

Proyecto Técnico Administrativo

Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy



Jimena de la Frontera, Cádiz

Titular: Tayan Investment 13, S.L.

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.00	Revisión: 00
	Índice de proyecto	

Índice de proyecto

Documento 1. Memoria descriptiva

Documento 2. Memoria de cálculo

Documento 3. Pliego de condiciones

Documento 4. Estudio de seguridad y salud

Documento 5. Gestión de residuos

Documento 6. Presupuesto

Documento 7. Planos

Documento 1

Memoria descriptiva

Índice general

1. Antecedentes	5
2. Objeto y alcance	7
3. Normativa aplicable	9
4. Valoración de trámite ambiental.....	14
5. Disposición general y descripción de las instalaciones.....	15
5.1 Emplazamiento	15
5.1.1 Coordenadas	15
5.1.2 Relación de bienes y derechos afectados	15
5.2 Descripción de la instalación	15
5.2.1 Zona de Media Tensión 30 kV	15
5.2.2 Parque Intemperie de Alta Tensión 132 kV	19
5.2.3 Sala de control y Baja Tensión	20
6. Parámetros básicos de diseño	22
7. Niveles de aislamiento y distancias de seguridad.....	23
7.1 Niveles de aislamiento nominales	23
7.2 Distancias horizontales.....	23
7.3 Distancias verticales	24
8. Descripción de las instalaciones y equipos.....	25
8.1 Sistema de 30 kV	25
8.1.1 Características eléctricas.....	25
8.1.2 Aparamenta de 30 kV	25
8.1.3 Celdas de Media Tensión de 30 kV.....	26
8.1.4 Transformadores de Tensión Inductivos 30 kV	31
8.1.5 Transformadores de intensidad de 30 kV.....	32
8.1.6 Conductores aislados MT 30 kV	34
8.1.7 Aisladores de apoyo de 30 kV	36
8.2 Sistema 132 kV.....	37
8.2.1 Características eléctricas.....	37
8.2.2 Aparamenta de 132 kV	37
8.2.3 Transformador de Potencia	38
8.2.4 Interruptores 132 kV	52
8.2.5 Seccionadores de 132 kV	53
8.2.6 Transformadores de Tensión inductivos 132 kV	54

8.2.7	Transformadores de Intensidad 132 kV	56
8.2.8	Pararrayos autovalvulares 132 kV	57
8.2.9	Conductores 132 kV	58
8.2.10	Aisladores de apoyo 132 kV	59
8.3	Servicios auxiliares.....	60
8.3.1	Transformador de servicios auxiliares.....	61
8.3.2	Grupo Electrónico.....	63
8.3.3	Armario general de corriente alterna	65
8.3.4	Cuadros de distribución	65
8.3.5	Instalación de alumbrado	65
8.3.6	Sistema de 125 Vcc y armario de baterías.....	66
8.3.7	Sistema de 48 Vcc.....	69
8.4	Sistema de Puesta a Tierra.....	69
8.4.1	Puesta a tierra inferior	70
8.4.2	Puesta a tierra superior.....	71
8.5	Sistema de protecciones.....	71
8.5.1	Protecciones en 132 kV.....	76
8.5.2	Protecciones de 30 kV.....	84
8.6	Equipos de Medida Fiscal	85
8.7	Sistema de Control	85
8.8	Sistema de Comunicaciones.....	88
8.9	Sistema de Seguridad.....	88
8.10	Protección contra incendios.....	89
8.10.1	Detección de incendios	89
8.10.2	Extinción de incendios.....	90
8.11	Obra Civil	90
8.12	Movimiento de tierras	91
8.12.1	Protección de la plataforma frente a escorrentías.....	92
8.12.2	Muros de escollera u hormigón armado	93
8.12.3	Cierre perimetral de la subestación.....	93
8.12.4	Cimentaciones	94
8.12.5	Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite	94
8.12.6	Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales	95
8.12.7	Edificio.....	95
9.	Plazo de ejecución de las obras	97

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 4 de 98	

10. Resumen del presupuesto.....98

1. Antecedentes

De acuerdo a lo dispuesto en el R.D. 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, se solicitó el punto de acceso a REE en el nudo Pinar del Rey para 4 (cuatro) plantas fotovoltaicas Tan Energy 1, Tan Energy 2, Tan Energy 3 y Tan Energy 4, debido al volumen de generación conectada e informada en el nudo de afección más cercano.

Un sistema fotovoltaico de conexión a red es aquel que aprovecha la energía del sol para transformarla en energía eléctrica que cede a la red de distribución o de transporte para ser consumida por cualquier usuario conectado a ella. Como consecuencia del desarrollo y expansión que han experimentado este tipo de instalaciones, surge la necesidad de construir una Subestación Eléctrica de evacuación y de desarrollar una ingeniería específica para llevar a cabo la evacuación de la energía de las instalaciones de generación sitas en la zona contemplada en el presente proyecto.

El presente Proyecto de Subestación Eléctrica forma parte de un proyecto global de evacuación hacia la red de transporte de la energía producida por un conjunto de instalaciones fotovoltaicas detalladas a continuación:

IGREs	P. Inst. / P. Nom. (MW)	Municipio	Provincia	Productor
FV Tan Energy 1	49,8 / 43,35	Jimena de la Frontera	Cádiz	Tayan Investment 12, S.L.
FV Tan Energy 2	49,8 / 43,35	Jimena de la Frontera	Cádiz	Tayan Investment 13, S.L.
FV Tan Energy 3	49,8 / 43,35	Jimena de la Frontera	Cádiz	Tayan Investment 14, S.L.
FV Tan Energy 4	49,8 / 43,35	Jimena de la Frontera	Cádiz	Tayan Investment 15, S.L.
Total	199,20 / 173,4			

Tabla 1. Plantas Fotovoltaicas con Evacuación en Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy.

Con fecha 02 de Julio de 2020 se recibió por parte de REE documento Informe Viabilidad de Acceso (IVA) con código de proceso "RCR_2182_20", en el cual se daba conformidad y viabilidad a la conexión de las infraestructuras de generación fotovoltaicos en el Nudo de la SE de REE Pinar del Rey 400 kV.

Para dar respuesta a dicha carta de punto de conexión, así como para la obtención de las preceptivas autorizaciones, en particular, la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 6 de 98	

Construcción, se redacta el presente proyecto técnico administrativo de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy.

El titular de la instalación es:

- Nombre del titular: Tayan Investment 13, S.L.
- NIF/CIF: B-88454384.
- Dirección del titular: C/ Diego de León, 47 - 28006 Madrid.
- Persona de contacto: Arantxa Pérez.
- Teléfono de contacto: +34 682 645 710
- Email de contacto: aperez@tayanenergy.com

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 7 de 98	

2. Objeto y alcance

El objeto del presente documento es presentar el Proyecto Solar denominado **“Proyecto Técnico Administrativo Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy”**, situada en el término municipal de Jimena de la Frontera, en la provincia de Cádiz.

El presente documento servirá para Obtener la Autorización Administrativa Previa (AAP) y Autorización Ambiental Unificada (AAU) conforme al R.D. 1955/2000 del 1 de diciembre, de parte de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, según marca en su apartado 2.3 la Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

En este proyecto técnico administrativo se especifican las condiciones técnicas de ejecución de la Subestación 132/30 kV Tan Energy, donde evacuarán las instalaciones fotovoltaicas de las cuatro plantas fotovoltaicas (Tan Energy 1, Tan Energy 2, Tan Energy 3 y Tan Energy 4) que se desarrollarán en las inmediaciones para poder realizar la evacuación de energía a la red generada en dichas plantas.

Dicha subestación transformará la energía procedente de las cuatro plantas fotovoltaicas en 30 kV desde los centros de transformación/seccionamiento de los correspondientes Parques Solares descritos anteriormente mediante sendas Líneas subterráneas de Media Tensión (30 kV). Estas líneas tendrán capacidad para evacuar a la red la energía generada de 43,35 MWn por cada una de las plantas fotovoltaicas (Tan Energy 1, Tan Energy 2, Tan Energy 3 y Tan Energy 4) respectivamente.

La subestación Colectora 132/30kV Tan Energy conectará con la nueva subestación elevadora de evacuación 132/400 KV Colectora promotores Pinar del Rey. Esta conexión a se realizará a través de una línea AT de 132 kV, de una longitud aproximada de 25.760 m. Esta línea será mixta aérea-subterránea y estará constituida en su recorrido de los siguientes tramos: Un primer tramo aéreo de una longitud de 8.700 m aproximadamente; un segundo tramo subterráneo de unos 3.050 m (compartido con el promotor Avalon); un tercer tramo también subterráneo de unos 13.415 m (compartido con el promotor Incemet) y otro último tramo subterráneo de unos 625 m. El recorrido y trazado de esta línea 132 kV, será definido con más detalle en su proyecto técnico administrativo.

Desde esta nueva SET elevadora de evacuación 132/400 KV Colectora promotores Pinar del Rey, se conectará a la Red de Transporte de REE en el nudo 400 kV Pinar del Rey de la Subestación Pinar del Rey de REE, mediante una posición de Línea Tipo L a 400 kV. Tanto esta SET Colectora promotores

Pinar del Rey 132/400 kV como la línea AT 400 kV de conexión con la SET Pinar del Rey de REE, serán motivo de proyectos aparte realizados por otros.

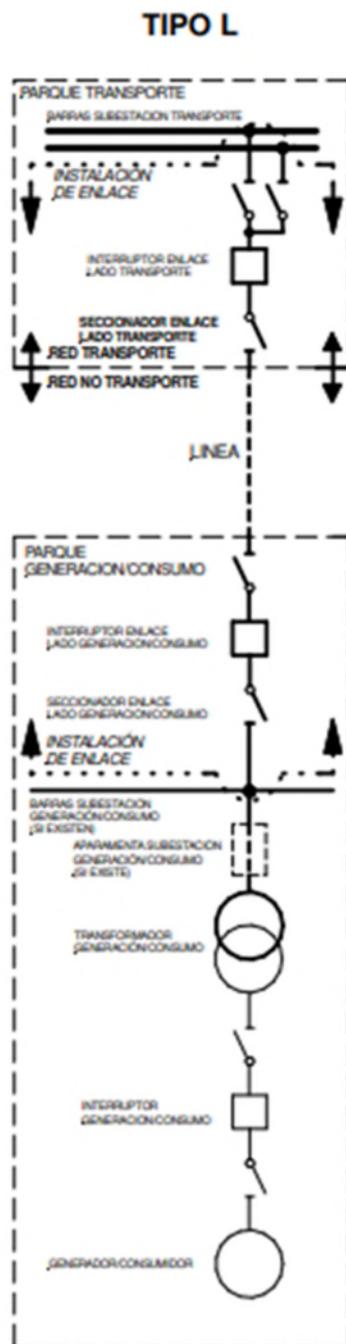


Ilustración 1. Modelo Conexión a la Red de Transporte Tipo L.

3. Normativa aplicable

Para la elaboración del presente proyecto se ha tenido en cuenta toda la normativa y reglamentación aplicable a este tipo de sistemas de aprovechamiento de fuentes de energía de origen renovable, así como la normativa general de aplicación en este tipo de proyectos y todas las actualizaciones que les afecten:

- 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades del transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de energía eléctrica en régimen especial.
- Resolución de 23 de febrero de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- 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.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden ITC/688/2011, de 30 de marzo, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de abril de 2011 y determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Orden ITC/2585/2011, de 29 de septiembre, por la que se revisan los peajes de acceso, se establecen los precios de los peajes de acceso súper valle y se actualizan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial, a partir de 1 de octubre de 2011.

- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-Ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 485/2009, de 3 de abril, por el que se regula la puesta en marcha del suministro de último recurso en el sector de la energía eléctrica.
- Real Decreto-Ley 6/2009, de 30 de abril, donde se establece un registro de pre-asignación de retribución para las instalaciones del régimen especial, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. La inscripción en el Registro de pre-asignación de retribución será condición necesaria para el otorgamiento del derecho al régimen económico establecido en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.
- Real Decreto 1011/2009, de 19 de junio, por el que se regula la Oficina de Cambios de Suministrador. En la citada norma se ha producido una modificación del Real Decreto 1578/2008 que regula la producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica. Según esta modificación, el límite que existía para inscribir proyectos o instalaciones de tipo I (instalaciones sobre tejado), se amplía de los 2 MW fijados hasta 10 MW. Por otra parte, en el citado Real Decreto, se fija como nueva fecha de comienzo de las liquidaciones de prima equivalente de régimen especial por parte de la CNE el día 1 de noviembre de 2009.
- Circular 4/2009, de 9 de julio, de la Comisión Nacional de Energía, que regula la solicitud de información y los procedimientos para implantar el sistema de liquidación de las primas equivalentes, las primas, los incentivos y los complementos a las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto-Ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 á BT 51.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ENDESA Norma NGD00200.DOC: Guía Técnica de Condiciones para conexión a Red de Distribución de Media Tensión de Endesa para productores en Régimen Especial
- Decreto 309/1996, de 1 de septiembre, por el cual se establece el procedimiento administrativo para la autorización de instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial en Catalunya DOGC núm. 2257 de 18/09/1996.
- Decreto 352/2001, de 18 de septiembre, sobre procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.
- Real Decreto 7/198, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Modificado por Real Decreto 154/1955, de 3 de febrero, por el cual se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas, de 31 de mayo de 2001, por la que se determina el modelo de contrato tipo y el modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. BOE núm. 148 de 21/06/01 Anexos: Esquema unifilar, factura modalidad precio fijo, factura modalidad precio valle y punta.
- Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el cual se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Resolución de 27 de septiembre de 2007, de la Secretaría General de Energía, por la cual se establece el término de mantenimiento de la tarifa regulada para la tecnología fotovoltaica, de acuerdo con lo que se establece en el artículo 22 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.
- Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas [Reglamento de Instalaciones FV].
- Corrección de errores de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas (BOJA núm. 80, de 24.11.2007).

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (BOE 6 de noviembre de 1999).
- Código Técnico de Edificación y Documentos Básicos para su cumplimiento
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Recomendaciones UNESA y Normalización Nacional. Normas UNE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (B.O.E. 19.6.84). - Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Guía de aplicación de pararrayos Autoválvulas UNESA.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Normas y recomendaciones de diseño del edificio
- UNE-EN 62271-202, Centros de Transformación prefabricados.
- NBE-X. Normas básicas de la edificación.

- Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:
- CEI 62271-1 y UNE-EN 62271-1. Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X y UNE-EN 61000-4-X. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- CEI 62271-200 y UNE-EN 62271-200. Aparataje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 62271-102 y UNE-EN 62271-102. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- CEI 62271-103 y UNE-EN 62271-103. Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- CEI 62271-100 y UNE-EN 62271-100. Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.
- CEI 60255-X-X y UNE-EN 60255-X-X. Relés eléctricos.
- UNE-EN 60801-2. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 14 de 98	

4. Valoración de trámite ambiental

La ley 7/2007 de 9 de julio y el Decreto de 2010 y 2012 que los desarrolla, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, tiene como objeto el establecer un marco normativo adecuado para el desarrollo de la política ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, a través de instrumentos que garanticen la incorporación de criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones sobre planes, programas y proyectos, la prevención de los impactos ambientales concretos que puedan generar y el establecimiento de mecanismos eficaces de corrección o compensación de sus efectos adversos, para alcanzar un elevado nivel de protección del medio ambiente.

En su Anexo I se incluye el listado de las categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental que se desarrollan en la Ley: Autorización Ambiental Integrada (AAI), Autorización Ambiental Unificada (AAU) y Calificación Ambiental (CA).

La instalación que se define en el presente proyecto consiste en la ejecución de la Subestación 132/30 kV Tan Energy. Este tipo de instalaciones se encuentran incluidas en el mencionado Anexo I de la Ley, por lo que se encuentra sometida a procedimiento ambiental.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 15 de 98	

5. Disposición general y descripción de las instalaciones

La Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy será la encargada de evacuar la energía producida por las cuatro plantas solares hacia la conexión con la RdT en el nudo Pinar del Rey 400 kV de la subestación existente de REE Pinar del Rey.

En ella, se realizará la transformación de la tensión de 30 a 132 kV de las cuatro plantas fotovoltaicas que se relacionan en este proyecto.

5.1 Emplazamiento

5.1.1 Coordenadas

La Subestación se ubicará en el Término Municipal de Jimena de la Frontera (Cádiz).

Las coordenadas UTM de la Subestación colectora 132/30 kV Tan Energy referidas en DATUM WGS84, serán:

- Zona: 30S
- Coordenadas UTM X: 285661,7925 m E.
- Coordenadas UTM Y: 4034039,7090 m N.

5.1.2 Relación de bienes y derechos afectados

La subestación se ubica en las siguientes parcelas:

- Polígono 8, parcela 90 (El Esparragal). Ref. Catastral: 11021A008000900000DB

5.2 Descripción de la instalación

La subestación queda dividida en las siguientes zonas:

5.2.1 Zona de Media Tensión 30 kV

Estará compuesta por una sala de celdas de MT, las cuales realizarán las funciones de acometer los conductores procedentes de cada una de las instalaciones de generadores fotovoltaicos para posteriormente conectarlos en el lado de los primarios de los transformadores 132/30 kV. Cada planta

fotovoltaica tendrá su propia barra de 30 kV que conectará con el transformador ubicado en el parque intemperie.

En cada barra de 30 kV se tendrá al menos, una celda de línea y una celda de acometida de transformador de potencia. Podrá existir también una celda para medida equipada con trafos de tensión.

Asimismo, se ha previsto que en dos de los embarrados de 30 kV (en los Bus FV Tan Energy 1 y Tan Energy 2) se instalará una celda de protección para un transformador de servicios auxiliares.

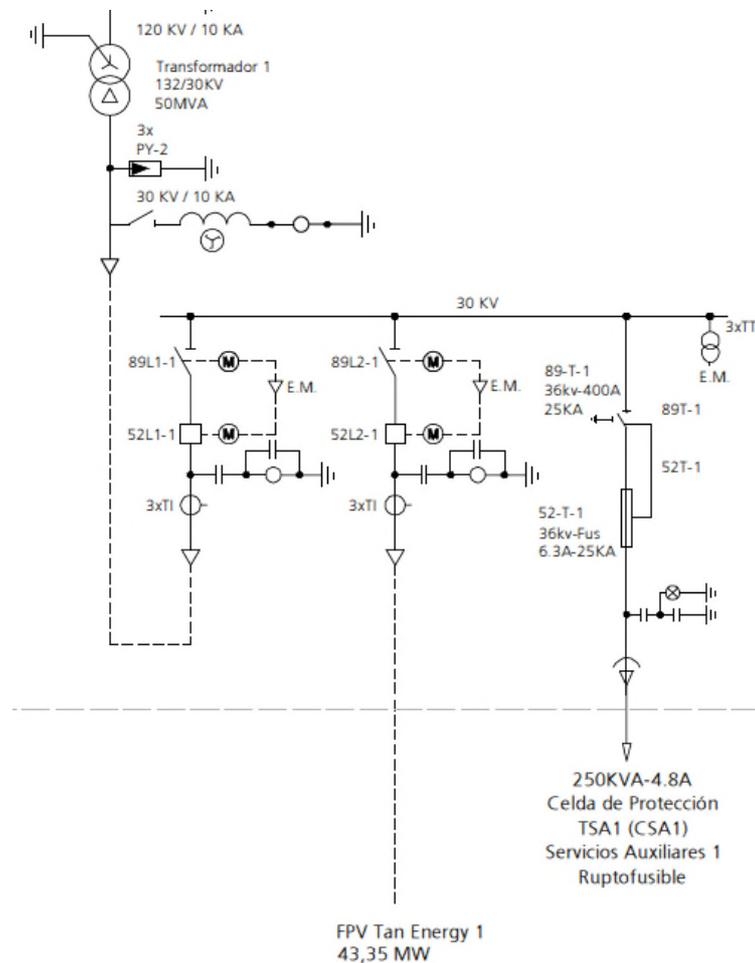


Ilustración 2. Ejemplo de Celdas de MT en el Bus FV Tan Energy 1. (Para TSA)

Dado que la SET Colectora 132/30 kV se encuentra dentro de los terrenos de la PSFV Tan Investment 2, en el Bus de 30 kV correspondiente, se instalarán tres celdas de llegada línea para los 3 circuitos MT de esta planta PSFV Tan Investment 2 y una celda de acometida de transformador de potencia. Existirá también una celda para medida equipada con trafos de tensión.

