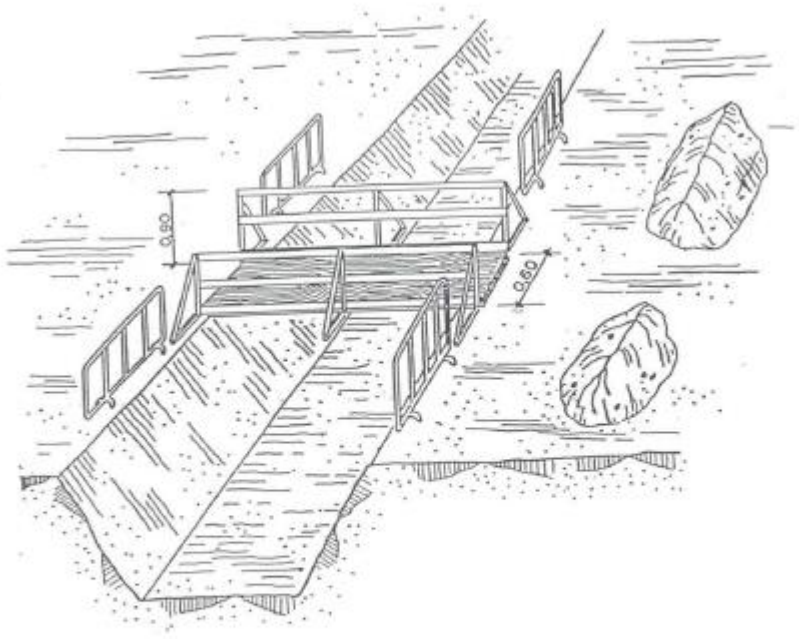




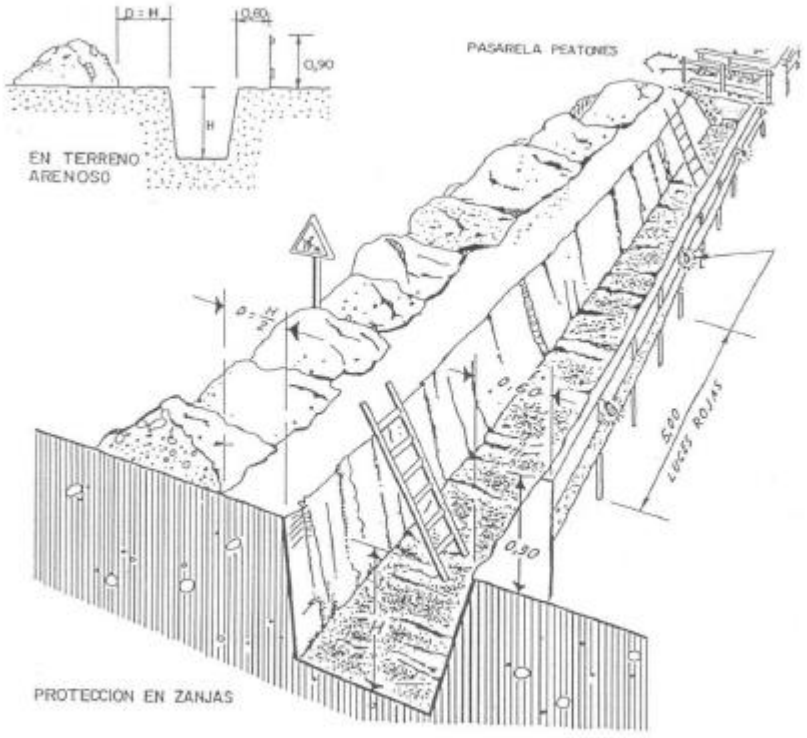
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



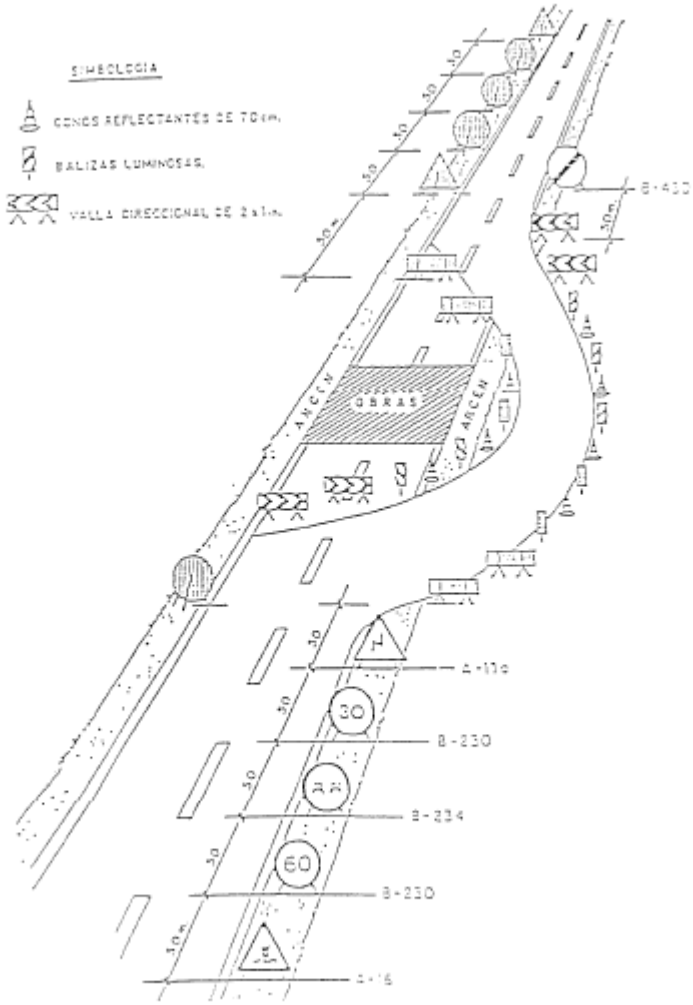
BARANDILLA DE PROTECCIÓN



PROTECCIÓN EN ZANJAS I

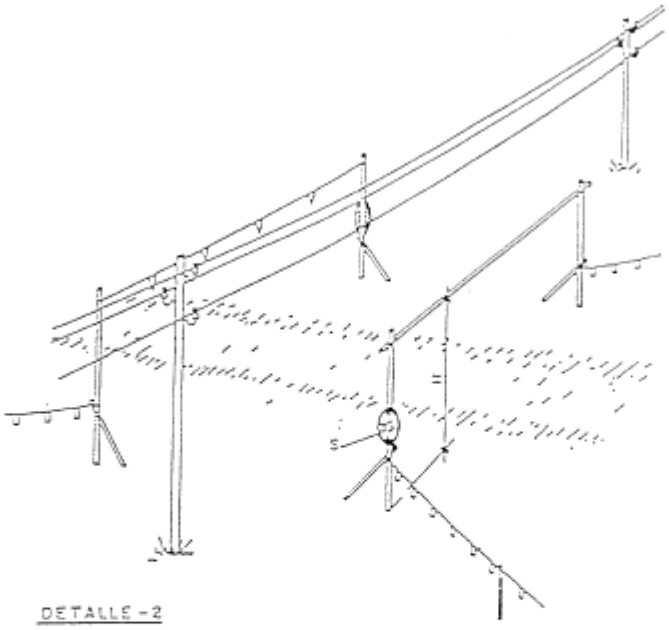


PROTECCIÓN EN ZANJAS II



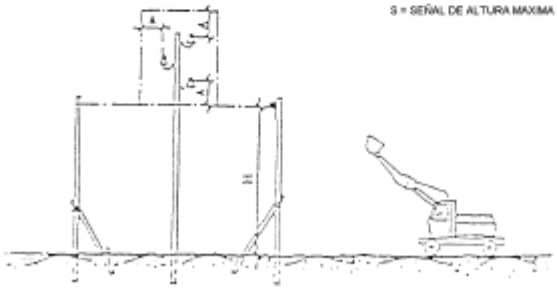
BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS

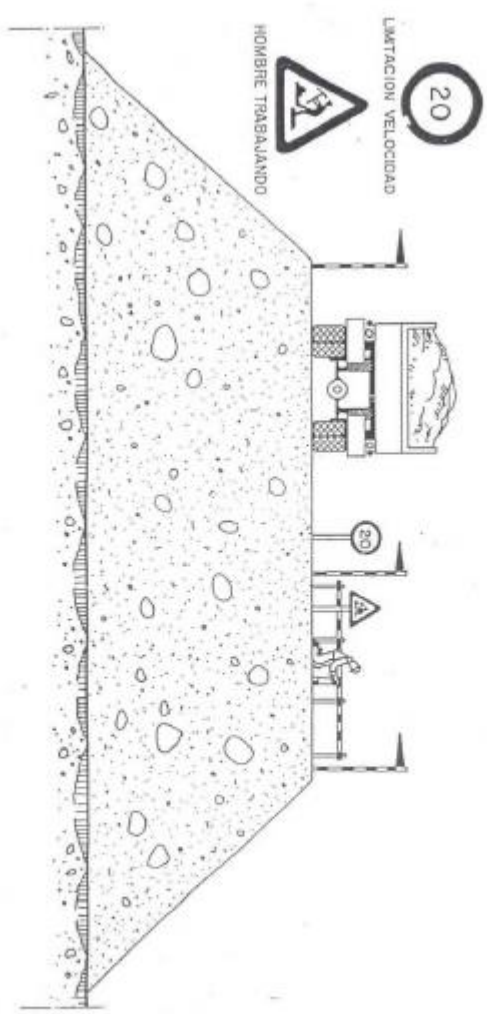


DETALLE - 2

H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



TERRAPLENES Y RELLENOS

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



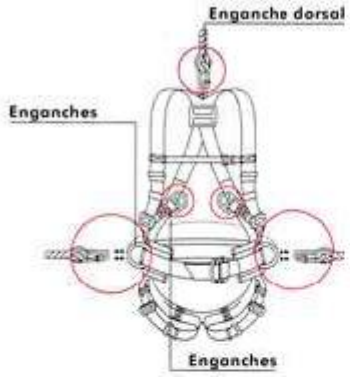
6 Bajar la carga



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I



CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