Además de lo dicho anteriormente, en el embarrado de 30 kV de esta PSFV Tan Energy 2 se instalará una celda de protección para un transformador de servicios auxiliares.

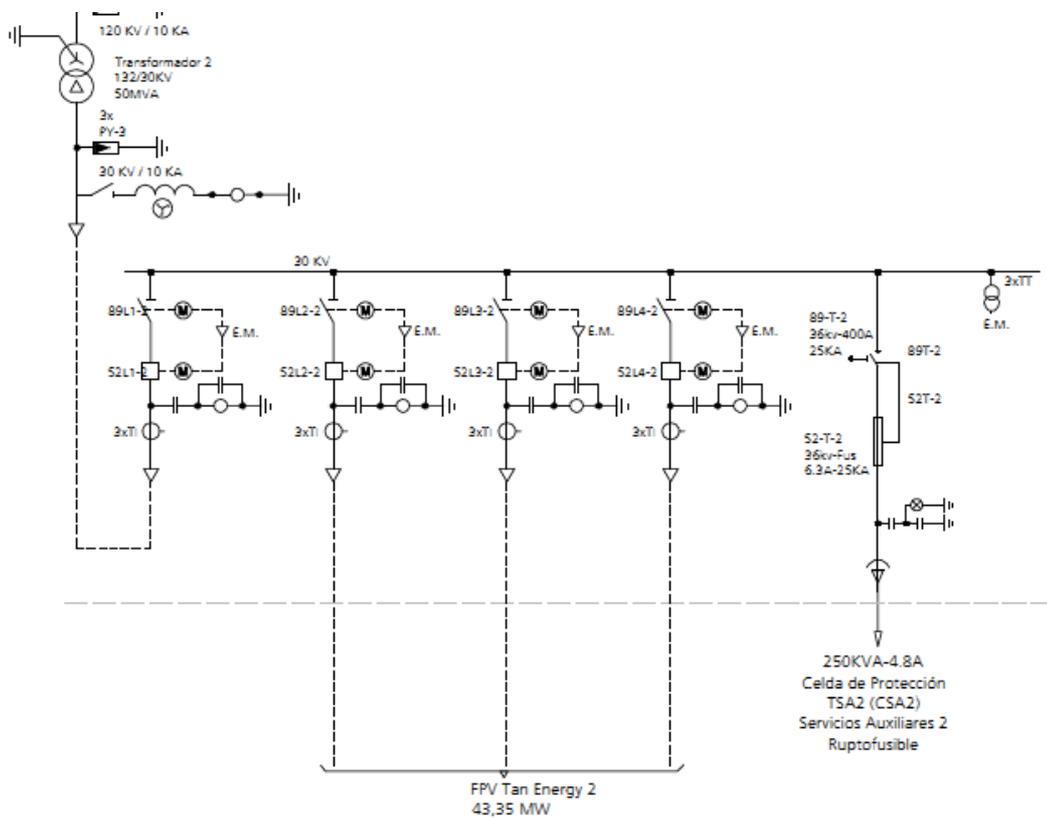


Ilustración 3. Ejemplo de Celdas de MT en el Bus FV Tan Energy 2. (Con TSA)

Las barras de 30 kV correspondientes a las PSFV Tan Energy 3 y 4, se han considerado sin celda protección para transformador de servicios auxiliares.

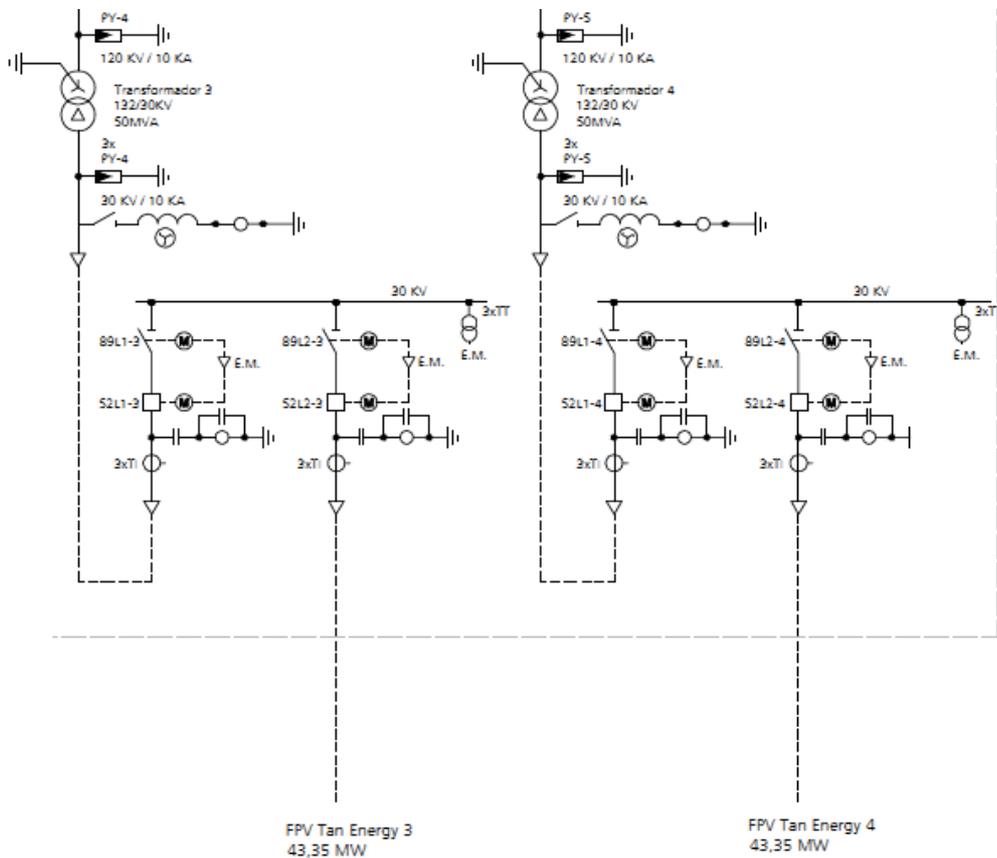


Ilustración 4. Ejemplo de Celdas de MT en el Bus FV Tan Energy 3 y Tan Energy 4. (Sin TSA)

Cada grupo de celdas de Media Tensión deberá estar dotado de los siguientes equipos según el tipo de celda:

- Celda de Línea:
 - Un (1) Seccionador tripolar de 3 posiciones con P.A.T.
 - Un (1) Interruptor automático de 36 kV.
 - Tres (3) Transformadores de intensidad.
- Celda de Acometida a Transformador de Potencia:
 - Un (1) Seccionador tripolar de 3 posiciones con P.A.T.
 - Un (1) Interruptor automático de 36 kV.
 - Tres (3) Transformadores de intensidad.
- Celda de Medida:
 - Tres (3) Transformadores de Tensión inductivos.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 19 de 98	

Además, como se ha comentado anteriormente, se tendrán dos celdas de alimentación a los Transformadores de SSAA, donde cada celda estará dotada de:

- Celda de Alimentación a Transformador de SSAA:
 - Un (1) interruptor seccionador con P.A.T. o ruptofusible.
 - Tres (3) fusibles de MT enclavados con el interruptor seccionador.

Estas Celdas alimentarán a dos (2) Transformadores de SSAA 30/0,4 kV – 250 kVA de tipo seco

La sala de celdas deberá de estar dotada con panoplia de maniobra y seguridad con los elementos:

- Pértigas de AT (pértiga de maniobra, de salvamento, telescópica).
- Banqueta aislante de MT $V_n > 36$ kV.
- Detectores de tensión 30 kV y 132 kV.
- Guantes aislantes 30 kV Clase II.
- Juego de tierras portátiles.

5.2.2 Parque Intemperie de Alta Tensión 132 kV

El parque de 132 kV de la SE será de tipo AIS y estará formado por cuatro posiciones de transformador y una posición de línea:

- Una (1) posición de línea 132 kV para la conexión con la SET elevadora de evacuación Colectora promotores Pinar del Rey 132/400 kV.
- Cuatro (4) posiciones de transformador 132/30 kV de 50 MVA.

Posiciones de Transformador de 132/30 kV, 50 MVA

Hay cuatro posiciones en total, cada una de las cuales dispondrá de:

- Un (1) Transformador de Potencia $132 \pm 10 \times 1,5\%$ / 30 kV, 50 MVA, YNd11, ONAN.
- Tres (3) Pararrayos Autovalvulares, 120 kV, 10 kA, dotados de contador de descarga.
- Tres (3) Transformadores de Intensidad 145 kV.
- Un (1) Interruptor Automático tripolar 145 kV, 2.000 A.
- Un (1) Seccionador tripolar 145 kV, 2.000 A de conexión a barras.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 20 de 98	

Posición de Salida de Línea 132 kV

La posición de salida de línea de evacuación hacia la SET elevadora de evacuación Colectora promotores Pinar del Rey 132/400 kV., dispondrá de:

- Tres (3) Transformadores de Intensidad 145 kV.
- Un (1) Interruptor Automático tripolar 145 kV, 2.000 A.
- Un (1) Seccionador tripolar 145 kV, 2.000 A dotado de puesta a tierra.
- Un (1) Seccionador tripolar 145 kV, 2.000 A.
- Tres (3) Transformadores de Tensión Inductivos 145 kV.
- Tres (3) Pararrayos Autovalvulares, 120 kV, 10 kA, dotados de contador de descarga.

A su vez, y para el sistema de protecciones de las posiciones de transformador, así como para los equipos de tarificación, se instalarán en las barras de 132 kV tres (3) transformadores de tensión inductivos 145 kV.

5.2.3 Sala de control y Baja Tensión

Se ubicará en una sala aparte a la de MT, contigua a esta, los siguientes armarios:

- Armarios de Protecciones UCP
 - 1 posiciones de línea
 - 4 posiciones de transformador
- Armario de servicios auxiliares (SSAA).
- Armarios de medida, uno por cada planta conectada a la subestación y otro para la posición de línea, con 2 contadores en cada uno de ellos: principal y redundante.
- Armarios de rectificadores de CC 125 Vcc. Se instalarán dos armarios en paralelo.
- Convertidor 48 Vcc para comunicaciones. Se proyectan 2 unidades.
- Armario con UCS y SCADA SET.
- Armario de alumbrado.

Las futuras obras e instalaciones contemplarán:

- Obra Civil:
 - Movimientos de tierra.
 - Urbanización.

- Cierre perimetral.
- Accesos y caminos interiores.
- Canalizaciones para cables.
- Fundaciones.
- Ingeniería Electromecánica:
 - Estructuras de Pórtico de línea.
 - Estructura de Equipos Principales.
- Ingeniería Eléctrica:
 - Conductores principales de 132 kV.
 - Distancias Eléctricas.
 - Red de puesta a tierra principal.
 - Red de tierra aérea.
- Servicios Auxiliares necesarios:
 - Niveles de tensión.
 - Equipos Principales.
- Edificios Civiles y Salas Eléctricas.
- Ingeniería de Control.
- Ingeniería de Protección:
 - Identificación.
 - Medición.
- Ingeniería de Comunicaciones y SCADA.

6. Parámetros básicos de diseño

La instalación proyectada se ubicará en el término municipal de Jimena de la Frontera (Cádiz), a una altura aproximada de 92 m.s.n.m. Las características ambientales del emplazamiento serán:

- Temperaturas extremas +45/-20°C
- Contaminación ambiental Baja
- Nivel de niebla Medio

Atendiendo a las características ambientales del emplazamiento se realizará la instalación con tecnología convencional con aislamiento al aire (AIS). Además, teniendo en cuenta el nivel de tensión de la instalación objeto del presente proyecto (132 kV), se considera del Grupo B, según 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, aprobado por Real Decreto 337/2014. De este modo, los niveles de aislamiento a soportar por la aparataje son los siguientes como mínimo:

Nivel de Tensión del parque	132 kV	30 kV
Tensión nominal	132 kV _{ef}	30 kV _{ef}
Tensión más elevada para el material	145 kV _{ef}	36 kV _{ef}
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	275 kV _{ef}	70 kV _{ef}
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	650 kV _{cr}	170kV _{cr}
Conexión del neutro	Rígido a tierra	Neutro artificial a través de reactancia
Intensidad nominal de la aparataje	2.000 A	1.250 A
Intensidad nominal posición de línea	251 A	N.A.
Intensidad nominal posición de transformador	125 A 126 A	934 A 915 A
Intensidad de corta duración	40 kA	25 kA
Duración del defecto trifásico	0,5s	0,5 s

Tabla 2. Parámetros básicos de diseño.

7. Niveles de aislamiento y distancias de seguridad

7.1 Niveles de aislamiento nominales

Como se indica anteriormente, la subestación se considera perteneciente al Grupo B, definido en la ITC-RAT 12 para instalaciones con tensión más elevada del material mayor de 36 kV y menor o igual a 145 kV. Las distancias mínimas de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases se establece, para una tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo de 650 kV, en 210 cm.

Distancias mínimas según el RAT	132 kV	30 kV
Distancia fase-tierra y fase-fase	130 cm	32 cm
Altura mínima sobre los pasillos de elementos en tensión no protegidos	460 cm	282 cm
Distancia en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación	280 cm	182 cm
Distancia en pasillos de servicios y zona de protección		
Anchura de los pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado	100 cm	100 cm
Anchura de los pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados	120 cm	120 cm
Anchura de los pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado	80 cm	80 cm
Anchura de los pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados	100 cm	100 cm

Tabla 3. Distancias mínimas.

7.2 Distancias horizontales

Las anchuras mínimas de los pasillos de maniobra con elementos de alta tensión a un único lado tendrán una dimensión mínima de 100 cm, incrementándose a un mínimo de 120 cm en el caso de elementos de alta tensión a ambos lados.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 24 de 98	

La anchura mínima de los pasillos de inspección con elementos de alta tensión a un único lado tendrá una dimensión mínima de 80 cm, incrementándose a un mínimo de 100 cm en caso de elementos en alta tensión en ambos lados.

Se establecen las siguientes distancias entre ejes de aparellaje y anchura de calle.

- Distancia entre ejes de aparellaje 3.000 mm
- Anchura de calle 12.000 mm

7.3 Distancias verticales

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos se ubicarán a una altura mínima respecto al suelo de 400 cm.

Se asegurará, que en los pasos de conductores desnudos o cualquier otro elemento no protegido sobre los viales de la subestación, se mantendrá una distancia mínima de 210 cm entre el elemento en tensión y el punto más alto del aparato o maquinaria que haga uso del vial. Este cumplimiento se asegurará colocando una señalización de gálibo en el acceso a vehículos al parque de intemperie.

En las zonas accesibles del parque de intemperie, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores, estará situado a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm.

La altura de embarrados de interconexión se establece en 700 cm.

Todas las distancias anteriores son superiores a las exigidas por la normativa de referencia (ITC-RAT 15).

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 25 de 98	

8. Descripción de las instalaciones y equipos

8.1 Sistema de 30 kV

8.1.1 Características eléctricas

El sistema de 30 kV, desde el punto de vista eléctrico, posee las siguientes magnitudes fundamentales:

- Tensión nominal: 30 kV eficaces.
- Frecuencia nominal: 50 Hz.
- Régimen de neutro: neutro artificial a través de reactancia.
- Distancia mínima de fuga: 31 mm/kV
- Intensidad nominal barras: 1600 A
- Intensidad máxima de defecto trifásico: 25 kA.
- Duración del defecto trifásico: 1 s.
- Tensión de servicios auxiliares CA: 400/230 V.
- Tensión de servicios auxiliares CC: 125 V.
- Tensión de servicios auxiliares de comunicaciones: 48 V

En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, de acuerdo con CEI79, UNE 21.062.80 y Real Decreto 337/2014, al menos el siguiente:

- Tensión nominal más elevada para el material (U_m): 36 kV eficaces.
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 170 kV Cr.

Para referir a tierra el sistema de 30 kV y dotar a las protecciones de una misma referencia de tensión para detectar faltas a tierra y disponer de un neutro a tierra artificial, se instalarán por cada transformador de potencia una reactancia trifásica de 300A/10".

8.1.2 Aparamenta de 30 kV

El sistema de 30 kV está compuesto por las celdas de Media Tensión y cuatro posiciones de transformador en el parque intemperie, donde se dispondrá por cada posición de transformador de la siguiente aparamenta:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 26 de 98	

- Tres (3) Autoválvulas de 30 kV / 10 kA.
- Tres (3) Aisladores apoyo de 36 kV, C6-170
- Un (1) Seccionador tripolar 36 kV con mando manual.
- Una (1) Reactancia trifásica Zn.
- Un (1) Transformador Toroidal para detección de corrientes de defecto en MT

8.1.3 Celdas de Media Tensión de 30 kV

Como se ha descrito previamente, se instalarán celdas o cabinas de 36 kV, que realizarán la función de conectar con la parte del primario del transformador para que éste eleve la tensión de 30 a 132 kV.

Cada planta fotovoltaica previamente mencionada formará una barra independiente, formada por el siguiente conjunto de celdas:

- Bus 1 – FV Tan Energy 1 (Tayan Investment 12 S.L.):
 - Una (1) celda de Línea de acometida desde PSFV.
 - Una (1) celda de Acometida a Transformador de Potencia.
 - Una (1) celda de Medida.
 - Una (1) celda Alimentación a transformador de SSAA.
- Bus 2 – FV Tan Energy 2 (Tayan Investment 13 S.L.):
 - Tres (3) celdas de Línea de acometida desde PSFV.
 - Una (1) celda de Acometida a Transformador de Potencia.
 - Una (1) celda de Medida.
 - Una (1) celda Alimentación a transformador de SSAA.
- Bus 3 – FV Tan Energy 3 (Tayan Investment 14 S.L.):
 - Una (1) celda de Línea de acometida desde PSFV.
 - Una (1) celda de Acometida a Transformador de Potencia.
 - Una (1) celda de Medida.
- Bus 4 – FV Tan Energy 4 (Tayan Investment 15 S.L.):
 - Una (1) celda de Línea de acometida desde PSFV.
 - Una (1) celda de Acometida a Transformador de Potencia.
 - Una (1) celda de Medida.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 27 de 98	

Serán celdas del tipo blindadas aisladas en gas SF6. El modelo escogido es CBGS-2 del fabricante MESA o similar, debido a la larga y reconocida trayectoria en el sector eléctrico. Estas celdas tendrán las siguientes funciones:

- Celda de línea: Conectarán los cables procedentes de las instalaciones generadoras con el embarrado de 30 kV.
- Celda de trafo: Conectarán el embarrado de MT con el primario del transformador de potencia.
- Celda de SSAA: Conectarán el transformador SSAA 30/0,4 kV, desde el que se alimentará el cuadro de SSAA que alimenta a la propia instalación. Existirán dos celdas de este tipo que poseen enclavamiento mecánico para impedir el cierre de ambas de manera simultánea, ya que cortocircuitarían la parte de AT del transformador.

El aparellaje con el que irá dotado, como mínimo, cada celda, será el siguiente:

- Celda de Línea:
 - Un (1) Seccionador tripolar de 3 posiciones con P.A.T.
 - Un (1) Interruptor automático de 36 kV.
 - Tres (3) Transformadores de intensidad.
- Celda de Acometida a Transformador de Potencia:
 - Un (1) Seccionador tripolar de 3 posiciones con P.A.T.
 - Un (1) Interruptor automático de 36 kV.
 - Tres (3) Transformadores de intensidad.
- Celda de Medida:
 - Tres (3) Transformadores de Tensión inductivos.
- Celda de Alimentación a Transformador de SSAA:
 - Un (1) interruptor seccionador con P.A.T. o ruptofusible
 - Tres (3) fusibles de MT enclavados con el interruptor seccionador.

A continuación, se describen las partes principales de las celdas de 36 kV.



Ilustración 5. Celda de MT MESA CBGS-2.

La conexión entre celdas, unidades funcionales, se realizará por medio del embarrado superior con aislamiento sólido apantallado, el cual se encuentra fuera de la cuba de gas aislante SF6. Además, cada celda estará compuesta exteriormente por un conjunto de paneles de chapa y bastidor metálico, para su puesta a tierra general.

Como puede observarse en la imagen, en la parte inferior se encuentra el cajón de BT, donde se pueden encontrar los relés y elementos de protección y control de la cabina.

Tras este, se ubicará el embarrado principal, que utilizará aislamiento sólido y apantallado puesto a tierra, se encuentra fuera del compartimento de SF6, y conectará con este mediante conexiones en "T". En esta posición se instalará un juego de transformadores de tensión e intensidad por cada barra. Elementos de medición que serán descritos posteriormente en el punto 8.1.4 del presente documento.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 29 de 98	

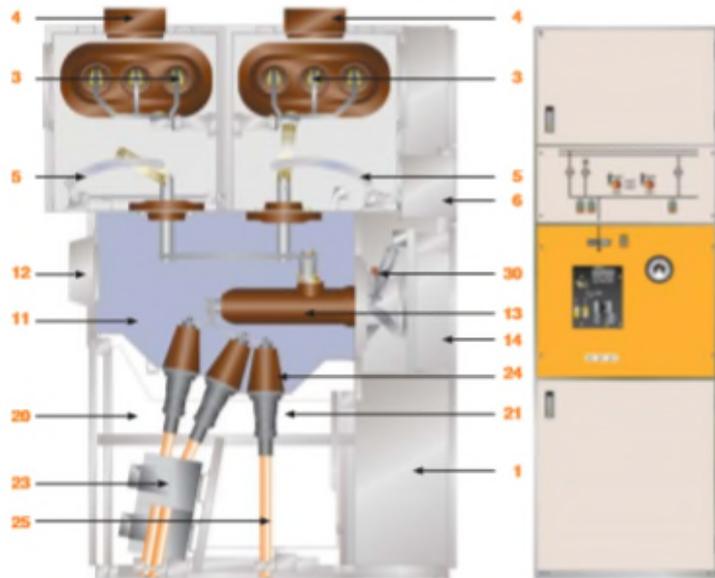
El compartimento de SF6 es el más importante de la celda, ya que es la zona en la que se realiza el cierre o apertura del circuito en MT aguas debajo de la barra. Constará de los siguientes elementos de corte/aislamiento:

- Seccionador de tres posiciones
 - Abierto
 - Cerrado a barra
 - Cerrado a puesta a tierra
- Interruptor automático

En la zona frontal se tendrá la interfaz de maniobra de la cabina, donde se realizarán las maniobras de apertura y cierre de seccionadores e interruptores. Por medidas de seguridad, el seccionador no se podrá maniobrar de manera remota.

En la parte inferior estará situada la conexión de cables, con acceso de la zona frontal. De manera opcional se les podrá colocar transformadores toroidales de intensidad sobre los mismos pasatapas, para obtener una lectura independiente de esa línea.

- 1 Cajón de Baja Tensión
- 2 Relés de protección y control tipo Sepam o similar (opcional)
- 3 Embarrado general en cuba metálica de acero inoxidable de 3 mm de grosor con los pasatapas tripolares adecuados
- 4 Clapetas de expulsión de gases SF6
- 5 Seccionador de dos o tres posiciones (seccionador y seccionador de P. a T.)
- 6 Mando del seccionador
- 7 Accesos para la palanca de accionamiento al mando de los seccionadores
- 8 Pulsadores mando eléctrico del seccionador (opcional)
- 9 Indicadores seccionador; abierto/cerrado
- 10 Indicador P. a T.: abierto/cerrado
- 11 Cuba metálica (3 mm. Inox.) sellada de por vida
- 12 Clapeta expulsión de gases SF6
- 13 Interruptor automático
- 14 Mando del interruptor automático
- 15 Acceso para la palanca de carga manual de muelles
- 16 Pulsador de apertura/cierre
- 17 Pulsador mecánico de apertura de emergencia
- 18 Indicador de estado (abierto/cerrado)
- 19 Contador de maniobras
- 20 Compartimiento cables de potencia
- 21 Conectores de cables de potencia (opcional) (más información en Pag. 21)
- 22 Cerradura de bloqueo P. a T. cables de potencia (opcional)
- 23 Transformadores de intensidad (opcional)
- 24 Zócalo para transformadores de tensión, auto-válvula, etc. (opcional)
- 25 Cable de conexión de MT para los transformadores de tensión (opcional)
- 26 Indicadores capacitivos de presencia de tensión en cada fase
- 27 Manómetro indicador de la presión de SF6 en el interior del compartimiento del interruptor automático
- 28 Manómetro indicador de la presión de SF6 en los cubículos de barras (1 por cada sección de barras)
- 29 Placa de características
- 30 Presostato



Detalle del panel frontal de mecanismos y sinóptico

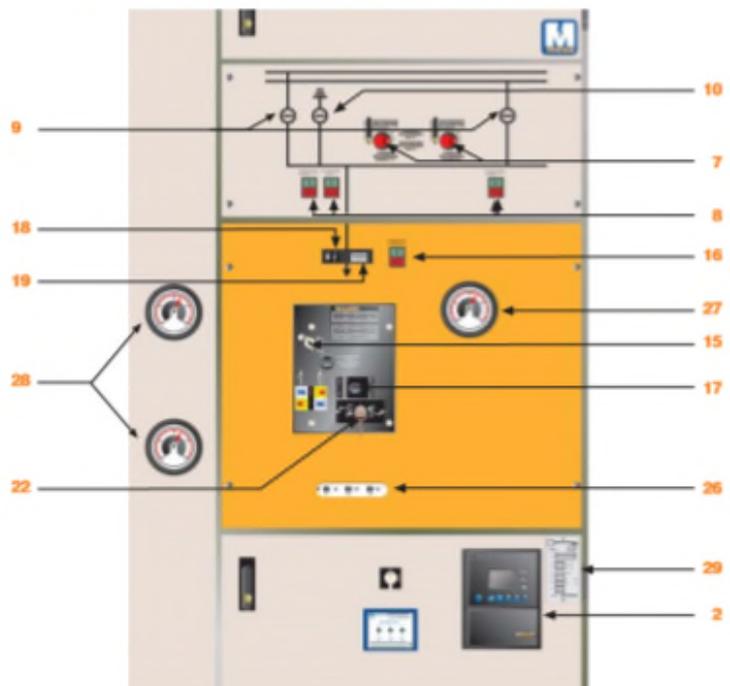


Ilustración 6. Detalle frontal y lateral de una celda de MT.

Las características técnicas de las celdas son:

Tensión nominal (kV)	36
Intensidad nominal (A)	934/915
Intensidad nominal de corte (kA)	25
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA)	80 (cresta)
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)	Max 25/3
Resistencia frente arcos internos (kA/s)	25
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30
Grado de protección:	
Compartimento MT	IP65
Compartimento BT	IP41
Condiciones de funcionamiento:	
Temperatura ambiente (°C)	-5°/40°
Altitud (m.s.n.m.)	< 1.000
Humedad relativa (%)	< 90
Dimensiones (mm):	
Ancho	600
Altura	2.350
Profundidad	1.250
Peso Aproximado (kg)	650

Tabla 4. Características técnicas de las celdas de MT.

8.1.4 Transformadores de Tensión Inductivos 30 kV

Los transformadores de tensión o TTs nos indicarán a través de su devanado secundario, la tensión existente en el primario, gracias a la relación de transformación.

La lectura de tensión se realizará en paralelo a la línea a medir, ya sea 132 kV mediante los TTs de Alta Tensión o 30 kV en Media Tensión.

Para el caso de los TTs en Media Tensión, estos se ubicarán en las celdas de Medida.

Los transformadores de tensión deberán tener las siguientes características técnicas, o similares:

Instalación:	Interior
Relación de transformación:	30: $\sqrt{3}$ / 0,11: $\sqrt{3}$ -0,11: $\sqrt{3}$ kV
Potencias de precisión simultáneas:	
1º núcleo:	10 VA cl.0,2
2º núcleo:	10 VA cl.0,5-3P
3º núcleo:	----
Factor de tensión:	1,5 Un 30 s
Factor de tensión en servicio continuo:	1,2 Un
Tensión de ensayo a 50 Hz durante 1 min.:	70 kV ef.
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 μ s:	170 kV cresta

Tabla 5. Características de los Transformadores de Tensión Inductivos 30 kV.

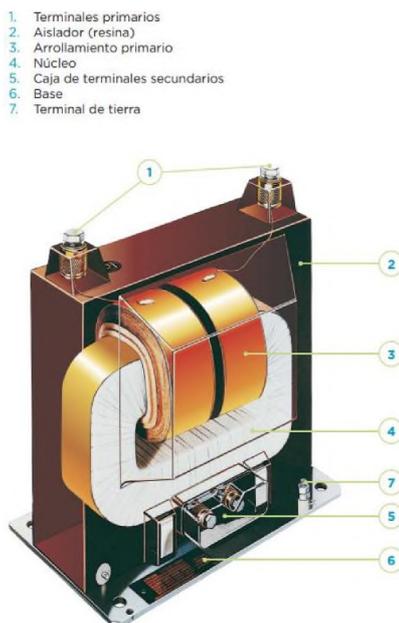


Ilustración 5. Sección del transformador de tensión MT en interior.

8.1.5 Transformadores de intensidad de 30 kV

De manera análoga al transformador de tensión, el transformador de intensidad (o TI) nos indicará la corriente que circula por un determinado circuito a través de su devanado secundario.

A diferencia del TT, el TI realizará la medida conectada en serie con el circuito a medir.

En el caso de los TIs de MT, irán colocados en la barra superior, pegados a la celda de transformador y en la acometida de cada una de las líneas, para medir la intensidad existente en cada una de las plantas fotovoltaicas, leyendo así la totalidad de las líneas que lo componen.

En este caso, los TIs instalados serán de tipo toroidal, como se muestra en la siguiente imagen, aunque el principio de funcionamiento será el mismo.



Ilustración 6. Transformador de intensidad toroidal de MT.

Las características principales de los transformadores de intensidad salida hacia parte transporte serán las siguientes:

Instalación:	Interior
Relación de transformación:	1000/5-5-5-5 A (Celda acometida Trafo 132/30 kV) 1000/5-5 A (Celda llegada de línea 30 kV planta FV)
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min.:	70 kV ef.
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/50 μ s:	170 kV cresta
Sobreintensidad admisible en permanencia	1.2 In primaria

Tabla 6. Características de los Transformadores de Intensidad 30 kV.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 34 de 98	

8.1.6 Conductores aislados MT 30 kV

Características de los conductores aislados 30 kV

Para la conexión entre las celdas MT 30 kV y los transformadores de potencia 132/30 kV, se empleará conductor unipolar tipo RHZ1 (S) H-16 Al 18/30 kV, de 500 mm² de sección, en composición de dos ternas de cables 2x3x(1x500) mm².

Las características del conductor serán las que se indican a continuación:

Denominación:	RHZ1 (S) H-16 Al 18/30 kV
Material:	Aluminio
Diámetro exterior del cable:	53,5 mm
Sección de aluminio:	500 mm ²
Sección total:	500 mm ²
Intensidad máxima admisible (al aire 40°C):	720 A
Intensidad máxima admisible (enterrados 25°C):	510 A
Peso:	2.982 kg/km

Tabla 7. Características del conductor aislado 30 kV Celda -Trafo.

Para la conexión entre las celdas de media tensión y los transformadores de servicios auxiliares, se empleará conductor tipo RHZ1 H-16 Al 18/30 kV, de 300 mm² de sección total.

Las características del conductor serán las que se indican a continuación:

Denominación:	RHZ1(S) H-16 Al 18/30 kV
Material:	Aluminio
Diámetro exterior del cable:	46,8 mm
Sección de aluminio:	300 mm ²
Sección total:	300 mm ²
Intensidad máxima admisible (al aire 40°C):	485 A
Intensidad máxima admisible (enterrados 25°C):	425 A
Peso:	2.234 kg/km

Tabla 8. Características del conductor aislado 30 kV Celda -SSAA.

El cálculo de estos conductores viene desarrollado en la memoria de cálculo.

Características del embarrado rígido 30 kV

En las posiciones de línea de 30 kV se empleará un embarrado rígido que conectará el seccionador de puesta a tierra con el lado primario de los transformadores de potencia. Las características de este embarrado rígido serán las siguientes:

Aleación:	Almelec AW-6063 T6
Diámetro exterior/interior:	63/47 mm
Sección total del conductor:	1.382,3 mm ²
Intensidad admisible permanente a 85 °C:	1.510,6 A

Tabla 9. Características del embarrado rígido 30 kV.

El cálculo del embarrado rígido 30 kV viene desarrollado en la memoria de cálculo.

Terminales de cable

Se usarán botellas de conexión de MT (30 kV) para las conexiones de los conductores con las celdas de MT.



Ilustración 7. Terminaciones enchufables de MT simples.

Las terminaciones enchufables apantalladas serán premoldeadas de caucho, garantizando así el sellado, aislamiento eléctrico y la conexión entre el cable y la celda de media tensión.

8.1.7 Aisladores de apoyo de 30 kV

Los aisladores de apoyo ejercen un papel estructural en el parque intemperie, ya que soportan elementos en tensión de manera segura debido a su material aislante, en este caso cerámico.

Las principales características de los aisladores de apoyo de 30 kV serán:

Instalación:	Intemperie
Denominación:	C6-170
Tensión de aislamiento:	36 kV
Tensión soportada f.i. bajo lluvia:	70 kV
Tensión soportada al choque:	170 kV
Distancia mínima de fuga (31 mm/kV):	1.116 mm
Carga de rotura a flexión:	6 kN

Tabla 10. Características de los aisladores de apoyo 30 kV.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 37 de 98	

8.2 Sistema 132 kV

8.2.1 Características eléctricas

La red de 132 kV desde el punto de vista eléctrico poseerá las siguientes magnitudes fundamentales:

- Tensión nominal: 132 kV eficaces.
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Régimen de neutro: rígido a tierra.
- Intensidad nominal barras: 2.000 A
- Distancia mínima de fuga: 31 mm/kV.
- Intensidad máxima de defecto trifásico: 40 kA.
- Duración del defecto trifásico: 0,5 s.
- Tensión de servicios auxiliares CA: 400/230 V.
- Tensión de servicios auxiliares CC: 125 V.
- Tensión de servicios auxiliares de comunicaciones: 48 V.

En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, de acuerdo con CEI79, UNE 21.062.80 y Real Decreto 337/2014:

- Tensión nominal más elevada para el material (U_m): 145 kV eficaces.
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 1,2/50 μ s: 650 kV Cr.
- Tensión soportada nominal a impulsos tipo maniobra 50 Hz, 1 min: 275 kV eficaces

8.2.2 Aparataje de 132 kV

El parque de 132 kV de la SE estará formado por cuatro posiciones de transformador y una posición de línea.

Posiciones de Transformador de 132 kV

Hay cuatro posiciones en total, cada una de las cuales dispondrá de:

- Un (1) Transformador de Potencia 132 \pm 10x1,5% / 30 kV, 50 MVA, YNd11, ONAN.
- Tres (3) Pararrayos Autovalvulares, 120 kV, 10 kA, dotados de contador de descarga.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 38 de 98	

- Tres (3) Transformadores de Intensidad 145 kV.
- Un (1) Interruptor Automático tripolar 145 kV, 2.000 A.
- Un (1) Seccionador tripolar 145 kV, 2.000 A de conexión a barras.

Posición de Salida de Línea 132 kV

La posición de salida de línea de evacuación hacia la subestación existente de REE Jimena de la Frontera 132 kV dispondrá de:

- Tres (3) Transformadores de Intensidad 145 kV.
- Un (1) Interruptor Automático tripolar 145 kV, 2.000 A.
- Un (1) Seccionador tripolar 145 kV, 2.000 A dotado de puesta a tierra.
- Un (1) Seccionador tripolar 145 kV, 2.000 A.
- Tres (3) Transformadores de Tensión Inductivos 145 kV.
- Tres (3) Pararrayos Autovalvulares, 120 kV, 10 kA, dotados de contador de descarga.

A su vez, y para el sistema de protecciones de las posiciones de transformador, así como para los equipos de tarificación, se instalarán en las barras de 132 kV tres (3) transformadores de tensión inductivos 145 kV.

8.2.3 Transformador de Potencia

En el diseño de la Subestación colectora 132/30 kV Tan Energy, como ya se ha mencionado anteriormente se han considerado cuatro transformadores de potencia nominal 50 MVA, con relación de transformación 132/30 kV. Estos serán trifásicos, con arrollamientos sumergidos en aceite y diseñados para servicio en exterior. Las características principales serán las que siguen:

Tipo:	Transformador de baño de aceite
Numero de fases:	3
Numero de bobinados:	3
Conductor:	Cu
Refrigeración:	ONAN
Relación de transformación:	132 ± 10x1,5%/30 kV
Potencia:	50 MVA
Grupo de conexión:	YNd11
Cambiador de tomas:	Regulación automática en carga
Intensidad del primario:	962,3 A
Intensidad del secundario:	218,70 A
Capacidad de cortocircuito:	40 kA a 132 kV
Tensión de cortocircuito:	> 12,5 ± 7,5%

Tabla 11. Características de los Transformadores de Potencia 132/30 kV.