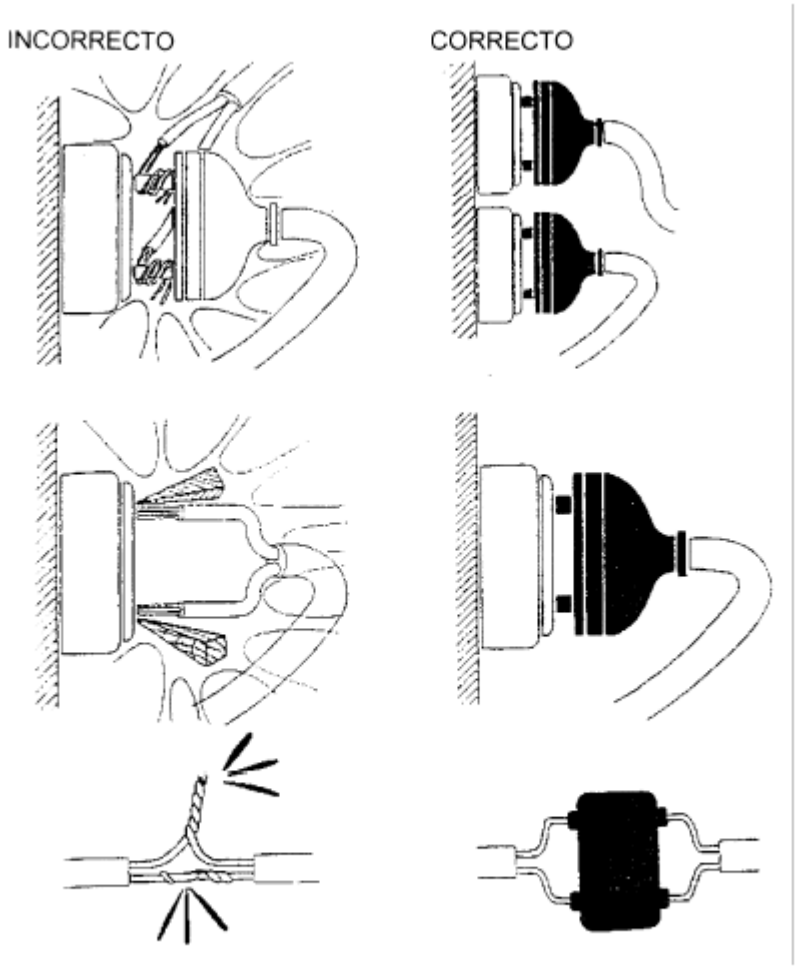






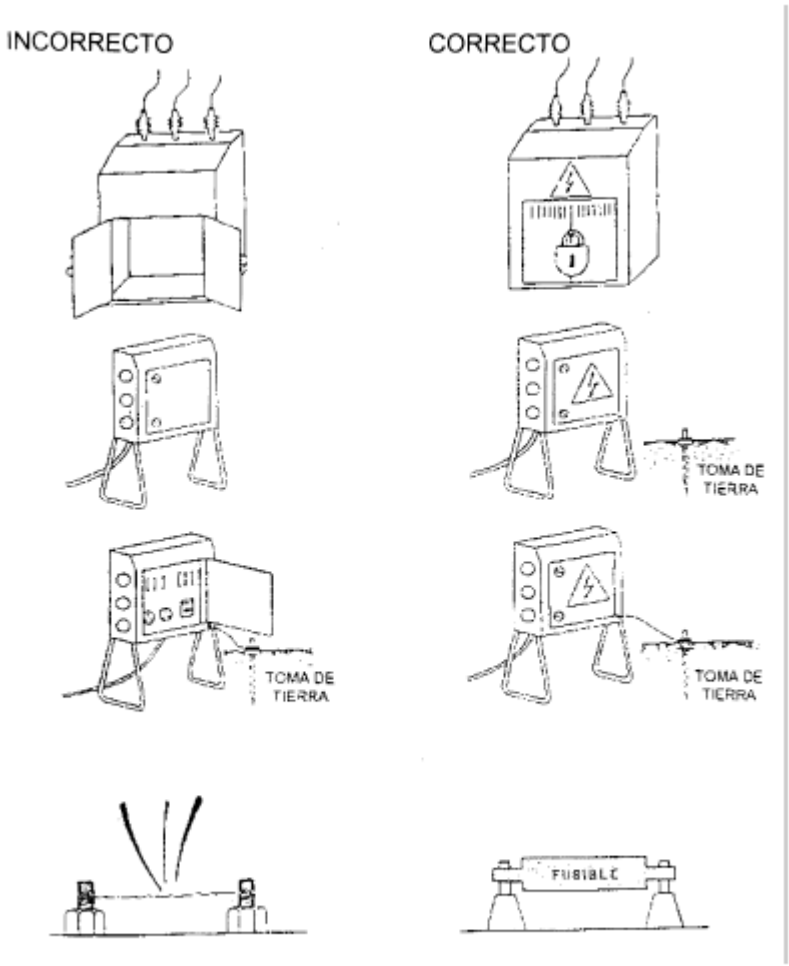


EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

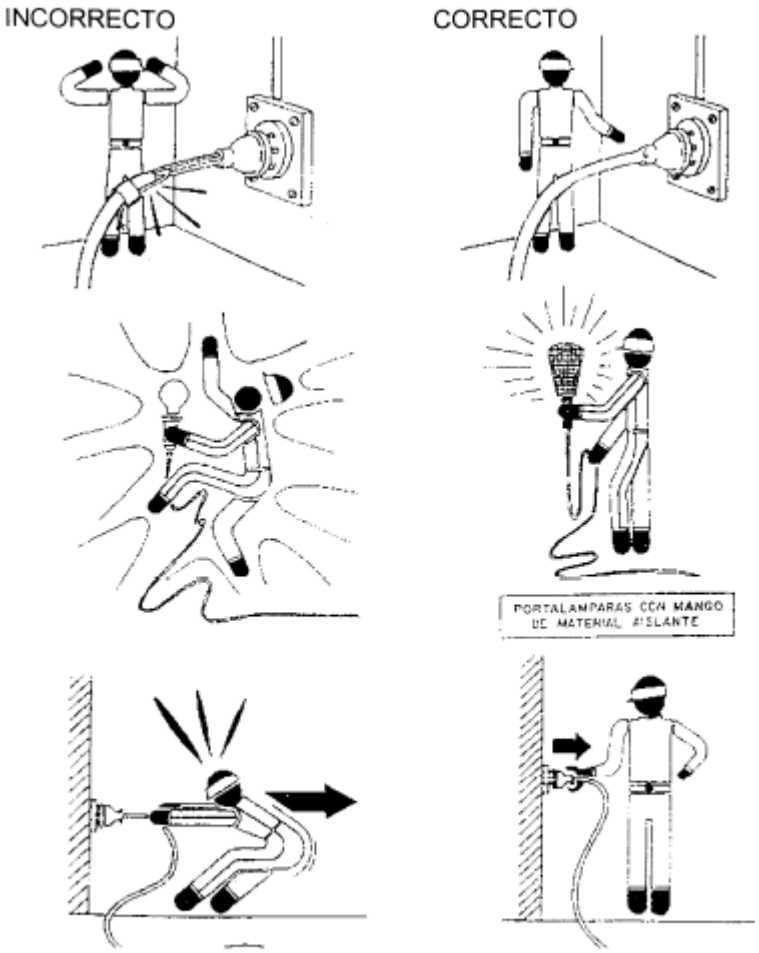


RIESGOS ELÉCTRICOS I

o



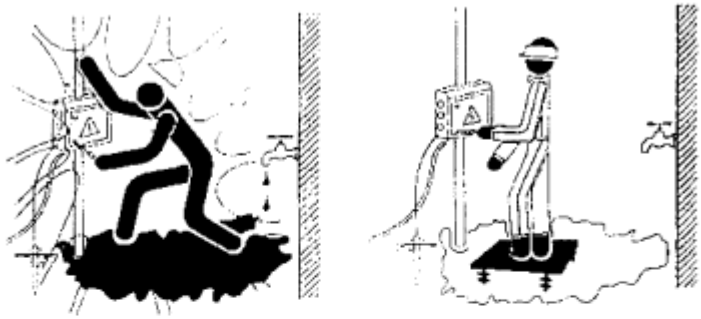
RIESGOS ELÉCTRICOS II



RIESGOS ELÉCTRICOS III

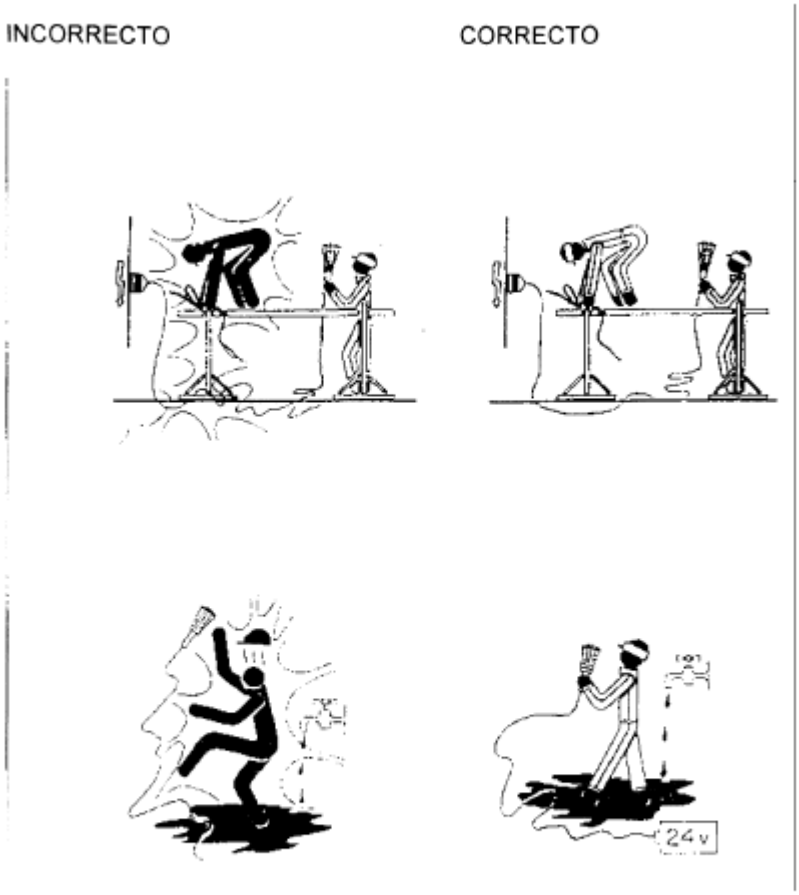
INCORRECTO

CORRECTO