Arrollamientos

Los arrollamientos serán conductores de cobre electrolítico, exento de impurezas, aislados en papel, y sin soldaduras.

Las características de disposición relativa de los devanados de la sección de cobre a emplear y el tipo de bote bobinado a emplear serán arrollamientos encadenados y se indicará en fases posteriores del proyecto.

Los materiales a emplear serán insolubles y químicamente inactivos en baño de aceite caliente. Las bobinas y el núcleo, completamente ensamblados, secados al vacío inmediatamente después de impregnarse de aceite dieléctrico para asegurar así la eliminación de humedad y aceite de los materiales aislantes.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 40 de 98	

Núcleo del transformador

El núcleo del transformador trifásico de potencia será de tres columnas.

La construcción del núcleo asegurará la máxima reducción de las corrientes parásitas. Estará fabricado mediante chapas de acero el silicio de grano orientado, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad magnética. Cada chapa estará cubierta de material aislante resistente al aceite caliente. Asimismo, las chapas estarán exentas de impurezas y perfectamente aplanadas.

Las chapas magnéticas serán montadas de manera tal que existan en el núcleo amplios conductos de enfriamiento para eliminar puntos calientes, y obtener de esta manera una distribución uniforme simétrica del campo magnético.

Las columnas deberán de ser fuertemente prensadas por medio de bloqueos y pernos pasantes adecuadamente aislados. Las culatas serán bloqueadas por medio de perfiles de acero y sistemas de tirantes y pernos aislados.

El armazón que soportará el núcleo es una estructura reforzada que reunirá la resistencia mecánica suficiente y no presentará deformaciones permanentes en ninguna de sus partes. Se fabricará de tal manera que quede firmemente sujeto a la cuba en ocho puntos tanto en la parte superior como en la inferior. La estructura de sujeción se realizará de forma que se reduzcan al mínimo las corrientes parásitas.

El diseño del transformador minimizará al máximo las vibraciones de la máquina una vez puesta servicio bajo cualquier condición operación.

La conexión a tierra del núcleo magnético transformador para evitar posibles acumulaciones de carga electrostáticas será accesible desde el exterior mediante un borne pasatapas. El sistema permitirá tanto la conexión equipotencial a la tapa del transformador como la posibilidad de conexión externa a la red de tierras general de la subestación. Dicha unión equipotencial será fácilmente retirable para pruebas.

Aceite

El aceite será del tipo mineral aislante y deberán cumplir las especificaciones de las siguientes normativas para evitar futuros problemas en el funcionamiento del transformador:

Análisis	Normativa	Límite
Contenido en agua, valoración Karl-Fischer (ppm)	UNE-EN 60814:1999	<20
Tensión de ruptura dieléctrica (kV/2,5 mm)	UNE-EN 60156:97	>50
Índice de neutralización (mg KOH/g)	PT-QUI-25 Ed 02	<0,15
Tangente del ángulo de pérdidas dieléctricas (Tag DELTA) 90°C	UNE 60247:04	<0,20
Aspecto Visual*	ISO 2049:96	LIMPIO
Índice de Color*	ISO 2049:96	<4
Contenido en agua, valoración Karl-Fischer (ppm)	UNE-EN 60814:1999	<20

Tabla 12. Normativa aplicable para análisis en transformadores.

Además, se recomienda realizar análisis periódicos para controlar el nivel de existencia de gases disueltos en el mismo.

Los gases que suelen aparecer en aceites dieléctricos de este tipo, y son recomendados de controlar son: CO₂, C₂H₄, C₂H₆, C₂H₂, H₂, O₂, N₂, CH₄ y CO.

El sistema de preservación de aceite será libre con desecadores.

Depósito de recogida de aceite

El depósito se sujetará con ménsulas a la cuba del transformador, sobre tapa, con objeto de minimizar la superficie ocupada en planta. Estará preparado para pleno vacío.

La capacidad del depósito conservador deberá impedir que el nivel de aceite descienda por debajo del nivel de los flotadores relé Buchholz (se considera una diferencia temperatura de 120 °C). De la misma forma, se permitirá la sobrecarga establecida por la norma UNE 20110 sin derramar aceite a través del conservador.

El depósito dispondrá de tres secciones independientes y estancas entre sí, correspondientes al cambiador de tomas en carga y las citadas cajas de aceite. Cada sección tendrá un tapón de llenado, una válvula de vaciado, una válvula de expansión de la cuba y el depósito correspondiente, un indicador

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 42 de 98	

de nivel magnético con dos contactos alarma nivel 1 por mismo nivel de aceite, así como un indicador de nivel óptico.

Cada recinto independiente del depósito conservador dispondrá de un secador de aire con silicagel: uno para el depósito de la cuba, uno para las cajas adaptadores aceite, y otro para el depósito cada del cambio de tomas. Todos ellos incorporarán una mirilla de cristal alargada que permitirá ver todo su contenido, y estarán situados a una altitud máxima de 1,5 m.

Cuba

La cuba del transformador estará construida con chapas de acero de bajo porcentaje de carbono, adecuado para soldadura y reforzado con perfiles de acero.

La cuba formará parte de un cuerpo único, indivisible, al cual se le atornillará la tapa. Las juntas de las chapas serán a prueba de aceite caliente.

En el interior de la caja han sido previstas las necesarias guías para mantener el núcleo, con sus arrollamientos, en la justa dirección al ser introducido o extraído.

Asimismo, entre el núcleo arrollado y el fondo de la caja existirá espacio suficiente para recoger los sedimentos.

Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc. y otras partes fijadas al tanque estarán unidas por soldadura.

El diseño minimizará todas las aberturas necesarias para garantizar todas las operaciones de montaje y posterior mantenimiento y se garantizarán las dimensiones apropiadas circulares y rectangulares.

La tapa de la cuba estará atornillada a la misma como se indicado anteriormente, y será proyectada de manera que se eviten posibles depósitos de agua sobre la superficie externa y posibilite que las burbujas de gas y aire se dirijan hacia el relé Buchholz.

La resistencia mecánica de la cuba ante sobrepresión interna será superior a 1 bar. Asimismo, la cuba estará prevista para pleno vacío por un período mínimo de 48 horas.

Se emplearán válvulas de sobrepresión, que garanticen la coordinación de actuación, de acuerdo al tarado de las mismas, tanto a presión como gradiente de presión, y considerando tanto su número y ubicación.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 43 de 98	

Las válvulas deberán asimismo abrir ante cualquier sobre presión interna mayor de su presión de tarado causada por perturbaciones internas y volverán a cerrar después de haber actuado. Las válvulas irán equipadas con cuatro contactos de actuación para señalización de alarma.

Como protección secundaria no se utilizará el relé de presión súbita, de acuerdo con las normas de la distribuidora.

La cuba vendrá preparada con dos terminales por la puesta tierra de la cuba, ubicados en los extremos opuestos de la parte inferior del mismo, y preparados para un conductor de cobre. La grapa suministrada permitirá asimismo la conexión de cable de tierra en forma de bucle.

Protecciones propias del transformador

Cada transformador dispondrá de las siguientes protecciones:

- Buchholz del transformador.
- Imagen térmica del primario.
- Imagen térmica del secundario.
- Termómetro de contactos.
- Nivel magnético.

Estas protecciones se clasificarán según su causa:

Causas	Tipo Efecto	Protección
Cortocircuito	Mecánico	Protección diferencial Liberador de presión
Sobreintensidad Defectos de refrigeración Defectos de gases en aceite	Térmico	Relé de imagen térmica Relé Buchholz
Sobretensiones Nivel de aceite	Dieléctrico	Protección diferencial Autoválvulas Protección sobreintensidad Relé Buchholz Nivel de aceite

Tabla 13. Medidas de protección del transformador.

- Relé Buchholz

El relé Buchholz irá colocado en la tubería entre la cuba del transformador y el depósito de expansión, rellenándose el interior de este con aceite durante la operación del mismo.

Cuando se detecte presencia de gas en el aceite del transformador, se elevará hacia el depósito de expansión, que estará situado en la parte superior del transformador, pasando por la cámara del relé. Al ocurrir esto, el nivel de aceite decaerá y activará un interruptor que nos proporcionará la alarma propia del transformador: Relé Buchholz.

El gas no deberá pasar desde el interior del relé a la tubería antes de que la alarma se active.



Ilustración 8. Relé Buchholz para transformador de potencia.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 45 de 98	

Otra función importante del relé Buchholz es regular el flujo de aceite entre la cuba del transformador y el depósito de expansión. En el caso de que el flujo exceda de un límite de velocidad se activará un contacto de disparo en el relé.

- Termómetro y relés de imagen térmica

Se ha de suministrar, además:

- Un termómetro de aceite con cuatro juegos de contactos, con funciones de alarma de nivel 1 y nivel 2 por temperatura de aceite y marcha y parada del equipo de refrigeración
- Un relé de imagen térmica y un transformador de intensidad tipo Bushing, cuatro juegos de contactos, con funciones de alarma de nivel 1 y nivel 2 por temperatura de devanado y marcha y parada del equipo de refrigeración.

Tanto termómetro como relés de imagen térmica dispondrán adicionalmente de salida analógica (0-5 mA) para indicación a distancia.

Se suministrará una resistencia de platino Pt-100 para la indicación a distancia de la temperatura del aceite del transformador, mediante señal analógica (0-5 mA).

Las sondas de termómetros y relés de imagen térmica estarán protegidas de la intemperie con una envolvente de chapa desmontable.

Los relés de imagen térmica y el termómetro se alojarán en un armario galvanizado en caliente y pintado con tapa de cristal y adosado a la cuba.

Este armario llevará termostato y resistencia de caldeo. Dispondrá asimismo de circuito monofásico protegido mediante interruptor magnetotérmico, contactos de alarma NC debidamente conectados a bornes, para la alimentación eléctrica del equipo.

La ubicación será tal que puedan ser observados fácilmente desde el suelo, y que tengan una escala conveniente. Las escalas estarán graduadas en grados centígrados, indicándose la histéresis de apertura y cierre de los contactos auxiliares, mediante placa adecuada, así como con los niveles de alarma (niveles 1 y 2) recomendados por el fabricante, de acuerdo al resultado del ensayo de calentamiento.

- Protecciones diferenciales y de sobreintensidad

Las protecciones diferenciales y de sobreintensidad, al tratarse de relés específicos que también protegen otras posiciones, se tratarán más detenidamente en el apartado 8.5.

- Autoválvulas pararrayos

Las autoválvulas protegerán la parte de alta del transformador ante sobretensiones, debidas a descargas atmosféricas o a defectos en las instalaciones que deriven en una subida de tensión.



Ilustración 9. Autoválvula para la protección de sobretensiones en el transformador.

La autoválvula de sobretensión o pararrayos se conectarán en paralelo con el equipo a proteger para disipar la corriente derivándola a tierra en caso de descarga atmosférica. Suelen estar fabricados con un material de resistencia cerámico altamente alineal, compuesto principalmente por óxido de zinc mezclado con otros óxidos metálicos.

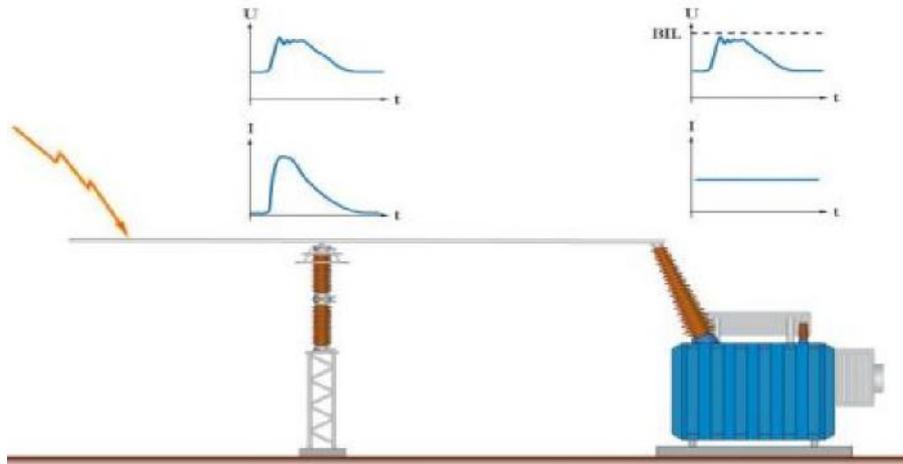


Ilustración 10. Conexión de autoválvula de sobretensiones en paralelo con transformador.

- Relé liberador de presión

Si se origina un rastreo o un cortocircuito en un transformador lleno de aceite, esto va generalmente acompañado por una sobrepresión en la cuba debido al gas originado por la descomposición y la evaporación del aceite.

Si la cuba se provee de un respiradero de apertura instantánea la sobrepresión alcanzada puede ser limitada a una magnitud inofensiva para la cuba.

El liberador de presión consistirá en un cuerpo de brida y un disco en aluminio que será resistente a la corrosión. Sobre la parte central del disco habrá un perno de acero que retendrá el muelle. En la válvula de cierre habrá dos juntas una arriba de forma especial y otra lateral tórica haciendo un anillo.

Cuando la válvula este cerrada, el cierre superior estará presionando contra la brida. Si se mueve el disco de cierre una superficie menor a 2 mm seguirá manteniendo la estanqueidad. Si debido a la presión interna el disco se eleva más de esta medida, dejará de ser estanco en este cierre aumentando la superficie de presión de aceite a todo el disco y con ello la fuerza total contra el muelle.

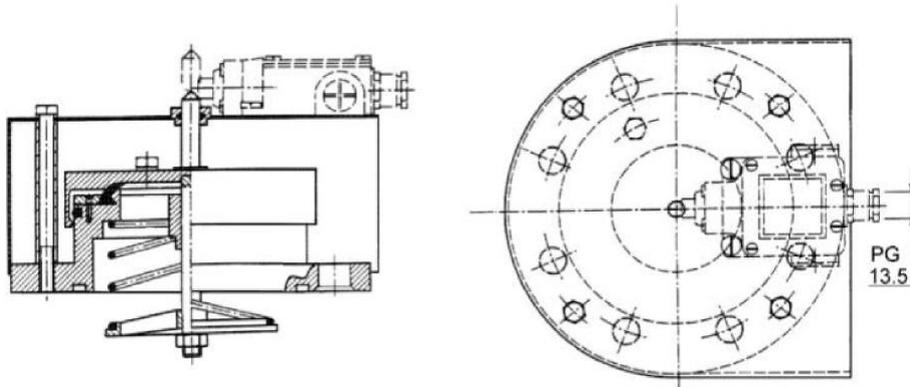


Ilustración 11. Detalle de relé liberador de presión.

Una vez obtenida la presión sobre toda la superficie la apertura de la válvula será instantánea con la consiguiente liberación de la sobrepresión.

Cuando la sobrepresión desaparezca, el cierre se conseguirá por la tensión del muelle primero en la zona lateral y posteriormente por la zona superior y será presionado entre 1~2 mm. De esta forma, la presión eventual que permanecerá atrapada entre los dos cierres y la válvula estará en las condiciones ideales para comenzar otra vez el disparo.

La válvula estará también provista de una señal óptica cuando dispare o se abra. Esta señal la originará una varilla que permanecerá retenida una vez sea proyectada a través del agujero central de la cubierta, cuando la válvula abra. Para dejar la señal en posición normal (reseteo) una vez desaparecida la sobrepresión, habrá que empujar la varilla hacia dentro hasta que apoye de nuevo sobre el cierre.

La válvula estará provista con unos contactos de alarma montados sobre un micro en la cubierta. El micro y caja conexiones será estanco a prueba de agua y podrá ser conectada a una alarma o señalización local o remota para cuando la unidad actúe.

El micro será accionado por el movimiento hacia arriba de la señal óptica. Una vez que el micro esté accionado, mantendrá esta posición y la alarma o señal continuamente hasta que manualmente uno baje la señalización óptica.

- Refrigeración

El transformador estará construido para funcionar en régimen permanente con la siguiente refrigeración:

- **Natural**

Por radiadores desmontables de chapa estampada, galvanizados en caliente, pintados del mismo color que el transformador, unidos a la cuba por medio de válvulas de tipo mariposa (DIN 42560) que permitirán su desmontaje sin necesidad de retirar el aceite. Las válvulas irán montadas entre bridas, no se admitirán válvulas directamente soldadas a la cuba.

Los radiadores estarán diseñados para soportar las mismas condiciones de presión y vacío especificadas para la cuba.

Los radiadores estarán provistos de tapones de purga y vaciado, así como de cáncamos de suspensión para facilitar su manejo.

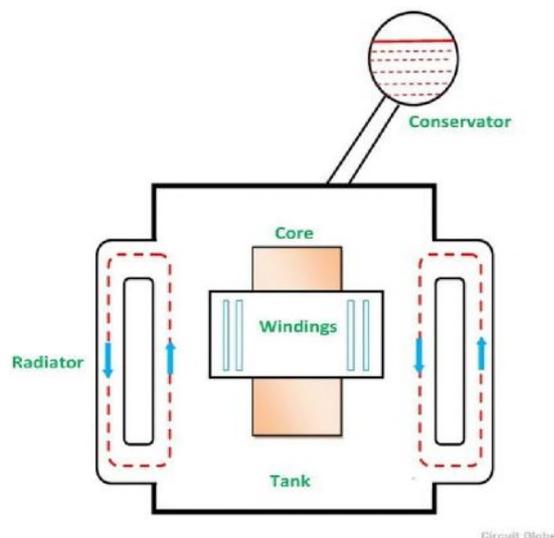


Ilustración 12. Esquema de sistema de refrigeración ONAN.

- **Forzada**

Por medio de ventiladores con motores trifásicos, 400 V, rotor de jaula, protegidos mediante rejillas que impidan la entrada de pájaros y otros animales.

El suministro incluirá un sistema automático para poner en marcha los ventiladores mandados por termómetro y/o termostatos. Este automatismo incluirá la posibilidad de la puesta en marcha manual de los ventiladores mediante conmutador, tanto local como a distancia (remoto).

Los motores de los ventiladores se protegerán mediante interruptores automáticos con características de disparo adecuados para protección de motores. Deberán incorporar contactos auxiliares para señalización y alarma remotas de cualquier defecto de los ventiladores.

Los motores deberán estar provistos de una placa de características de material resistente a la corrosión, fijada a la carcasa en un lugar fácilmente visible. Además, en la placa de características o en otra independiente, deberá venir indicado el sentido de giro del motor, correspondiente a la forma de impulsión/extracción del aire prevista por el fabricante del transformador.

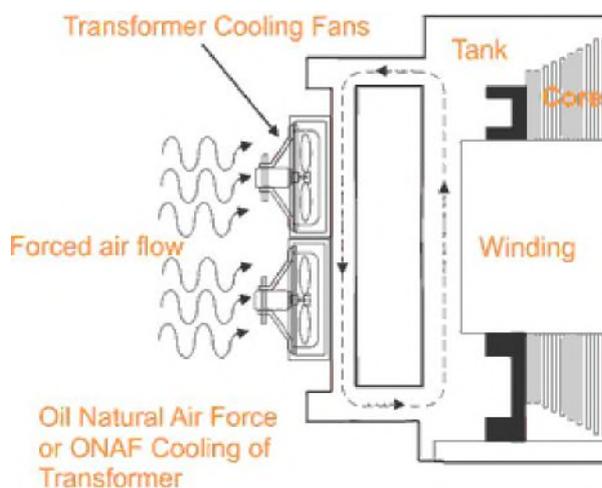


Ilustración 13. Esquema de sistema de refrigeración ONAF.

- Regulador de tomas

El cambiador de tomas, o regulador en carga, será del modelo tipo UCG con mecanismo mecanizado de ABB.



Ilustración 14. Cambiador de tomas en carga.

Dispondrá de los enclavamientos necesarios para evitar operaciones falsas o intempestivas. En particular, se evitará que, al pasar de un a otro escalón adyacente, el conmutador se parará en posición intermedia y que una conmutación, una vez iniciada, no se concluya. Asimismo, permitirá operación local manual mediante manivela suministrada para tal fin, bloqueándose el motor en caso de inserción de manivela.

La regulación en carga se realizará en A.T. (borne de neutro) y tendrá un total de 23 posiciones (tres centrales 11a, 11b y 11c). Se empleará sistema inversor. La regulación se realizará a potencia y flujo constante en todas las tomas.

La posición 1 será la de mayor tensión y la 21 la de menor tensión, de forma que subir escalón corresponda a subir tensión en el secundario a igual tensión en el primario.

La posición del conmutador de tensión se indicará también a distancia por ser conmutador en carga. Se dispondrá para el usuario de dos (2) coronas de contactos transmisores de posición libres de potencial.

El cambiador de tomas vendrá equipado con finales de carrera de señal de primera y última toma de regulación, y contacto libre de potencial para señalar inserción de manivela. Al alcanzar la toma mínima o máxima del cambiador, se dará una alarma al sistema de supervisión indicándonos en qué toma se encuentra el regulador.

Además de los elementos mencionados anteriormente, los transformadores irán equipados con los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión, con indicador visual de nivel, tapones de llenado, válvulas de vaciado y desecador de aire con carga de silicagel.
- Válvulas para vaciado y filtrado. Dispositivo toma de muestras.
- Caja de bornas finales.
- Bornas para conexión a tierra de la cuba.
- Radiadores desmontables con válvulas de independización y tapones para purga y vaciado.
- Anillas para desencubado y arrastre.
- Ganchos para elevación del transformador completo.
- Soportes para elevar por medio de gatos.

8.2.4 Interruptores 132 kV

Se emplearán interruptores automáticos tripolares de las siguientes características

N.º de polos:	3
Instalación:	Intemperie
Tensión nominal:	145 kV
Intensidad nominal:	2.000 A
Poder de corte nominal (rms):	40 kA
Tensión de ensayo a 50 Hz, 1min:	275 kV ef
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/50 µs:	650 kV cresta
Duración nominal c.c.:	3 s
Secuencia de maniobra nominal:	0 - 3 s - CO- 1 min - CO
Medio de extinción:	SF6
Mando Tipo:	Resorte

Tabla 14. Características de los interruptores 132 kV.

El mando será eléctrico de acumulación de energía a resorte, que se rearmará con un motor accionado en corriente continua. Las bobinas de cierre y disparo se podrán accionar localmente o de manera remota. Dispondrá del suficiente número de contactos auxiliares necesarios para la señalización y enclavamientos. El mando estará alojado en un armario estanco, provisto de resistencia de calefacción para evitar condensaciones.

El interruptor deberá constar con dos bobinas de disparo y bobina de mínima tensión.

8.2.5 Seccionadores de 132 kV

Los seccionadores de AT se colocarán entre los interruptores de 132 kV y la barra. La función principal de este elemento, a diferencia del interruptor, será proporcionar una zona segura para trabajo o aislamiento de manera visual.

Según su función, este podrá llevar consigo una posición que pondrá uno de sus extremos a tierra, el cual se denomina seccionador de Puesta a Tierra, o PAT.

Los seccionadores tendrán las siguientes características:

Nº de polos:	3
Instalación:	Intemperie
Nº de columnas por polo:	3
Apertura:	Horizontal
Tensión nominal:	132 kV
Tensión más elevada para el material:	145 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min. En seco y bajo lluvia:	275 kV ef
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/50 µs:	650 kV cresta
Intensidad nominal:	2.000 A
Intensidad límite térmica:	40 kA
Accionamiento de cuchillas principales:	Motorizado
Accionamiento cuchillas puesta a tierra (si aplica):	Motorizado

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 54 de 98	

Aisladores tipo:	C6-650
------------------	--------

Tabla 15. Características de los seccionadores 132 kV.

Seccionador tripolar de tres columnas, con la central giratoria y apertura doble lateral. Para el accionamiento de los tres polos se dispondrá de un motor eléctrico. Se instalará una caja de mando que contendrá los elementos de protección y accionamiento del motor, así como los pulsadores de cierre y apertura, selector local-remoto, lámparas de señalización y contador de maniobras. El seccionador se podrá accionar también manualmente mediante manivela. Los seccionadores dispondrán de cuchillas de puesta. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra se podrá realizar por motor eléctrico o bien manualmente, para ello tendrá una caja de mando local.

8.2.6 Transformadores de Tensión inductivos 132 kV

Las características principales de los transformadores de tensión inductivos para el parque intemperie 132 kV serán las siguientes:

Instalación:	Intemperie
Relación de transformación:	132: $\sqrt{3}$ / 0,11: $\sqrt{3}$ -0,11: $\sqrt{3}$ -0,11 $\sqrt{3}$ kV
Potencias de precisión simultáneas:	
1º núcleo:	25 VA cl.0,2
2º núcleo:	75 VA cl. 0,5-3P
3º núcleo:	75 VA cl. 3P
4º núcleo:	----
Factor de tensión:	1,5 Un 30 s
Factor de tensión en servicio continuo:	1,2 Un
Tensión de ensayo a 50 Hz durante 1 min.:	275 kV ef.
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 μ s:	650 kV cresta

Tabla 16. Características de los Transformadores de Tensión Inductivos 132 kV.

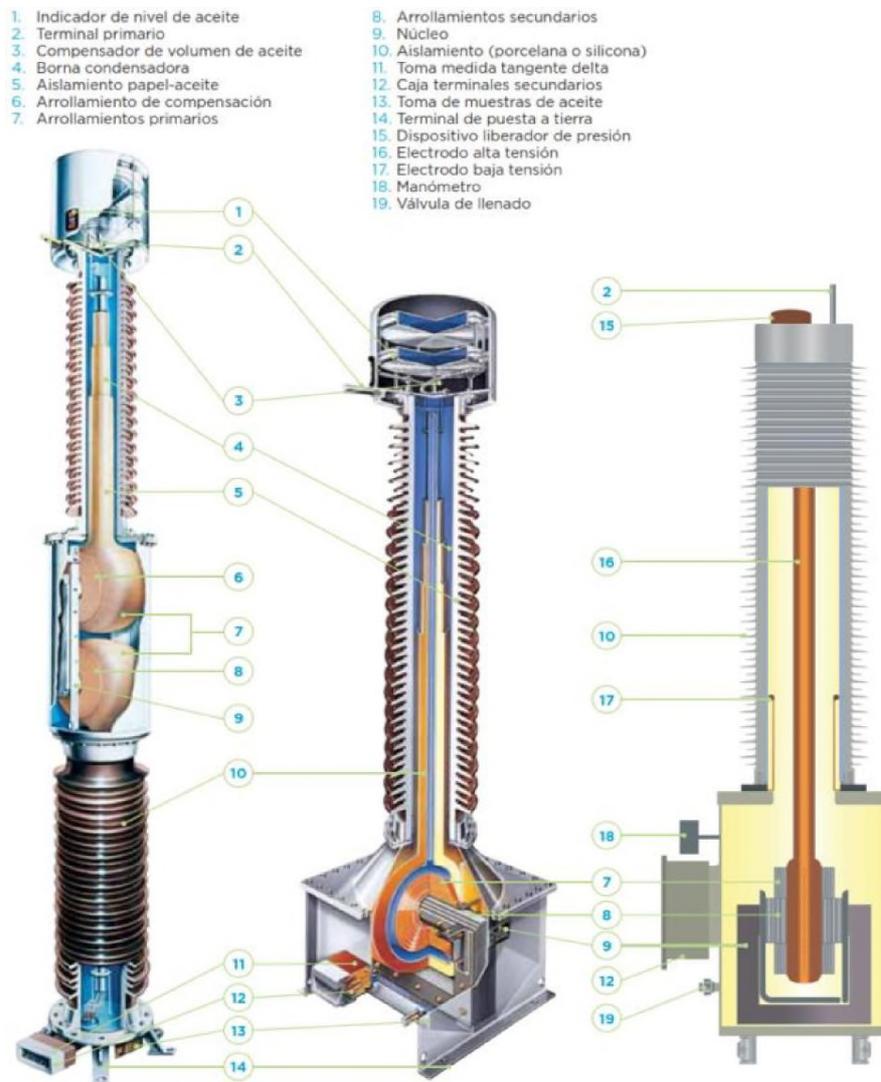


Ilustración 15. Sección de un TT intemperie.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 56 de 98	

8.2.7 Transformadores de Intensidad 132 kV

Las características principales de los transformadores de intensidad correspondientes a la posición de salida línea LAAT 132 kV hacia SET elevadora evacuación Colectora promotores Pinar del Rey 132/400 kV, serán las siguientes:

Instalación:	Intemperie
Relación de transformación:	1000-2000/5-5-5-5 A (LAAT 132 kV a SET elevadora 132/400 kV Colectora promotores Pinar del Rey)
Potencias de precisión simultáneas:	
1º núcleo:	20 VA cl. 0,2s Fs5
2º núcleo:	50 VA cl. 0,5-5P20
3º núcleo:	50 VA 5P20
4º núcleo:	50 VA 5P20
5º núcleo:	----
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min.:	275 kV ef.
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/50 µs:	650 kV cresta
Sobreintensidad admisible en permanencia	1.2 In primaria

Tabla 17. Características de los Transformadores de Intensidad 132 kV. posición Salida LAAT a SET 132/400 kV.

Las características principales de los transformadores de intensidad correspondientes a las posiciones de transformadores de potencia 132/30 kV, 50 MVA, serán las siguientes:

Instalación:	Intemperie
Relación de transformación:	200-400/5-5-5-5 A
Potencias de precisión simultáneas:	
1º núcleo:	10 VA cl. 0,2s Fs5
2º núcleo:	10 VA cl. 0,2s
3º núcleo:	50 VA 5P20
4º núcleo:	50 VA 5P20
5º núcleo:	----
Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min.:	275 kV ef.
Tensión de ensayo con onda de choque 1,2/50 µs:	650 kV cresta
Sobreintensidad admisible en permanencia	1.2 In primaria

Tabla 18. Características de los Transformadores de Intensidad 132 kV.

8.2.8 Pararrayos autovalvulares 132 kV

Las características principales de los pararrayos autovalvulares serán las siguientes:

Tensión nominal:	132 kV
Tensión más elevada de la red (Um):	145 kV
Tensión asignada (Ur):	120 kV
Tensión de funcionamiento continuo (Uc):	96 kV
Intensidad nominal descarga:	10 kA
Tipo:	Óxido de Zinc
Conexión:	Fase-Tierra

Unidades:	3
Contador de descargas:	Sí

Tabla 19. Características de los pararrayos autovalvulares.

Las autoválvulas estarán constituidas por tres unidades herméticas selladas que contienen los bloques de resistencias de óxido de zinc.

8.2.9 Conductores 132 kV

Características del conductor desnudo 132 kV

Para la interconexión entre la aparamenta 132 kV del parque intemperie y con el embarrado rígido principal 132 kV., se empleará conductor desnudo de aluminio-acero flexible, tipo 767-AL1 (Gladiolus) 765,32 mm² de sección total.

En la posición de salida línea 132 kV, todas las interconexiones entre el embarrado rígido y equipos con este conductor estarán en formación duplex, y en todas las posiciones de transformador 132 kV, estarán en formación simplex.

Las características del conductor serán las que se indican a continuación:

Denominación:	767-AL1 (Gladiolus)
Material	Aleación de aluminio
Diámetro	61x4
Número de conductores por fase:	1 (simplex) Posiciones Trafo 132/30 kV. 2 (duplex) Posición LAAT 132 kV.
Diámetro de conductor:	36 mm
Sección total:	765,35 mm ²
Intensidad máxima admisible en régimen permanente:	1.295 A
Temperatura admisible del conductor en funcionamiento normal:	80°C

Temperatura admisible del conductor durante cortocircuito:	200°C
--	-------

Tabla 20. Características del conductor desnudo 132 kV.

Características del embarrado rígido 132 kV

En la posición de barras 132 kV, se empleará tubo de aluminio con las siguientes características:

Aleación:	AlMgSiO, 5 F22
Diámetro exterior/interior:	150/134 mm
Sección total del conductor:	3.569 mm ²
Intensidad admisible permanente a 85 °C:	3.250 A

Tabla 21. Características del embarrado rígido 132 kV.

En la memoria de cálculo se justifica la elección de estos conductores.

8.2.10 Aisladores de apoyo 132 kV

Las características principales de los aisladores de apoyo serán las siguientes:

Instalación:	Intemperie
Denominación:	C10-650
Tensión de aislamiento:	145 kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo:	650 kV
Tensión soportada f.i bajo lluvia:	275 kV
Distancia mínima de fuga (31 mm/kV):	4.495 mm
Carga de rotura a flexión	10 kN

Tabla 22. Características de los aisladores de apoyo 132 kV.



Ilustración 16. Aislador de apoyo exterior 145 kV.

8.3 Servicios auxiliares

Se dispondrá de dos alimentaciones en M.T. procedentes de las celdas de servicios auxiliares de 30 kV, con dos transformadores de servicios auxiliares 250 kVA de potencia y relación de tensiones 30/0,420-0,230 kV.

Los Servicios Auxiliares se dividirán en los de corriente continua y los de corriente alterna.

En lo que respecta a la alimentación de 400/230 V en corriente alterna, la disposición será de simple barra con una doble alimentación, por cada transformador de servicios auxiliares mediante los correspondientes interruptores perfectamente enclavados. La alimentación normal será por el transformador de auxiliares TSA-1, mientras que el TSA-2 estará en back-up y solo entrará en servicio antes fallo del TSA-1.

Para incidir en la seguridad de suministro, se instalará un grupo electrógeno de 250 kVA, cuya misión será entrar en servicio ante un fallo de suministro desde TSA-1 y TSA-2. Un PLC instalado en el Cuadro de Conmutación del Grupo Electrógeno se encargará de gobernar tanto la entrada en servicio del trafo

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 61 de 98	

en reserva, como de la activación del propio grupo electrógeno cuando ninguno de los 2 trafos funcione, así como realizar la operación inversa cuando se reestablezca el suministro normal

Los sistemas de corriente continua alimentarán los servicios más críticos de la subestación, como la protección y el mando. Los servicios auxiliares de corriente continua se dividirán a su vez en dos:

- Sistema de 125 V c.c. de alimentación a equipos de protecciones, control, señalización, etc. Se basará en el uso de equipos rectificador-batería que alimentarán al cuadro de distribución de 125 V. Estos equipos asegurarán el suministro en caso de pérdida total de la corriente alterna.
- Sistema de 48 V que alimentará los equipos de telecomunicaciones, telecontrol y control digital. Funcionará con el polo positivo puesto a tierra y estará alimentado por convertidores de tensión 125/48 V c.c.

Siguiendo los criterios de REE de doble protección y doble alimentación independientes, habrá dos equipos rectificador-batería de 125 Vcc que viertan sobre el cuadro de distribución de corriente continua de modo que si un grupo de batería-rectificador falla el otro será capaz de asumir las cargas de corriente continua.

En lo que respecta a los equipos de corriente continua para comunicaciones, se instalarán dos convertidores de corriente continua de 125/48 Vcc y un cuadro de distribución 48 Vcc. El diseño garantizará la alimentación permanente y conmutación de fuentes sin paso por cero, para las salidas de equipos en que esta condición sea esencial (mediante diodos).

El sistema de servicios auxiliares deberá constar además de lo descrito a continuación

- Rectificador.
- Inversor.
- Grupo de baterías de acumulación
- Grupo electrógeno de emergencia (diésel) de 250 kVA.

8.3.1 Transformador de servicios auxiliares

El transformador de Servicios Auxiliares, en adelante SSAA, dará servicio eléctrico a la subestación en baja tensión. Se conectará desde la parte de BT del transformador de potencia, concretamente de uno

de los dos embarrados de MT, con enclavamiento mecánico para evitar el cortocircuito del transformador.

El transformador de servicios auxiliares será 30/0,4 kV de 250 kVA del fabricante ORMAZABAL, modelo Bk36, o similar

A continuación, se detallan las características principales del mismo:

Potencia asignada (kVA)	250
Tensión asignada (kVA)	30/0,4
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas en vacío – Po (W)	320
Pérdidas en carga – Pk (W)	1.950
Impedancia de cortocircuito a 75 °C (%)	4,5
Nivel de potencia acústica LwA (dB)	56
Caída de tensión a plena carga (%)	
Cosφ=1	2,03
Cosφ=0,8	4,08
Rendimiento	97,78
Carga 100%	98,15
Carga 75%	
Características físicas (mm)	
Largo (mm)	1.006
Ancho (mm)	796
Alto a tapa (mm)	889
Alto a entrada MT (mm)	1.342
Alto a entrada BT (mm)	1.039
Volumen aceite (l)	NA

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 63 de 98	

Peso total (kg)	610
-----------------	-----

Tabla 23. Características del transformador de servicios auxiliares.

8.3.2 Grupo Electrónico

El diseño de la subestación contempla la instalación de un grupo electrógeno diésel con capota insonorizada y para instalación en interior, dispuesto sobre bancada, que será capaz de alimentar los servicios auxiliares en caso de pérdida del suministro. Se empleará un equipo el tipo modelo HRFW-250 T5 del fabricante FPT_IVECO, o similar.

Dispondrá de depósito de combustible para tener una autonomía de 8 horas a máxima capacidad y equipo asociado de trasiego. Este depósito vendrá incorporado en la propia bancada del grupo y dispone de doble pared, por lo que no será necesario disponer de depósito auxiliar para recogida de fugas.

El grupo nunca entrará en funcionamiento mientras esté funcionando el transformador de servicios auxiliares. La unidad de control de servicios auxiliares se encargará de realizar la conmutación entre las alimentaciones posibles.



Ilustración 17. Grupo electrógeno 250 kVA FPT IVECO HRFW-250 T5.