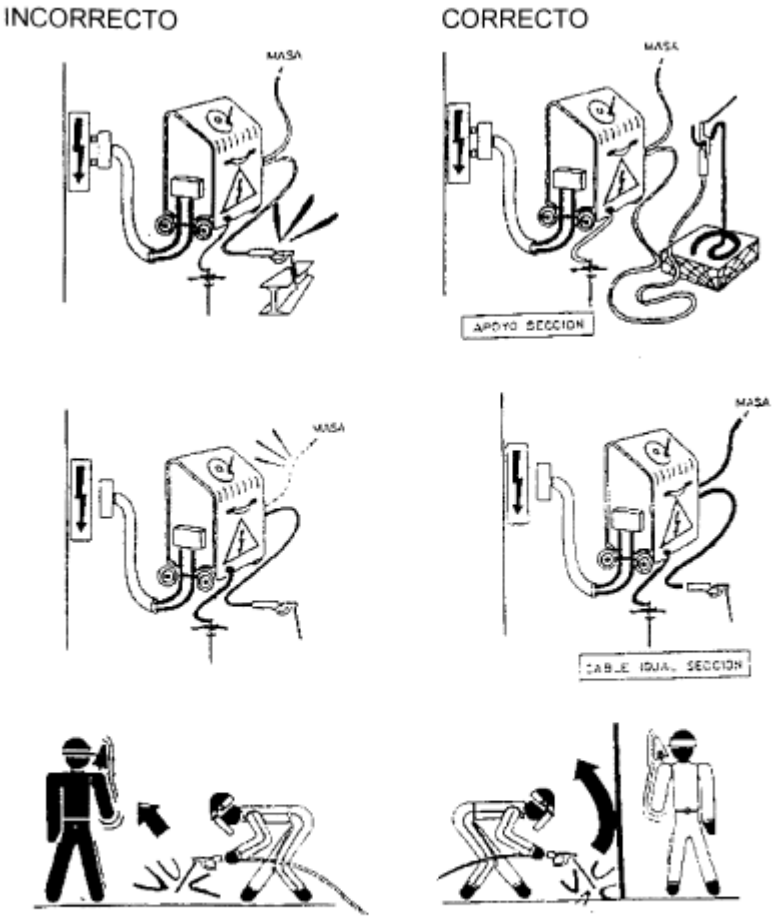




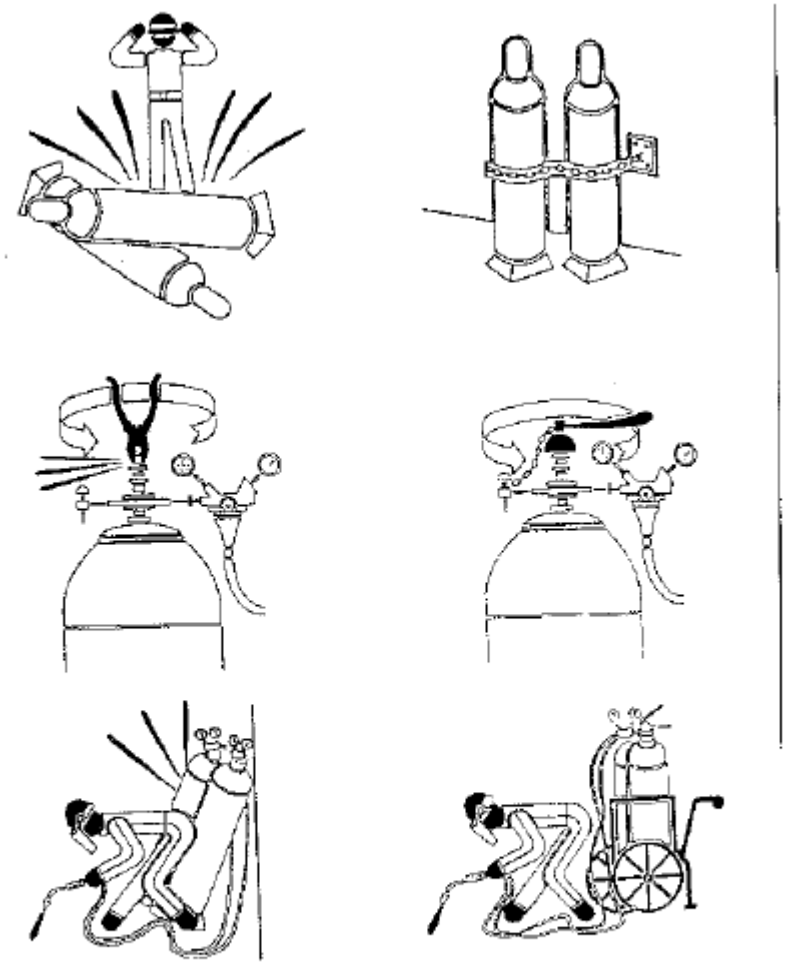
RIESGOS ELÉCTRICOS IV



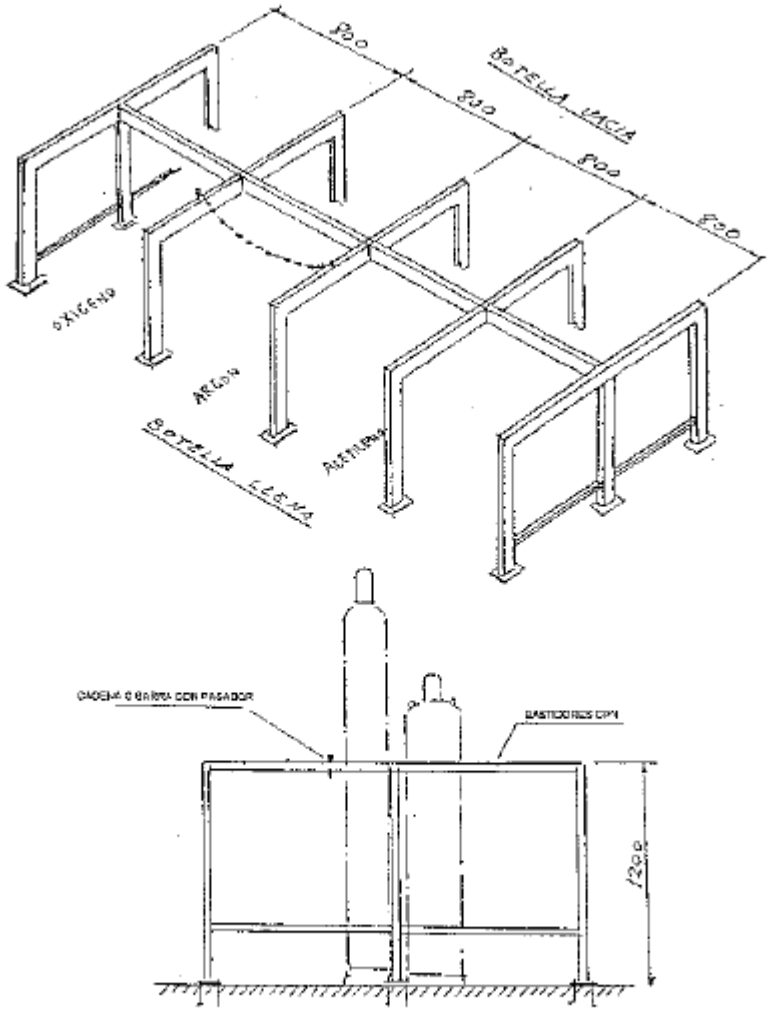
RIESGOS ELÉCTRICOS V



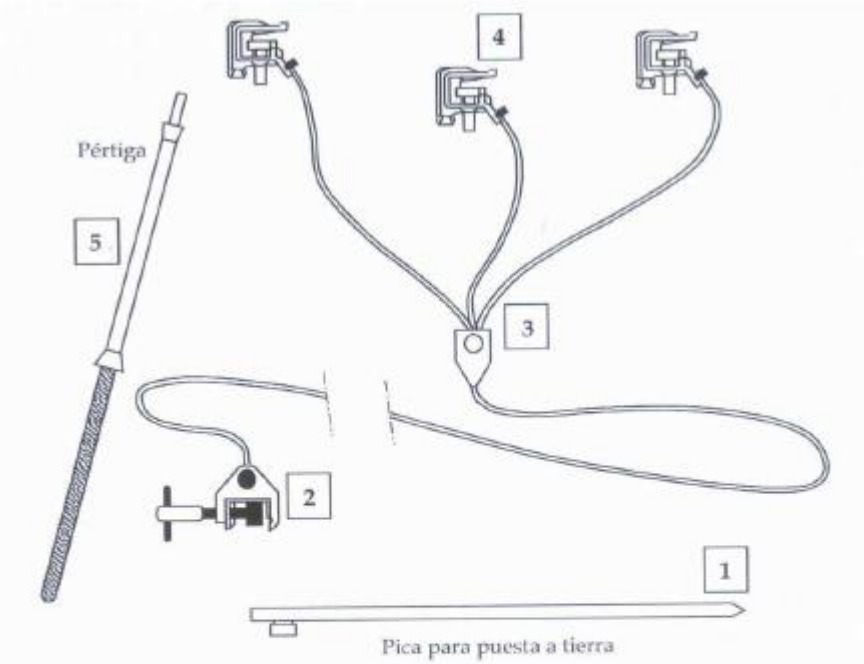
TRABAJOS DE SOLDADURA



MANIPULACIÓN Y USO DE Bbotellas I



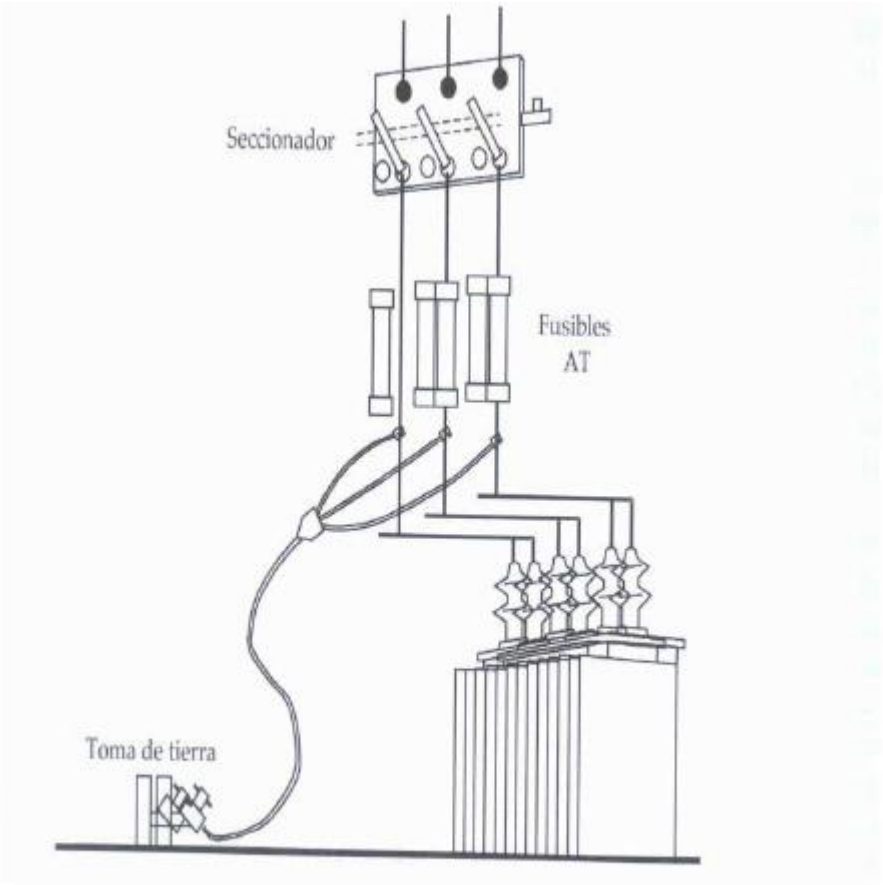
MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS II



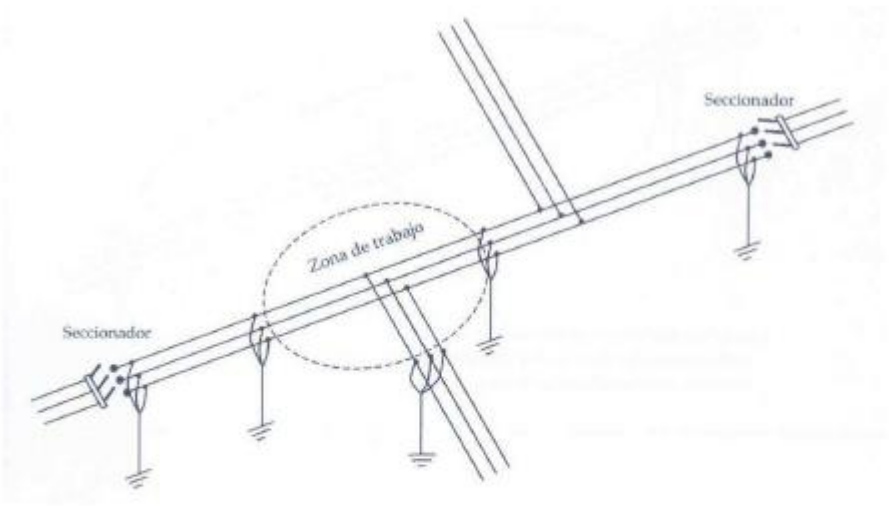
ELEMENTOS DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE PUESTA A TIERRA

1. Piqueta o electrodo de toma de tierra
2. Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra
3. Conductores de puesta a tierra y en cortocircuito
4. Pinzas para conectar a los conductores de la instalación
5. Pértiga aislante adecuada al nivel de tensión nominal