Las características principales del grupo electrógeno serán las siguientes:

Potencia en emergencia/continuo (kVA)	275/250
Tensión de funcionamiento (V)	400/230
Frecuencia (Hz)	50
Fases	3
Motor	
Marca	FPT_IVECO
Modelo	HRFW-250 T5 S+
Refrigeración	Líquido (agua + 50% glicol)
Combustible	Diésel
Nº de cilindros y disposición	6 en línea
Cilindrada	8,7 L
Aspiración	Turboalimentado y post-enfriado
Sistema de arranque/Circuito eléctrico	Eléctrico/24V
Velocidad	1.500 rpm
Regulador de velocidad	Electrónico
Consumo de combustible ESP (l/h)	67,4
Alternador	
Tipo	Autoexcitado, sin escobillas
Polos	4
Regulación	A.V.R. (Electrónico)
Dimensiones y peso	
Largo (mm)	4.200
Ancho (mm)	1.650
Alto (mm)	2.652

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 65 de 98	

Peso (con líquido) (kg)	5018
Capacidad del depósito (L)	1660
Autonomía (h)	35
Nivel sonoro (dB)	63

Tabla 24. Características generales grupo electrógeno.

8.3.3 Armario general de corriente alterna

Se instalará un cuadro general de C.A. en la sala de servicios auxiliares de la subestación.

El cuadro estará alimentado desde las fuentes independientes y no simultáneas indicadas (grupo electrógeno o transformador de servicios auxiliares). El embarrado del cuadro estará constituido por 3 barras de fase y 1 barra de neutro. Para garantizar la facilidad del mantenimiento, tendrá una configuración de barra partida, realizándose la conexión de ambas barras a través de un interruptor motorizado. En caso de pérdida de una de las alimentaciones principales se podrán acoplar ambas barras. Los equipos rectificadores de 125 Vcc. y el cuadro de comunicaciones de corriente alterna irán conectados a ambas barras.

La conmutación de fuentes se realizará de forma automática utilizando interruptores motorizados.

La medida de energía consumida por los servicios auxiliares se realizará en BT, para lo cual se dispone de un contador de potencia activa de clase 1, que se ubicará en el Cuadro General de Servicios Auxiliares de C.A.

8.3.4 Cuadros de distribución

Los cuadros de distribución serán alimentados desde el cuadro general:

- Cuadro de fuerza y climatización, para los servicios correspondientes, con embarrados separados.
- Cuadro general de alumbrado, para el edificio, accesos y parque intemperie

8.3.5 Instalación de alumbrado

En el interior del edificio, el alumbrado normal se realizará con lámparas de LED, tanto en la sala de MT como en la de control.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 66 de 98	

Los accesos se alumbrarán con focos de LED en cada una de las puertas del edificio.

En el parque de 132 kV se colocarán báculos repartidos uniformemente a lo largo y ancho del terreno, y que serán gobernados mediante fotocélula. Para trabajos nocturnos en la subestación, se dispondrá de un alumbrado intensivo, que se activará desde el armario de CA de SSAA.

Los proyectores a instalar en el exterior deberán proporcionar una luminosidad adecuada para el acceso y trabajo nocturno en la subestación. Se instalarán sobre báculo de 3 m de altura en el parque de intemperie y directamente en la pared del edificio sobre las puertas de éste.

Dentro del edificio, los niveles de iluminación en las distintas áreas, por tanto, de 500 lúmenes en la sala de celdas y de control.

Los alumbrados de emergencia del edificio se realizarán con equipos fluorescentes autónomos situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

8.3.6 Sistema de 125 Vcc y armario de baterías

El sistema de suministro en corriente continua 125 Vcc se gestionará desde los armarios de rectificadores, en los que se transforma la corriente alterna en continua, y mediante una unidad gestora se cargarán una serie de baterías de níquel-cadmio que darán suministro al sistema de control y protecciones de la subestación y ofrecerán autonomía en caso de corte de suministro eléctrico.

Como se ha mencionado en el punto 8.2, el conjunto de rectificador-batería es redundante de forma que siempre se garantice la alimentación de los cuadros de corriente continua.

Asimismo, el Cuadro General de Corriente Continua de 125 V será del tipo normalizado con dos barras independientes, desde las que se distribuirán los servicios de control y fuerza. Estará ubicado en la sala de servicios auxiliares de la subestación.

Este cuadro alimentará los armarios de control local y los armarios de la sala de celdas de MT.



Ilustración 18. Armario de baterías de corriente continua 125 Vcc.

Una batería es un dispositivo capaz de almacenar energía eléctrica en forma de energía química. Esta energía, contenida en los electrodos, se puede transformar directamente en energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas de oxidación – reducción.

Las baterías recargables alcalinas emplean un cátodo de hidróxido de níquel y un ánodo metálico (Níquel/Cadmio) o un ánodo de hidrógeno.

Este tipo de baterías posee un electrodo positivo (cátodo) de hidróxido de níquel, y un electrodo negativo (ánodo) de cadmio. En el proceso de descarga, el hidróxido de níquel del cátodo se reduce a un estado menos oxidado y el cadmio se oxida a hidróxido de cadmio. La reacción es reversible, y se produce en el sentido inverso en la recarga de la batería. El electrolito empleado es una solución de hidróxido de potasio.

Los materiales activos de la batería se almacenan en bolsas formadas por bandas de acero doblemente perforadas. Las bandas están unidas mecánicamente y están soldadas a la barra colectora de corriente.

Este tipo de baterías es adecuado para utilizarse en centrales pequeñas y en subestaciones que no dispongan de personal de mantenimiento permanente, como en el caso del presente diseño.

Pueden recargarse, y son menos propensas que las pilas normales a perder el electrolito. Su resistencia interna es muy inferior al resto de baterías, y los tiempos de carga son menores que en el resto de baterías. Son capaces de mantener la tensión prácticamente constante durante el 90% del ciclo de descarga. Además, admiten sobrecargas y se pueden seguir cargando cuando ya no admiten más carga, a pesar de que ya no se almacena. Por último, pueden funcionar en un rango suficientemente amplio de temperaturas (entre -40 °C y 50 °C), si bien la temperatura de funcionamiento óptimo de diseño es de aproximadamente 25 °C. Debido a la ubicación interior de las baterías, se espera que su temperatura de funcionamiento sea próxima a la temperatura óptima de diseño. Por tanto, no se emplearán coeficientes de corrección por temperatura.

La batería seleccionada para alimentar en caso de emergencia el sistema de 125 Vcc será el modelo KPM 105P del fabricante Storage Battery Systems, LLC., o similar.



Ilustración 19. Batería Ni-Cd KPM 105P.

El cargador rectificador a instalar será el modelo RAF Argos del fabricante Recticur.



Ilustración 20. Rectificador RAF Argos ubicado en armario.

8.3.7 Sistema de 48 Vcc

Se instalarán dos equipos de convertidores 125/48 Vcc – batería para 48 V con capacidad de acuerdo a los criterios de diseño normalizados por la Propiedad y un Cuadro General de Corriente Continua de 48 V del tipo normalizado. De este cuadro, partirán todas las alimentaciones a los equipos de comunicaciones. Este cuadro se alimenta en 125 V c.c. desde los bastidores integrados de las posiciones y dispone de un convertidor para transformar la tensión de 125 a 48 Vcc.

8.4 Sistema de Puesta a Tierra

Se define la puesta a tierra como la ligazón metálica directa entre uno o varios elementos de la subestación y uno o varios electrodos enterrados al suelo.

Se cumplirán dos objetivos básicos: garantiza la seguridad de las personas y protege las instalaciones. Las funciones principales de esta parte de la instalación serán:

- Forzar la derivación al terreno de las corrientes de cualquier naturaleza que se puedan originar, proporcionando un circuito de baja impedancia.
- Establecer un potencial de referencia permanente, evitando diferencias de potencial entre diferentes puntos por la circulación de dichas corrientes. Las diferencias de potencial a controlar son la tensión de paso y de contacto, definidas en el apartado de cálculos correspondiente. Como se comprueba en dicho apartado, las tensiones de paso y de contacto serán inferiores a las admisibles según la norma IEC, y, por tanto, el diseño será válido.

La puesta a tierra diseñada protegerá tanto el interior de la subestación como el acceso a la misma y la acera que la rodea.

El electrodo estará formado por conductores de cobre, protegidos para dotar a la instalación de puesta a tierra de una elevada resistencia a la corrosión. La solución adoptada contemplará la instalación de una malla equipotencial enterrada. La justificación del diseño se especifica en el apartado de cálculos correspondiente.

- Se pondrán a tierra los siguientes elementos.
- Los chasis y bastidores de los elementos de maniobra.
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas.
- Las pantallas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de los motores y transformadores.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra – Las pantallas de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida y protección.
- Las columnas, soportes y pórticos.
- El vallado perimetral de la subestación.

En la memoria de cálculo se justifica la elección del sistema de puesta a tierra escogido.

8.4.1 Puesta a tierra inferior

Para la instalación de puesta a tierra enterrada se propondrá una malla metálica, enterrada como máximo a un metro de profundidad, compuesta por conductor de cobre duro comercial de la sección

adecuada y con una separación media entre los conductores que la forman, que se calcularán de forma que se garantice que en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no se superen en ningún punto de la instalación las tensiones de paso y de contacto admitidas por el Reglamento por lo que, según determina éste, se unirán a la malla de tierra, entre otros elementos, la valla perimetral metálica de la instalación, toda las puertas metálicas, las tuberías metálicas, etc. Para ello se dejarán previstas las correspondientes derivaciones de cable, así como tramos de cable de longitud suficiente para unir directamente a la malla, sin conexiones desmontables, las puestas a tierra de servicio, como son los neutros de los transformadores, las autoválvulas y las cuchillas de puesta a tierra.

En todos los puntos de unión entre diferentes conductores de la malla de tierra, se realizará una soldadura aluminotérmica que es especialmente resistente a la corrosión y que garantiza una mejor unión de las partes.

Rodeando el cerramiento de la subestación, a 1 m de la distancia de este, tanto por el interior como por el exterior, se coloca un cable perimetral, unido al resto de la malla de tierra, con objeto de evitar que se produzcan tensiones de contacto superiores a las permitidas en las cercanías del cerramiento, que son los puntos más conflictivos.

8.4.2 Puesta a tierra superior

La protección frente a descargas de origen atmosférico podrá realizarse mediante la instalación de un sistema de puntas franklin debidamente calculado o bien mediante un pararrayo con dispositivo de cebado que otorgue un área de protección suficiente.

Aprovechando la altura de los pórticos de salida de línea 132 kV., estos sistemas de protección se instalarán en la parte superior de los apoyos altos de dichos pórticos de salida de línea. En nuestro caso, se instalará un sistema de pararrayos con dispositivo de cebado adecuado que cubra toda la aparamenta del parque intemperie de la subestación.

8.5 Sistema de protecciones

El sistema de protección es el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de cualquier tipo de faltas mediante el disparo selectivo de los interruptores que permiten aislar la parte del circuito de la red eléctrica donde se haya producido la falta.

El número y duración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica junto con el mantenimiento de la tensión y frecuencia dentro de unos límites es lo que determina la calidad del servicio. Por lo tanto, la calidad del servicio en el suministro y gran parte de la seguridad de todo el sistema dependen del sistema de protección.

Estos se instalarán en todos los elementos que componen el sistema eléctrico provocando la excitación y/o alarma de un dispositivo de apertura cuando detectan una perturbación, por ejemplo, la bobina de disparo de un interruptor.

También se ocuparán tanto de la protección de las personas como de las instalaciones contra los efectos de una perturbación, aislando las faltas tan pronto como sea posible, evitando el deterioro de los materiales y limitando el daño a las instalaciones y los esfuerzos térmicos, dieléctricos y mecánicos en los equipos provocados por cualquier tipo de falta.

Otro de los objetivos principales de un sistema de protección es evitar pérdidas económicas en la explotación de la instalación ya que de por sí esta representa una gran inversión y dependiendo de la importancia de esta dentro de un sistema eléctrico se pueden tener grandes pérdidas económicas tanto para los consumidores como para la empresa responsable de la explotación de la instalación. Además, también permiten preservar la estabilidad y continuidad de la red.

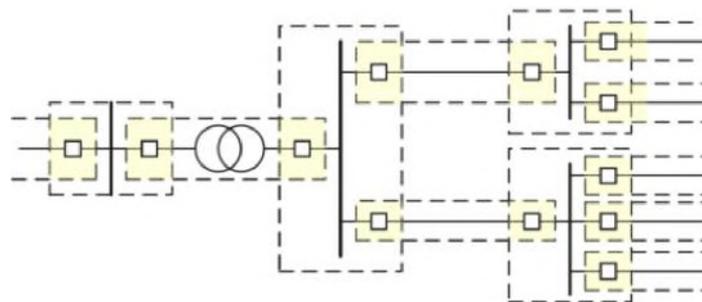


Ilustración 21. Zonas de protección de una subestación.

Para que el sistema de protección sea lo más efectivo posible, todo sistema eléctrico quedará dividido en zonas que puedan ser fácilmente desconectadas de la red en un tiempo muy corto, para que de esta forma se produzca la mínima anomalía posible en la parte del sistema que permanece en servicio. Estas zonas se conocen como zonas de protección.

Deben estar dispuestas de forma que exista un solape entre ellas, para evitar que haya áreas no protegidas, son los transformadores de intensidad los que marcan realmente los límites de cada zona de protección.

El sistema de protección y control tiene su Unidad Central (UCS) en la sala de control del edificio de la subestación eléctrica, desde la que se examinan el conjunto de equipos de tecnología digital y numérica de los que se compone, estos equipos deben estar debidamente montados y cableados en armarios.

Este sistema incluye desde los relés de señalización dispuestos en los propios aparatos eléctricos, hasta los complejos sistemas para la gestión de redes de orden superior.

Para el control y protección de los sistemas eléctricos es necesario disponer de información de su estado, es decir, conocer el valor de la tensión y la intensidad para lo que utilizamos los transformadores de tensión (TT) y los transformadores de corriente (TI) respectivamente. Esta información se lleva y utiliza en relés de protección, aparatos de medida, contadores, etc.

Si el sistema de protección y control está correctamente diseñado, con márgenes de seguridad razonables y una estudiada selección de equipos, las incidencias pueden reducirse, aunque siempre existirá la posibilidad de que se produzca una falta en alguna parte de la instalación, lo que se garantizará es que será despejada en el menor tiempo posible.

Dentro de una instalación eléctrica se pueden producir diversos tipos de faltas, que, si persisten, pueden ocasionar daños en los equipos eléctricos y electrónicos, inestabilidad en el sistema o daños al personal encargado de la explotación de la instalación.

La zona donde se produce la falta debe ser aislada lo más pronto posible con el fin de que no se vean afectadas las demás partes de la instalación.

Las perturbaciones se definen como todo cambio no deseado de las condiciones normales de funcionamiento del sistema eléctrico y pueden ser originadas tanto por faltas que se pueden originar en la red (como un cortocircuito) como por algún parámetro que la define (como un cambio del nivel de tensión).

A continuación, se definirán y describirán los diferentes tipos de perturbaciones que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

Sobrecargas

Las sobrecargas aparecen cuando se sobrepasa la intensidad nominal, cada línea o aparato se diseña con este valor máximo de carga o intensidad para que su funcionamiento sea correcto.

Los circuitos eléctricos se plantean con un determinado margen de seguridad, es decir que son capaces de soportar ciertas sobrecargas sin producirse daños importantes. Esto depende de dos factores, uno es el valor en amperios de la sobrecarga y el otro, el tiempo que dura la sobrecarga.

Los efectos de esta perturbación son calentamientos anormales de los conductores, en los que la cantidad de calor generado es proporcional al cuadrado de la corriente. Una sobrecarga prolongada causa la destrucción de las instalaciones involucradas y si son sucesivas, pueden dar lugar a un envejecimiento prematuro de la instalación.

Cortocircuitos

Consideramos cortocircuito todo contacto accidental entre dos o más conductores y/o tierra. La conexión puede ser directa, aunque normalmente se produce a través de un arco eléctrico.

Este tipo de perturbación puede ocasionar grandes averías en la instalación por la dificultad que supone el corte de un arco eléctrico. Las consecuencias de los cortocircuitos son muy graves debido al rápido y elevado aumento de la corriente eléctrica. El calentamiento excesivo puede provocar destrucción del material, otros de los efectos son la caída de tensión que perturba el sistema eléctrico y esfuerzos electromecánicos elevados que pueden dar lugar a deformaciones por tensiones mecánicas.

Existen cuatro tipos de cortocircuitos según las partes de la instalación que se pongan en contacto:

- Monofásico a tierra: un conductor que entra en contacto con tierra. Es el más frecuente.
- Bifásico: dos fases entran en contacto. Cuando se produce junto al generador es el que provoca mayores corrientes.
- Bifásico a tierra: dos fases entran en contacto con tierra.
- Trifásico: las tres fases entran en contacto. Es el que provoca las corrientes más altas.

Aunque los cortocircuitos tienen cada vez menos posibilidades de producirse en instalaciones modernas bien diseñadas, las serias consecuencias que pueden tener son un estímulo para instalar todos los medios posibles a fin de detectarlos y eliminarlos rápidamente.

Se debe calcular la corriente de cortocircuito en distintos puntos del sistema eléctrico para diseñar los cables, las barras, y todos los dispositivos de conmutación y protección, así como para determinar su configuración.

Sobretensiones

Se producen cuando hay un aumento de la tensión por encima del nivel que se considera el normal. Se puede generar tanto por los equipos que forman las instalaciones como por causas de naturaleza externa (descargas eléctricas).

Las consecuencias más importantes de las sobretensiones son deterioro del aislamiento cuando se supera su tensión dieléctrica, arcos eléctricos que pueden provocar averías más graves y un gran aumento del riesgo para las personas.

Las tensiones a las que están sometidos los aislamientos de los equipos pueden clasificarse en 4 grandes grupos:

- Tensión de servicio: la tensión de servicio eléctrico sufre variaciones frecuentes alrededor de ciertos valores, sin embargo, en lo que se refiere al cálculo de los aislamientos se consideran constantes e iguales a la máxima tensión de servicio.
- Sobretensiones internas temporales: no suelen superar 1,5 veces la tensión de servicio. Su importancia radica en que en función de ellas se definen las características de los pararrayos.
- Sobretensiones internas de maniobra: son de breve duración y fuertemente amortiguadas. Son debidas fundamentalmente a la maniobra de interruptores. Casos típicos de donde se pueden producir sobretensiones de maniobra son maniobras de conexión, desconexión y reenganche de líneas en vacío, corte de pequeñas corrientes inductivas o de magnetización de transformadores y corte de corrientes capacitivas de baterías de condensadores.
- Sobretensiones externas o atmosféricas: son de duración aún más corta que las de maniobra. Son debidas a la caída de un rayo sobre las líneas o en sus proximidades.

Entre otros equipos y medios para la protección contra las sobretensiones se emplean los llamados "descargadores" (un ejemplo serían los pararrayos), cuya misión es precisamente descargar a tierra dichas sobretensiones, evitando que lo hagan a través de los aisladores o perforando el aislamiento, con lo que se pueden producir graves daños a los equipos. Estos equipos se describieron en el capítulo anterior.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 76 de 98	

Subtensiones

Una subtensión es todo descenso de la tensión por debajo de su valor nominal. El problema que origina este tipo de perturbación es que al no variar la carga conectada se compensa con un aumento de corriente que puede llegar a provocar una sobreintensidad.

Desequilibrio

Un sistema se considera desequilibrado cuando las corrientes de cada fase tienen diferente magnitud y/o ángulo. Las causas de estas asimetrías son por un reparto desigual de las cargas o por averías o incidencias de la propia red de AT.