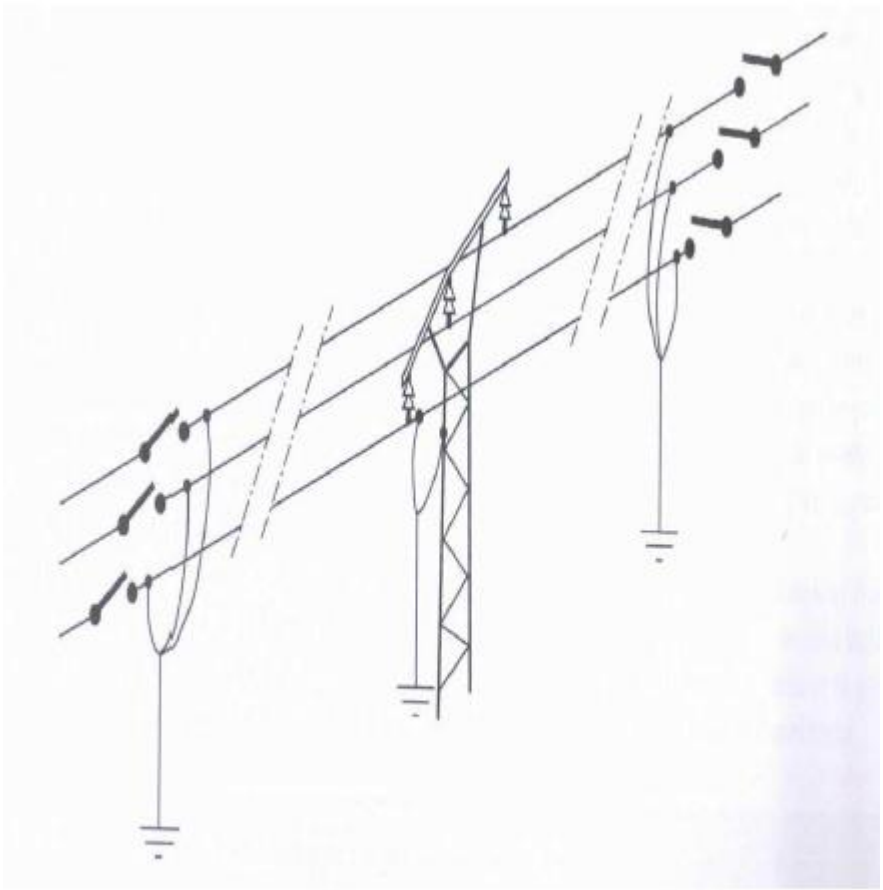
CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTÁTILES



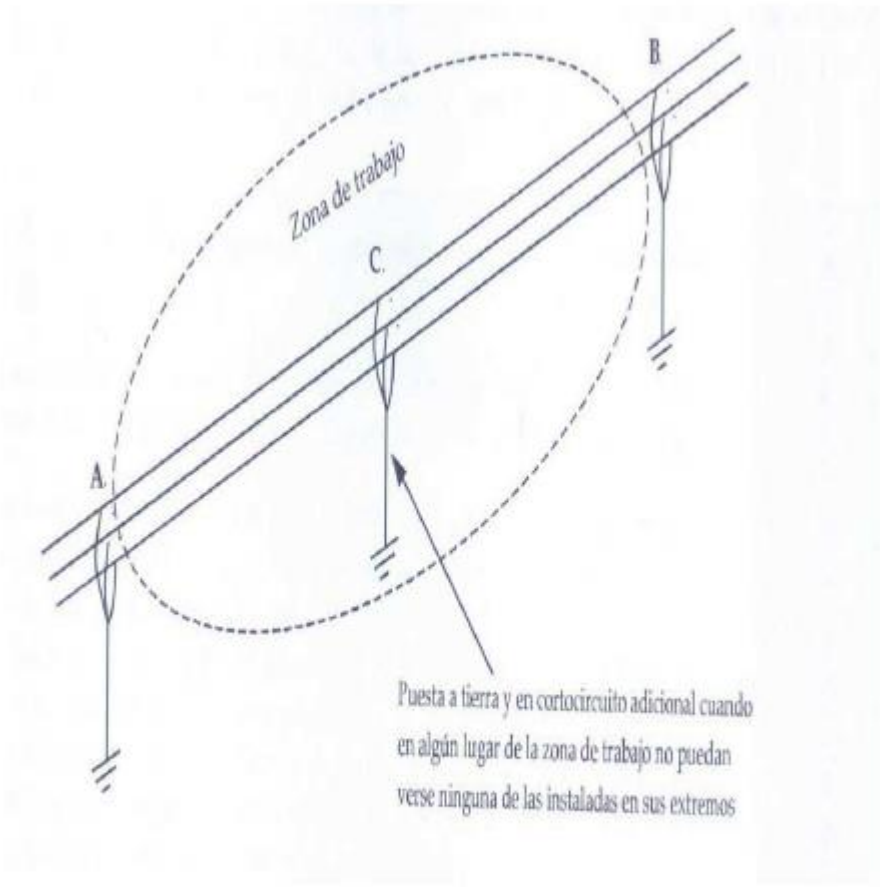
CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III

GAZAS REALIZADAS A PIE DE OBRA

El número de perrillos y la separación entre los mismo depende del diámetro del cable a utilizar.

Una orientación la da la tabla siguiente:

DIAMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diámetros
De 12 a 20	4	6 diámetros
De 20 a 25	5	6 diámetros
De 25 a 35	6	6 diámetros

Normas a tener en cuenta:

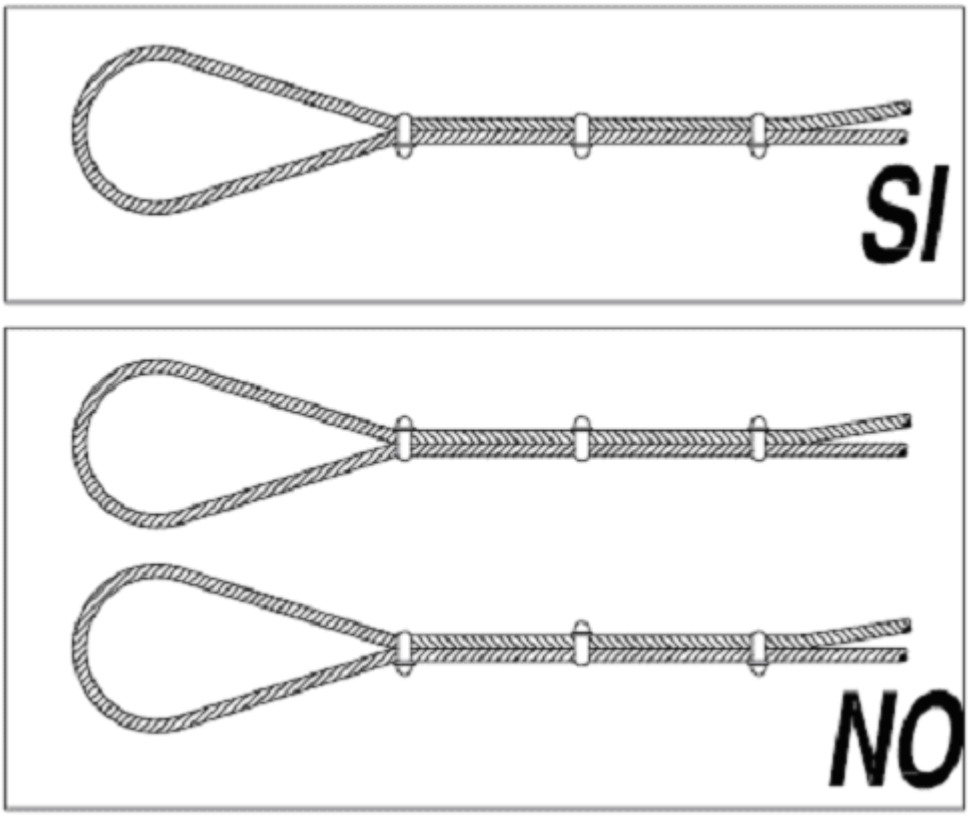
Por lo sencillo de su construcción, las Gazas confeccionadas con perrillos son las más empleadas para los trabajos normales en obra.