Retornos de energía

Se considera cuando la energía tiene sentido contrario al establecido, el sentido de la energía se determina de acuerdo a unos criterios generales que son los siguientes:

- Los generadores deben aportar energía a las barras.
- Las líneas de AT deben transportar hacia las distintas subestaciones.
- Las subestaciones deben alimentar la red de distribución.

Las causas por las que esta perturbación puede tener lugar son muy diversas, desde factores atmosféricos y climáticos, hasta envejecimiento del aislamiento, influencia de animales y vegetales, fallos electromecánicos o factores humanos.

8.5.1 Protecciones en 132 kV

Se enumeran y detallan las protecciones que se implementarán en la parte de Alta Tensión 132 kV.

FUNCIONES DE PROTECCIÓN

- 2 Discordancia de polos (2.1 + 2.2 cada uno actuando sobre una bobina de disparo).
- 3 Supervisión de la bobina de disparo (3.1+3.2).
- 50BF Fallo del interruptor.
- 21 Protección de distancia.
- 87T Protección diferencial de transformador (87T1/2-1 + 87T1/2-2 redundantes).
- 67 Protección de sobreintensidad direccional.

- 67N Protección de sobreintensidad direccional de neutro.
- 81M/m Protección de sobre/sub-frecuencia.
- 27 Protección contra mínima tensión.
- 59 Protección contra máxima tensión.
- 25 Protección de sincronismo.
- 79 Protección de reenganche.
- 64 Protección contra faltas a tierra.
- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase.
- 51N Protección de sobreintensidad de neutro instantánea/temporizada.
- 63 Relé Buchholz.
- 49 Relé imagen térmica.
- 26 Relé de temperatura.
- 71 Relé de nivel de aceite.
- 86 Disparo y bloqueo de cierre.

Dichas protecciones se clasifican según su ubicación en la subestación:

- Protecciones de barras.
- Protecciones de línea.
- Protección lado 132 kV transformador.

8.6.1.1. Protecciones de barras

Las barras de las subestaciones son elementos críticos en una red eléctrica. Debido a que una falta en una barra requiere desconectar todos los elementos conectados a la misma.

Se debe garantizar en la protección de barras la seguridad, es decir, no actuar frente a faltas externas y la selectividad, es decir, actuar frente a faltas internas.

8.6.1.2. Protección de sobretensión

Se instalará un relé de sobretensión (59) por barra, que permitirá detectar sobretensiones debidas al funcionamiento anómalo de la regulación de tensión y a las faltas, que ocasionarán sobretensiones en las fases sanas. Transcurrido el tiempo del ajuste de la protección, se abrirán todos los interruptores conectados a la barra.

Las sobretensiones permanentes que soportan los equipos provocan una disminución de su vida útil, por esto es necesario limitar el tiempo de duración de las sobretensiones, considerando que cuanto mayor sea la sobre tensión, su duración permisible.

8.6.1.3. Protección de fallo de interruptor

La protección de fallo de interruptor (52S) vigila el buen funcionamiento del interruptor tras una orden de apertura. Si no se produjese la apertura del mismo, la protección ordena la apertura del resto de interruptores de la barra, aislando de esta manera el fallo.

Cuando un relé de protección detecta una falta o una condición anómala de funcionamiento dará orden de disparo al interruptor, existe el riesgo de que no se produzca la apertura del circuito por falta del interruptor al efectuar dicha maniobra. En esta situación, dada la condición de falta, no debe retrasar la apertura del circuito, por lo que es necesaria una protección para prevenir la falta del interruptor.

Cuando la protección da la orden de disparo del interruptor a la vez se inicia el temporizador de fallo de interruptor. Si el interruptor no abre, una vez transcurrido el tiempo suficiente, se dispararán los interruptores necesarios que estén asociados a este circuito.

Esta falta se podrá producir por diferentes fallos en el cableado de control, en las bobinas de apertura, en el mecanismo propio del interruptor o dentro del equipo al extinguir el arco eléctrico.

El principio de detección se basará en la medición de la corriente que circula por el interruptor, después de una orden de apertura por parte de las protecciones la corriente deberá ser cero si la apertura del circuito ha sido correcta.

Al producirse una falta de interruptor se deberá proceder de la siguiente manera:

- En primera instancia se deberá efectuar una orden de apertura a ambas bobinas de apertura del interruptor.
- En segunda instancia se deberá proceder con la apertura de los interruptores vecinos de manera que se pueda obtener la apertura del circuito deseado, al mismo tiempo que se consigue aislar al interruptor que ha fallado.
- La falta de interruptor deberá concluir en una apertura y bloqueo de cierre del interruptor hasta detectar la causa de la falta.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 79 de 98	

El modo de vigilancia será por contactos auxiliares del interruptor.

8.6.1.4. Protección de sincronismo

Debido a que la subestación diseñada será operada por medio de telemando, será necesario contar con relés de sincronismo (81). Estos relés solo permitirán el cierre de los interruptores si a ambos lados del mismo la frecuencia es igual y la tensión tiene el mismo módulo.

8.6.1.5. Protección de AT (132 kV) del transformador: Protección diferencial

La protección diferencial del transformador (87T) vigila la corriente diferencial entre el primario y el secundario del transformador. Será la protección principal de los transformadores de potencia. Existirá un relé monofásico digital por cada fase, que actuará cuando recibe la orden de disparo. Ésta última solo se producirá en caso de faltas internas del transformador, y no para faltas externas, donde la corriente diferencial será nula. Los relés compensarán internamente la corriente diferencial, ajustando las relaciones de transformación.

8.6.1.6. Protección de AT (132 kV) del transformador: Protección de sobreintensidad 50-50N/51-51N

La protección de sobreintensidad se basará en la medida de las intensidades de fases y neutro en una posición del sistema eléctrico, evitando que se alcancen valores que puedan dañar los equipos instalados. Controlará la intensidad de paso por el equipo protegido y cuando el valor es superior al ajustado en el relé, se producirá el disparo del interruptor, activación de una alarma óptica o acústica, etc.

Dado que la mayoría de las faltas que se producen en el sistema eléctrico van acompañadas de un incremento considerable de la intensidad, esta protección cuenta con un amplio campo de aplicación. Al utilizar sólo la medida de intensidades, los equipos para protección de sobreintensidad son sencillos y económicos.

Antes de continuar con la definición de la protección de sobreintensidad es importante tener en cuenta que la mayoría de los equipos eléctricos, líneas aéreas, cables subterráneos, transformadores, motores, generadores, reactancias y banco de condensadores se caracterizan por tener una curva de daño que se ajusta a la fórmula:

$$I^2t = K$$

Esta fórmula representa la curva de daño que se muestra en la siguiente imagen:

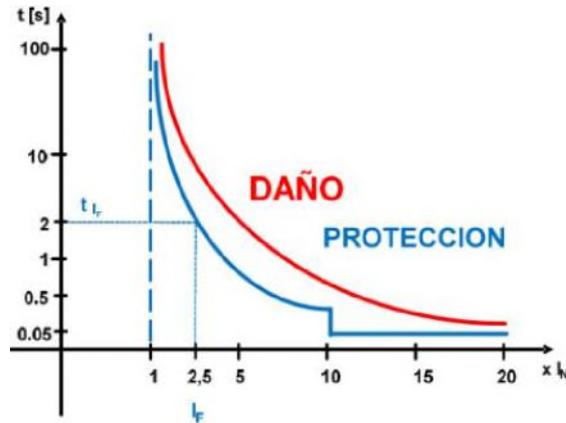


Ilustración 22. Curva de daño (rojo) y disparo por sobreintensidad (azul).

Esta gráfica indica que intensidades ligeramente elevadas pueden ser soportadas bastante más tiempo que intensidades muy elevadas cuyo efecto es perjudicial si se mantiene un poco más del tiempo admisible.

Si al equipo eléctrico considerado se le aplica una intensidad I_f durante un tiempo t_{IF} resultará dañado ya que se alcanza su curva de daño. Debe evitarse, por tanto, que se superen intensidades excesivas durante demasiado tiempo, por lo que el equipo eléctrico debe ser utilizado lejos de su curva de daño.

Es precisamente la misión de la protección de sobreintensidad, impedir que sea superada la curva de daño del equipo protegido, dando orden de disparo al interruptor correspondiente. Esto se consigue dotando a la protección de sobreintensidad de una característica de disparo situada claramente por debajo como podemos observar en la figura anterior.

Así, para una intensidad I_f se disparará la protección en el tiempo t_{IF} se alcance la zona de daño del equipo.

Las protecciones de sobreintensidad se clasifican en función de su característica de disparo en instantáneos y temporizados:

Instantáneos

Los relés instantáneos no tienen dispositivo de retardo, o sea, su actuación se produce en cuanto la magnitud eléctrica controlada alcanza el valor de ajuste.

En la figura siguiente se indica la característica de funcionamiento de un relé de sobre intensidad instantáneo.

Si la intensidad es inferior o igual a $I_{>>}$ el relé no dispara, si la intensidad es mayor que $I_{>>}$ el relé dispara transcurrido un tiempo igual a t , que en relés modernos es del orden de milisegundos, considerándose por lo tanto prácticamente instantáneo.

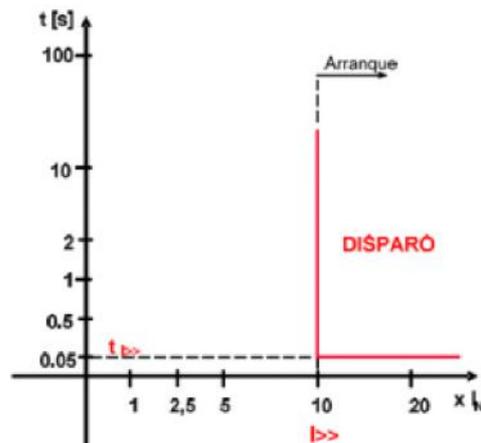


Ilustración 23. Característica de funcionamiento de un relé instantáneo.

Temporizados

En estos relés la actuación se producirá después de un cierto tiempo a partir del instante en que la magnitud controlada alcance el valor ajustado. Pueden ser relés de retardo independiente (de tiempo fijo) o relés de retardo dependientes.

En los relés de disparo independiente o de tiempo fijo, el tiempo de retardo no depende de la magnitud medida. En la figura siguiente se indica la característica de funcionamiento de un relé de sobreintensidad de tiempo independiente con dos niveles:

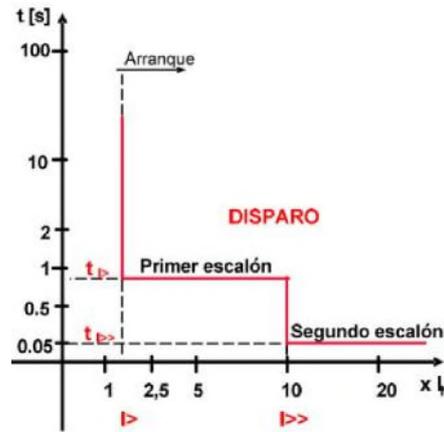


Ilustración 24. Característica de funcionamiento de un relé temporizado.

Si la intensidad es inferior o igual a $I >$ el relé no dispara, pero si la intensidad es mayor que $I >$ y menor que $I >>$ el relé dispara transcurrido un tiempo igual a $t | >$, si la corriente es mayor a $I >>$ el tiempo transcurrido hasta que el relé dispare será $t | >>$, estos tiempos tendrán un tiempo mínimo de ajuste que corresponde al tiempo mínimo de actuación del relé.

En los relés de tiempo dependiente o de característica inversa el tiempo de retardo es función de la magnitud medida. En la figura siguiente se indica la característica de funcionamiento de un relé de sobreintensidad de tiempo dependiente con característica inversa en el nivel 2 y con temporización de tiempo independiente en el nivel 1:

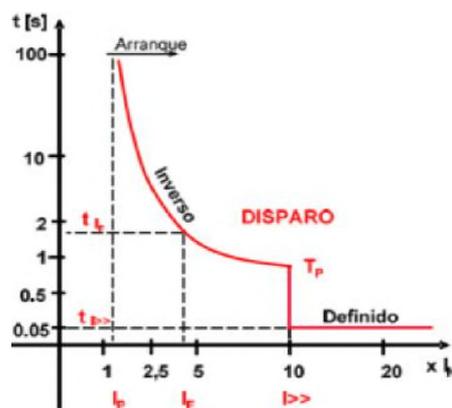


Ilustración 25. Característica de funcionamiento de un relé de dos niveles (tiempo inverso y fijo).

Como se puede observar en la figura para un valor menor de I_p el relé no dispara, cuando el valor de la corriente se encuentra entre los valores I_p e $I >>$, la curva de disparo es inversa, y el disparo se hará transcurrido un tiempo t_{if} que es dependiente del valor de la corriente. En el siguiente periodo cuando

la corriente supera el valor $I \gg$ el relé se comporta como uno de tiempo independiente, es decir el tiempo de operación se reduce a $tI \gg$.

Según la norma IEC existen tres tipos de curvas características de los relés con temporización dependiente normalmente inversa, muy inversa y extremadamente inversa. Se muestran en la siguiente figura.

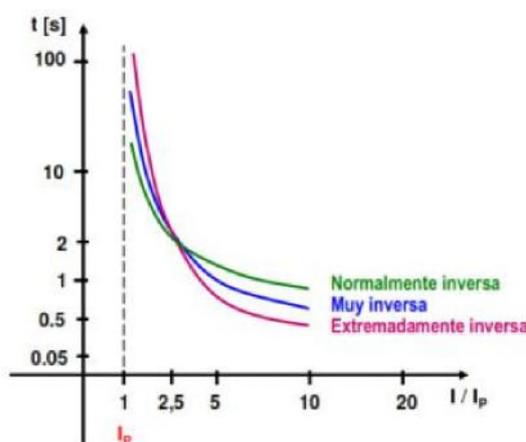


Ilustración 26. Protección de sobrecorriente con característica de tiempo dependiente.

La protección de sobrecorriente actúa ante cortocircuitos, cuando la corriente es muy elevada ($I_{cc} \approx 20I_n$) y es necesario despejarla en un tiempo muy rápido, de forma instantánea, que sólo se temporiza por necesidades de coordinación. El código ANSI de esta protección es el 50/50N. La curva característica de disparo es de tiempo definido.

Esta protección también actúa sobre las corrientes elevadas provocadas por una sobrecarga ($I_{sc} \approx 1,4I_n$), despejando en el tiempo dado por la característica del disparo seleccionada, mediante un elemento temporizado. El código ANSI es 51/51N. La curva característica de disparo puede ser de tiempo definido o de tiempo inverso.

8.6.1.7. Protección en AT (132 kV) del transformador: Protección de fallo del interruptor

La protección de fallo de interruptor de transformador tiene la misma funcionalidad que la de la posición de línea previamente descrita, por lo cual se obvia la explicación.

8.6.1.8. Protección en AT (132 kV) del transformador: Protección de sincronismo

La protección de sincronismo de transformador tiene la misma funcionalidad que la de la posición de línea previamente descrita, por lo cual se obvia la explicación.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 84 de 98	

8.6.1.9. Protección en AT (132 kV) del transformador: Protecciones propias del transformador

- Relé Buchholz.
- Imagen térmica.
- Válvula de alivio.
- Temperatura.
- Cambiador de tomas (sólo alarmas).

8.5.2 Protecciones de 30 kV

Funciones De Protección

- 50/51 Protección de sobreintensidad instantánea/temporizada de fase.
- 50N/51N Protección de sobreintensidad de neutra instantánea/temporizada de fase.
- 67/67N Protección de sobreintensidad direccional de fase/neutro.
- 27 Protección contra mínima tensión.
- 59 Protección contra máxima tensión.
- 81M/m Protección a mínimo y/o máximo de frecuencia.
- 25 Protección de sincronismo.
- 50BF Protección de fallo de interruptor.
- Función Oscilo.

8.6.2.1. Protecciones en MT (30 kV): Sobreintensidad fases y neutro

La protección de sobreintensidad (50-50N y 51-51N) tiene la misma funcionalidad que la de la posición de transformador previamente descrita, por lo cual se obvia la explicación.

8.6.2.2. Protecciones en MT (30 kV): Sobretensión y subtensión

Las protecciones de sobretensión (59) y subtensiones (27) de fase cumplen los mismos principios que en las posiciones de línea, previamente descritas, por lo que se obvia la descripción de las mismas.

La subestación contará con un sistema de control integrado que comprende el alcance descrito en los siguientes apartados:

8.6 Equipos de Medida Fiscal

En conformidad con el esquema de protección y medida que se adjunta en este proyecto y con la aprobación final de SIMEL, se instalarán los armarios necesarios para los equipos de medida, equipados debidamente con lo necesario. Se cumplirá así mismo con lo preceptuado en el Reglamento Unificado de Puntos de Medida y requisitos de REE.

El esquema de medida que se propone y que deberá ser aprobado por SIMEL es el que se muestra en el plano del esquema unifilar de protección y medida, donde se realizará la medida principal y redundante de cada posición de transformador 132/30 kV. en el lado de 132 kV, y la medida comprobante se realizará en la posición de salida de línea AT a la Subestación elevadora 132/400 kV Colectora promotores Pinar del Rey.

Esta configuración se aplicará para las cuatro plantas FV Tan Energy 1, FV Tan Energy 2, FV Tan Energy 3 y FV Tan Energy 4.

8.7 Sistema de Control

El sistema de control ofrece la posibilidad de maniobrar los equipos y aparatos de la subestación, para esto debe saber en todo momento cómo está cada uno de los equipos (abierto o cerrado) y además debe ser informado antes de que cualquier dispositivo eléctrico sea maniobrado. Al diseñarlo, los principales objetivos son la confianza, seguridad y reducción de costes.

Actualmente, la utilización de la tecnología disponible ofrece nuevas posibilidades tales como autosupervisión, análisis de señales, facilidades computacionales para los algoritmos de protección y control (diagramas lógicos de control), almacenamiento de datos, manejo de eventos y análisis de incidencias. Incluso se han logrado una reducción significativa del espacio físico requerido para estos equipos, así como una significativa reducción en la cantidad de cable utilizado. Esto influye directamente en una reducción del coste del proyecto, mejoras en la operación y planificación del mantenimiento y brindan una serie de beneficios que representan ventajas importantes a la hora de compararlos con los sistemas convencionales.

Dependiendo de las necesidades de operación particulares de cada subestación eléctrica pueden existir varios niveles de control, puede existir una operación local a nivel del propio equipo, como una operación remota desde el edificio de control o despacho de carga de la compañía alejado del parque.

Para la operación coordinada de los diferentes niveles de control se emplean redes y medios de comunicación.

Por lo general, desde el punto de vista de control una subestación eléctrica está dividida en tres niveles, en función de las necesidades de operación particulares.