Es importante tener en cuenta su forma de construcción, para poder evitar al máximo accidentes de cualquier tipo.

Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.

Una mala ejecución de la gaza puede tener como consecuencia, la caída de la carga.

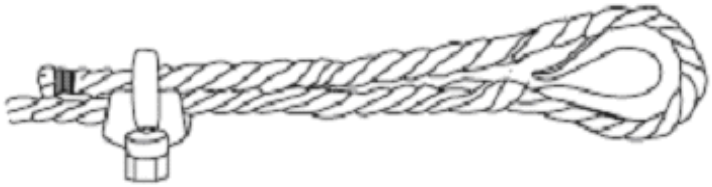
Forma correcta de construcción de un Gaza:



COLOCACIÓN DE GRAPAS EN LAS GAZAS

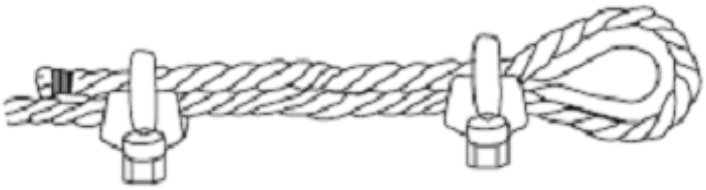
(Método de instalación de las grapas)

PRIMERA OPERACIÓN



APLICACIÓN DE LA PRIMERA GRAPA: Se dejará una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en número y espaciamiento dados por la tabla. Se coloca la primera a una distancia de los extremos del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.

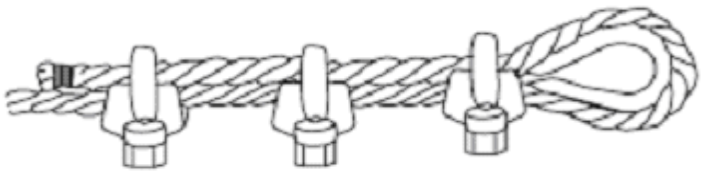
SEGUNDA OPERACIÓN



APLICACIÓN DE LA SEGUNDA GRAPA: Se colocará tan próxima a la gaza como sea posible. La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable.

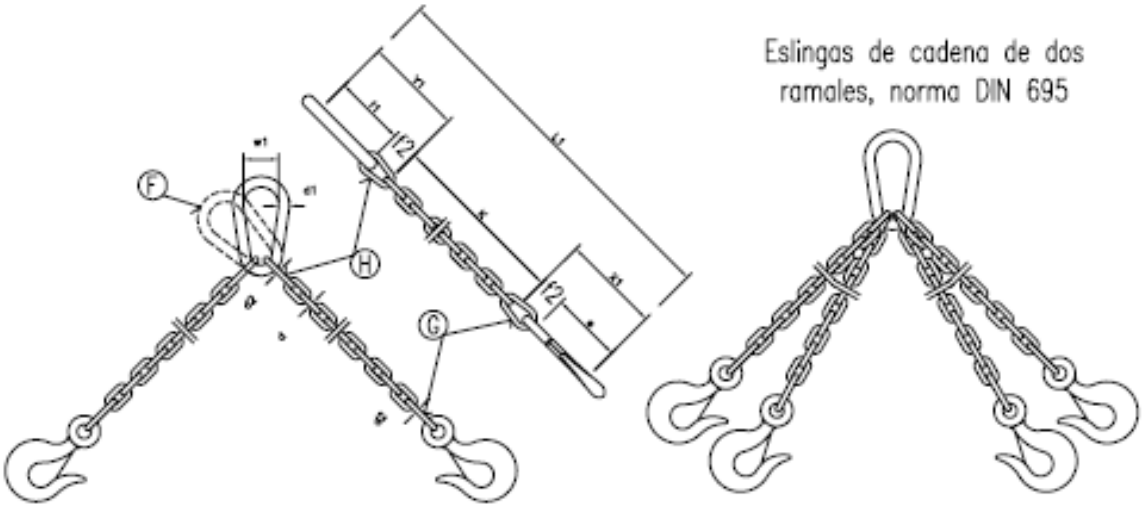
NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO

TERCERA OPERACIÓN



APLICACIÓN DE LAS DEMAS GRAPAS: Se colocarán distanciándolas a partes iguales entre las dos primeras (a distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tensa el cable.

APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.



Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695

CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA UTIL			X_1	Y_1	Longitud de la cadena laminada para K=1000 mm.	ESLABON F			ESLABONES G H		
		∝ = 45°	∝ = 90°	∝ = 120°									
Espesor nominal d mm.	DIN 689 e mm.	Kgs.	Kgs.	Kgs.	mm.	mm.	L_1 mm.	f_1 mm.	d_1 mm.	w_1 mm.	f_2 mm.	f_3 mm.	d_2 mm.
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766.
Estas eslingas se construyen tambien con argolla en lugar de gancho.
Al remolcar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.



GAFAS DE PROTECCIÓN



CASCO DE SEGURIDAD



PANTALLA DE PROTECCIÓN



CALZADO DE SEGURIDAD



GUANTES DE PROTECCION



CHALECO REFLECTANTE

SEÑALES GESTUALES EN MANIPULACÓN MECÁNICA DE CARGAS

SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
Comienzo Atención Toma de mando	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto Interrupción Fin del movimiento	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia delante.	
Fin de las operaciones	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	
Izar	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia delante, describiendo lentamente un circulo.	
Bajar	El brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior describiendo lentamente un circulo.	
Distancia vertical	Las manos indican la distancia.	
Avanzar	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo	
Retroceder	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de las señales	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de las señales	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	

Distancia horizontal	Las manos indican la distancia	
Peligro: Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia delante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Transformadora

SET Burguillos 33/220 kV

Término Municipal: Burguillos

Provincia: Sevilla

Comunidad Autónoma: Andalucía

6 – RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Ric Energy

INCOMA INGENIERÍA-ARQUITECTURA

ÍNDICE

1 DENOMINACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 2

1.1 Denominación 2

1.2 Emplazamiento 2

2 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA SUBESTACIÓN 3

ANEJO – REFERENCIAS CATASTRALES 4

1 DENOMINACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

1.1 Denominación

La instalación se va a designar e identificar como "**Subestación Transformadora SET Burguillos 33/220 kV".**

1.2 Emplazamiento

La Subestación Eléctrica SET Burguillos 33/220 kV, se encuentra ubicada en el municipio de Burguillos (Sevilla), Andalucía.

En la siguiente tabla, se muestran los datos de catastro de la parcela donde se ubica la subestación:

Ref. Catastral	Polígono	Parcela	Municipio	Provincia
41019A001000330000PQ	1	33	Burguillos	Sevilla

Tabla. Referencia Catastral de la Subestación Elevadora

Las coordenadas UTM de los vértices de la subestación se indican en la siguiente tabla:

ETRS 89, HUSO 29S		
Vértices	**X**	**Y**
SET-01	765.493,30	4.165.646,33
SET-02	765.581,30	4.165.646,33
SET-03	765.581,30	4.165.583,33
SET-04	765.493,30	4.165.583,33

Tabla. Coordenadas UTM de los vértices de la Subestación

La Subestación se encuentra íntegramente en terrenos de titularidad privada.

Su planta será de forma rectangular, con unas dimensiones de 5.544,00 m^2, de acuerdo a la disposición de equipos en planta que acompaña dicha memoria descriptiva.

2 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA SUBESTACIÓN

Por los terrenos previstos para la construcción de la Subestación SET Burguillos 33/220 kV, encontramos las siguientes afecciones:

- Caminos y Linderos. Se ha respetado una distancia de afección de 15 metros para la separación a linderos y para los caminos existentes, se ha respetado una distancia de afección de 8+8 metros.
- Vías pecuarias. La ubicación de la subestación afecta a la Colada de las Estacadas, respetando una distancia de afección de 8 + 20 +8 metros.

El acceso a la subestación se realizará por el camino público Camino de Castilloblanco de los Arroyos (referencia catastral 41019A001090060000PX), desde el que se construirá un vial de acceso de 4 metros de anchura.

La construcción de la nueva subestación SET Burguillos 33/220 kV supone la afección de las siguientes parcelas catastrales que se muestran en la siguiente tabla:

N	Referencia catastral	Polí-gono	Par-cela	Término Municipal	Pro-vincia	Superficie Ocupada	
						Superficie Subestación	Camino Acceso
						m²	m²
1	**41019A001000330000PQ**	1	33	Burguillos	Sevilla	5.544,00	1.069,05

Tabla. Superficie Ocupada de las parcelas de subestación y camino de acceso

El camino de acceso se proyectará considerando las siguientes características:

- Anchura del camino de 4 metros.
- El paquete de firma será de 25 cm de suelo seleccionado y 25 cm de zahorra artificial.
- Para el diseño del trazado en planta se deberá considerar unos radios de curvatura de 15 metros y unos sobreanchos en el interior de dichas curvas de 3 metros con una transición de 10 metros, con el objetivo de facilitar la maniobrabilidad de los camiones.

Este camino de acceso y las afecciones a las parcelas, anteriormente mencionadas, pueden visualizarse en el plano de emplazamiento con ortofoto que acompaña a esta memoria descriptiva.

En Sevilla, Noviembre de 2021.

Fdo.: Francisco Ríos Pizarro

C.O.I.I.A.Occ: 2.322

ANEJO – REFERENCIAS CATASTRALES

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE HACIENDA | SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA | DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 41019A001000330000PQ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

Suelo Polígono 1 Parcela 33

LOS BODEGONES. BURGUILLOS [SEVILLA]

Clase: RÚSTICO

Uso principal: Agrario

Superficie construida: 1.194 m2

Año construcción: 1904

Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m²
AGRARIO	1/00/04	68
AGRARIO	1/00/05	1.090
AGRARIO	1/00/06	36

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
a	MB Monte bajo	00	5.127
b	FE Encinar	00	37.979
c	NR Agrios regadío	00	92.328
d	NR Agrios regadío	00	33.945
f	I- Improductivo	00	23
g	FR Frutales regadío	00	97.197
h	I- Improductivo	00	41
i	I- Improductivo	00	62
j	E- Pastos	01	3.671
k	E- Pastos	01	7.825
l	NR Agrios regadío	00	74.720
m	E- Pastos	01	11.222
n	E- Pastos	02	46.356
n	FE Encinar	00	46.351

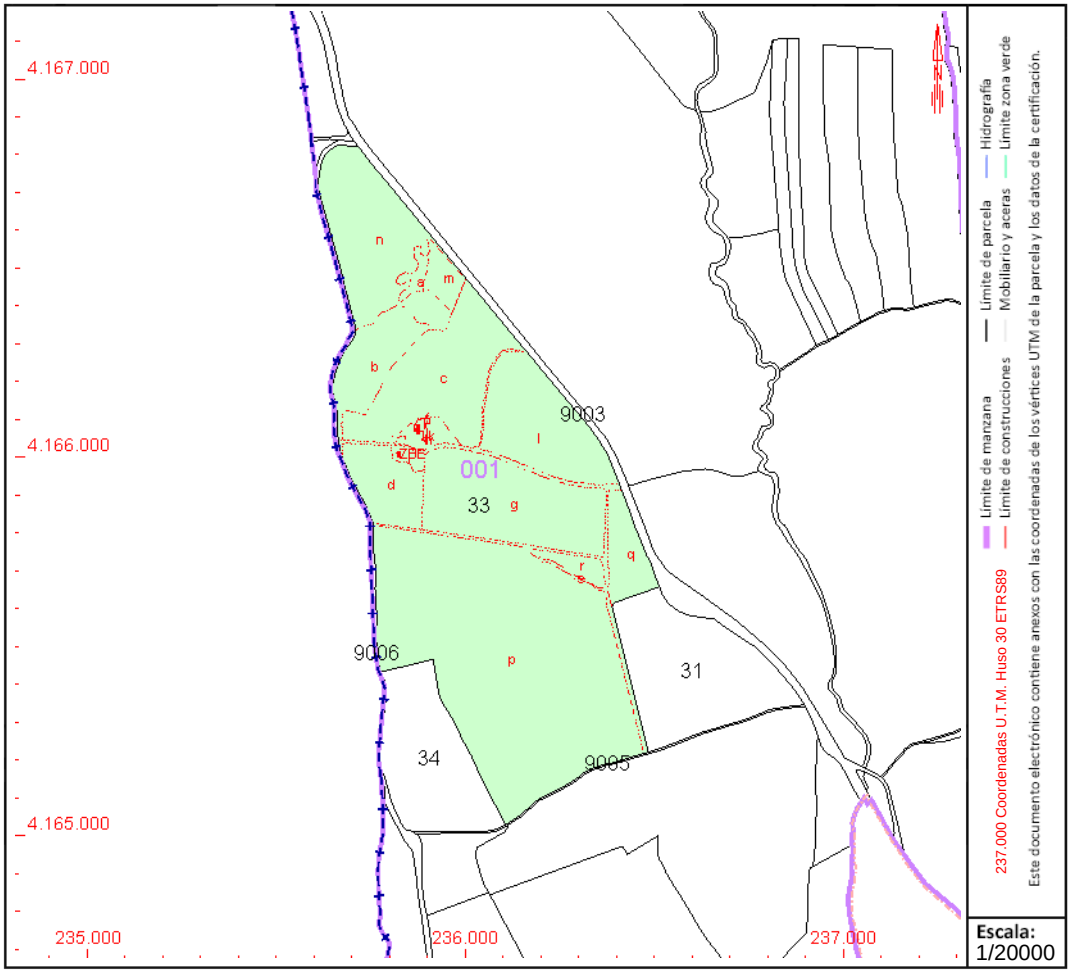
Continúa en páginas siguientes

PARCELA

Superficie gráfica: 854.847 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

Tipo: Parcela, a efectos catastrales, con inmuebles de distinta clase [urbano y rústico]



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Miércoles , 2 de Junio de 2021

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 41019A001000330000PQ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE (CONTINUACIÓN)

Cultivo (Continuación)

Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	IP	Superficie m²	Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	IP	Superficie m²
p	C- Labor o Labradío secano	01	341.505	q	C- Labor o Labradío secano	02	24917
r	C- Labor o Labradío secano	01	8.208	s	I- Improductivo	00	22104