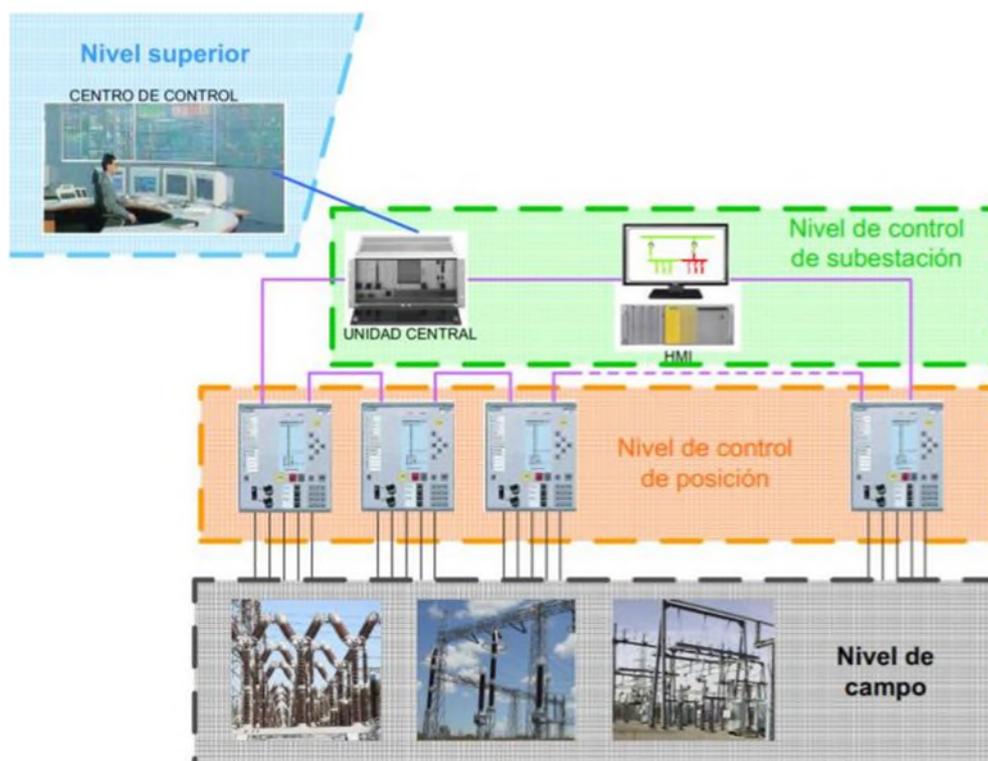


Ilustración 27. Niveles de control de una subestación.

El primer nivel observado en la figura está compuesto por equipos primarios (seccionadores, interruptores, transformadores de corriente y tensión), se denomina nivel de campo.

El control de este nivel reside en el propio mando del interruptor y seccionador y en la lógica de control implementada en el propio cuadro de mando. En este nivel también se encuentran los canales de comunicación encargados de establecer el intercambio de datos y órdenes entre el control digital y los equipos de alta tensión. Estos canales están conformados por cables de cobre multiconductores que deben estar diseñados de manera que establezcan una barrera contra las interferencias electromagnéticas, deben contar con el aislamiento galvánico y el blindaje apropiado. Esto se logra generalmente mediante el uso de cables de baja tensión apantallados.

El segundo nivel se denomina nivel de control de posición, formado por elementos intermedios como lo son las unidades de control de posición (tales como las protecciones) y todos aquellos elementos encargados de las funciones asociadas al conjunto de la posición, tales como: control, supervisión, enclavamientos, regulación de tensión, protección y medida.

Existen casos que los equipos empleados para la posición son equipos independientes de control, de protección, de medida y pantallas de alarma independientes, incluso se emplean uno o varios equipos de protección para cubrir las funciones de protección requeridas en la posición.

En el tercer nivel, tenemos dos unidades claves que recogen todas las señales de los niveles anteriores, éstas son la Unidad Central Subestación (UCS) y la interfaz de usuario, o HMI/SCADA, donde se pueden accionar elementos, ver un resumen de comunicaciones de los equipos de la subestación, histórico de alarmas, entre otras funciones.

Así mismo, este nivel puede realizar las funciones de supervisión y operación de la posición asociada, ante la ausencia del nivel superior, a través de interfaces de usuario en la unidad controladora de posición.

La unidad de control, al igual que los relés de protección o los equipos multifunción (control y protección), cuentan con facilidades de comunicación que permiten implementar redes de comunicación para el intercambio de información entre los elementos del propio nivel de posición y hacia niveles superiores, como el nivel de control de la subestación o el sistema SCADA de la subestación.

El controlador de la posición envía al SCADA de subestación las señales de medición, los estados y los controles para todos los interruptores y seccionadores de la posición controlada. El envío de los estados y cambios de estado en general se hace con un formato que permite al sistema SCADA de la subestación recibir los eventos con un tiempo asociado.

En la posición también se realiza la automatización de los enclavamientos por medio de lógica programada en la propia unidad de control de la posición.

Finalmente, en muchos casos, la unidad de control de la posición dispone de una interfaz mímica local para el control de la posición, a través de despliegues gráficos configurables dispuestos en el frente del terminal de control. Desde dicho interfaz se podrán ejecutar maniobras y se dispondrá de información relevante como señalización, alarmas e incluso medidas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 88 de 98	

8.8 Sistema de Comunicaciones

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones consisten en servicios de telefonía, canales de comunicación para las protecciones de línea, circuitos de telecontrol y de telegestión. Para la comunicación de las protecciones se utilizarán enlaces por fibra óptica para las protecciones primarias, secundarias y teledisparo. Se dotará al edificio de control de la subestación de fibra óptica multimodo y red de telefonía con protocolo IP.

En la Subestación se instalará una central telefónica para dar los servicios necesarios. Para la integración de esta central en la red IP se utilizará por un lado un router conectado con 2 tramos de 10 Mbits con la central que se determine y por otro lado con 1 switch. Se instalarán dos estaciones base DECT para la telefonía inalámbrica. Una de ellas en el interior del edificio de mando y otra en la cubierta de este. Esta última será de intemperie y dispondrá de una antena direccionable que proporcione cobertura en la totalidad de la Subestación.

Las alarmas emisión/recepción del equipo terminal de onda portadora y la alarma general de la teleprotección de baja frecuencia se cablearán a relés auxiliares para su supervisión.

La telegestión de equipos se realizará a través de la red IP. Para los servicios de telefonía y datos, en el edificio de mando, se instalará cableado estructurado mediante cables de categoría 5 o superior. Este cableado partirá del armario principal de comunicaciones ubicado en dicha sala, y llegará radialmente a todas las dependencias y casetas donde sea necesario.

Para interconectar el CCS con las miniULC's de las posiciones, al igual que las protecciones primarias con la sala de comunicaciones, se dispondrá de una red doble estrella para la cual se colocarán dos cables dieléctricos antirroedores de 16 fibras ópticas multimodo entre las casetas y la sala de comunicaciones del edificio de control donde se instalará un armario repartidor por dos canalizaciones diferentes, a ser posible. También se tenderán 6 cables de 16 fibras ópticas multimodo entre la sala de comunicaciones y la sala de control.

8.9 Sistema de Seguridad

El sistema de detección de intrusos estará formado por:

- Central de detección general.
- Detectores volumétricos infrarrojos en el interior del edificio.

- Contactos magnéticos en las puertas del edificio.
- Cámaras de circuito cerrado para el visionado íntegro de la subestación

8.10 Protección contra incendios

El sistema de protección contra incendios se ajustará a las exigencias de la ITC-14 del RAT, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación. - La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

8.10.1 Detección de incendios

La instalación de detección estará formada por los siguientes equipos:

- Una central de detección de incendios algorítmica con el número de bucles necesarios, a situar en el interior de un armario metálico en la sala de control y comunicación e interconectada a puesto de control por sistema centralizado con interfaz de comunicaciones con marcador telefónico vía GSM o con red Ethernet vía TCP/IP a central corporativa de la Propiedad.
- Sirenas de interior en la sala GIS y sala de servicios auxiliares (una en cada sala).
- Detectores ópticos de humo, con LEDs de alarma que se activan de tal manera que permiten la visión del detector desde cualquier ángulo, con sistema magnético de prueba. Se instalarán en la sala de control y en las salas GIS.
- Detectores termo-velocimétricos con doble circuito de detección, disparo a 90°C y sistema magnético de prueba. Se instalarán en los cubículos de los transformadores.
- Detectores de llama por barrera de infrarrojos en la sala GIS.
- Pulsadores manuales de alarma. Deben permitir provocar voluntariamente y transmitir una señal a la central de detección de incendio, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que se ha activado el pulsador.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 90 de 98	

8.10.2 Extinción de incendios

Los transformadores de potencia son los elementos con mayor riesgo de incendio en toda la instalación, debido a su contenido de aceite, y es donde se centrarán

En la zona de los cubículos de los transformadores y como medida para la extinción de incendios, se instalarán extintores de 25 kg de polvo químico ABC sobre carro móvil con ruedas, para facilitar su desplazamiento y utilización donde sea necesario.

Asimismo, y como medida preventiva para evitar la propagación a otros transformadores cercanos en caso de incendio, se construirán muros cortafuegos entre ellos.

En el resto de la subestación se colocarán también, otros extintores móviles o portátiles de extinción para su uso manual.

En ningún caso se aplicará ningún método ni sistema de extinción automática de incendios para combatir un fuego en la parte de 132 kV.

En el parque intemperie y sala de celdas se ubicarán extintores de polvo ABC para incendios en zonas hasta 30 kV.

Básicamente, los sistemas de extinción de incendios que se proyectan dentro de la subestación, tanto en el recinto exterior del parque intemperie de 132 kV. como en el interior del edificio de celdas MT y control, serán los siguientes:

- Sistemas de extinción manual
 - Extintores portátiles de CO2 de 5 kg, eficacia mínima 89B.
 - Extintores portátiles de polvo ABC de 6 kg, eficacia 21A-144B.
 - Extintores móviles de 25 kg, de polvo químico ABC, sobre carro móvil con ruedas.

8.11 Obra Civil

La ejecución de la subestación requerirá la realización de los trabajos de obra civil siguientes:

- Movimiento de tierras incluyendo la adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota la plataforma sobre la que se construirá la subestación.
- Ejecución de viales de acceso y de viales interiores de la subestación.

- Urbanización del terreno incluida la capa de grava superficial.
- Construcción de un edificio para albergar los equipos de control, sistemas de medida, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas de MT que acometerán las líneas de parque en 30 kV.
- Sistema de drenajes, abastecimiento de agua y saneamiento de la instalación. - Cimentaciones, bancadas para los transformadores y muro cortafuegos. - Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.
- Se detallan a continuación aspectos principales de la obra civil de la subestación.

8.12 Movimiento de tierras

La plataforma explanada será completamente horizontal.

Se determinará el Nivel de terreno explanado (NTE) de la plataforma en base a:

- La topografía de la parcela.
- Las características del terreno que se describan en el informe geotécnico.
- Los métodos de ejecución y materiales indicados en las prescripciones generales para las obras de carreteras y puentes en vigor.
- Los accesos y drenajes previstos.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m. Todas las edificaciones que se requieran deberán separar su línea de fachada de la base o coronación de un desmonte o terraplén una distancia mínima de 3 m.

La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%.

La categoría de la explanada será E1 (módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga según NLT-357 \geq 60 MPa). Para su formación únicamente se permitirá el empleo de los siguientes suelos definidos según el artículo 330 del PG3:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma.
- Suelos Adecuados y/o Tolerables: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

El material clasificado como marginal o inadecuado no podrá ser utilizado en ninguna parte de la obra.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 92 de 98	

Todas las tierras procedentes de desmontes y excavaciones serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra o revegetación de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno textural y cromáticamente. El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

8.12.1 Protección de la plataforma frente a escorrentías

Se deberá proteger la plataforma frente a la escorrentía superficial, evacuando esta hacia zonas más bajas. También será necesario proteger las zonas de recepción para evitar la erosión y reducir la velocidad del agua (podrán usarse empedrados o soluciones equivalentes).

En el camino de acceso a la parcela se construirá un sistema similar al de la plataforma, con los drenajes transversales, caños, bajantes, etc. que sean necesarios. El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales o de deshielo procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante cunetas y sus imbornales y sumideros. Se tendrá en cuenta la construcción de terraplenes y desmontes que se hayan podido ejecutar junto con la explanada, de manera que en la superficie de recogida de precipitaciones (dato inicial) se considerará, además de la superficie propia de la plataforma, la superficie correspondiente a la proyección horizontal de los terraplenes.
- La evacuación de las aguas recogidas a través de arquetas y colectores longitudinales, preferentemente y siempre que sea posible a sistemas de alcantarillado. En caso de no ser posible la conducción hasta un sistema de alcantarillado, el vertido se podrá realizar por playa de grava, vertido natural o pozo filtrante.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la instalación, mediante su acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

8.12.2 Muros de escollera u hormigón armado

Si al ejecutarse la explanada, las laderas o taludes presentan problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado.

Para el proyecto y ejecución de los muros de escollera, se seguirá en todos los casos los criterios de diseño y cálculos establecidos en la Guía para el Proyecto y la ejecución de Muros de Escollera en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento.

En el caso de que se decida ejecutar un muro fabricado con hormigón armado, el material a emplear deberá ser el siguiente:

- Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²). Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

8.12.3 Cierre perimetral de la subestación

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la instalación, situado a una adecuada distancia de los taludes de desmonte y de la plataforma en la zona de terraplén.

El cerramiento estará formado por una cimentación de apoyo de hormigón armado, postes metálicos galvanizados de perfil circular y malla de simple torsión con recubrimiento plástico.

A lo largo del trazado de la valla se utilizarán postes intermedios y de tornapuntas en los cambios de dirección, en cada esquina y al principio del cerramiento. Se dispondrán mechinales de desagüe a lo largo de todo el murete de cerramiento.

Las funciones principales de este vallado serán las siguientes:

- Evitar que personas ajenas a la subestación lleguen a estar próximas a elementos en tensión, protegiéndolas de su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones y en el edificio de celdas control.
- Para el acceso a la instalación se dispondrá una puerta metálica de al menos 7 m. libres para acceso de maquinaria y vehículos.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 94 de 98	

La totalidad de los accesos a la subestación, edificio principal y anexos estarán dotados de la señalización reglamentaria para instalaciones de Alta Tensión, compuesta por pictogramas que adviertan del peligro de la instalación.

8.12.4 Cimentaciones

Para soporte y sujeción de los elementos instalados en la subestación, se dispondrá de cimentaciones adecuadas a tal efecto. Las cimentaciones a construir son las de los pórticos de líneas, soportes para embarrado de 132 kV y para aparamenta de parque intemperie. Estas serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Las fundaciones serán definidas de acuerdo a las estructuras a cimentar y a la naturaleza del terreno.

8.12.5 Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite

Para la cimentación y movimiento de los transformadores se realizarán unas bancadas de raíles para facilitar su desplazamiento.

Estas bancadas realizarán también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador y, por lo tanto, estarán unidas al depósito general de recogida de aceite mediante tuberías.

La bancada de los transformadores 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 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

El depósito de recogida de aceite, conectado con las bancadas de los transformadores, estará constituido por muretes de hormigón armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica.

La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico de uno de los transformadores, mayorada en previsión de entrada de agua.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 95 de 98	

8.12.6 Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales

Para el abastecimiento de agua se realizará mediante depósitos destinados únicamente a este uso. El sistema de abastecimiento contará con equipos destinados al tratamiento antilegionela, según el Real Decreto 865/2003, de 4 julio.

Las aguas fecales pasarán desde el aseo a una fosa séptica estanca. La retirada de los residuos generados será llevada a cabo por un gestor autorizado.

8.12.7 Edificio

El edificio que albergará las instalaciones de interior será del tipo prefabricado de hormigón compuesto por un cerramiento exterior formado por paneles de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldada de una sola planta, con una altura máxima de 3,5 m.

El edificio estará constituido por las siguientes salas:

- Sala de Control y servicios auxiliares.
- Sala de Celdas de Media Tensión (donde se ubicarán también los TSA).
- Sala de Promotores.
- Aseos.
- Almacenes.

La sala donde se instalen los armarios de control y protecciones y los cuadros de baja tensión dispondrá de suelo técnico para facilitar la instalación de los cables.

En la sala de cabinas de MT se dispondrá de un foso para la distribución de los cables de potencia.

El acceso al interior del edificio se realizará con puertas metálicas con cerradura antipánico, aislamiento acústico-térmico y con dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

El edificio estará dotado de un sistema de climatización por bomba de calor con termostato situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura en el interior del edificio.

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termovelocimétricos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 96 de 98	

sin esperar la actuación del sistema de detección. El edificio también estará dotado de sistema anti-intrusismo con alarma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas será común a ambos sistemas (antiincendios y antiintrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la señalización local y otra hacia el sistema de comunicaciones.

Se dotará de equipos de extinción dotado de extintores móviles de 5 kg. de capacidad de CO2 en el interior del edificio.

El sistema de alumbrado permitirá conseguir los niveles de iluminación reglamentarios.

Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control, y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro de Servicios Auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos, así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

9. Plazo de ejecución de las obras

El plazo de ejecución de las obras definidas en el presente proyecto de construcción de la nueva subestación Colectora Tan Energy 132/30 kV será de aproximadamente 14 meses. La obra comenzará a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas, siendo el programa de construcción y puesta en marcha el que se muestra en el cronograma siguiente:

Programa de Ejecución para la construcción de Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy														
Etapas de Proyecto	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22
1. Ingeniería: fase constructiva														
1.1 Ingeniería: As Built y Puesta en Marcha														
2. Autorizaciones Administrativas: fase previa														
2.1 Autorizaciones Administrativas: legalizaciones y gestiones finales en Industria/REE														
3. Construcción: Obra Civil														
4. Suministro de Transformadores														
5. Suministro de Equipos														
6. Construcción: Montaje														
7. Pruebas individuales de los diferentes Sistemas														
8. Pruebas en Tensión con Suministro a Red (1ª Sincronización)														
9. Verificación por Organismos de Control Autorizados y Legalizaciones														
10. Puesta en Servicio Comercial: acta de puesta en marcha														

Tabla 25. Programa de Ejecución Subestación Eléctrica 132/30 kV Tan Energy.

10. Resumen del presupuesto

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto asciende a la cantidad de **cinco millones novecientos noventa y cinco mil novecientos sesenta y cuatro euros con sesenta y nueve céntimos (5.995.964,69 €)**

A continuación, se presenta un resumen de los diferentes capítulos del presupuesto.

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy		
Ítem	Descripción	Costo Total (€)
1	Obra Civil	297.828,66
2	Suministro de Equipos y Materiales	4.648.970,96
3	Ingeniería, montaje y otros	254.523,05
4	Gestión de residuos	6.834,60
5	Seguridad y Salud	5.725,08
Presupuesto Total de Ejecución Material		5.213.882,34 €
Gastos Generales (9%)		469.249,41 €
Beneficio Industrial (6%)		312.832,94 €
Presupuesto Total de Contrata		5.995.964,69 €

Tabla 26. Resumen de presupuesto.

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

Documento 2

Memoria de cálculo

Índice general

1. Cálculo de conductores eléctricos desnudos	5
1.1 Objetivos y alcance	5
1.2 Normativa aplicable	5
1.3 Cálculo de conductores desnudos rígidos (embarrados).....	6
1.3.1 Datos de partida	6
1.3.2 Criterios de cálculo.....	6
1.3.2.1 Corriente de cortocircuito	7
1.3.2.2 Tensión mecánica en el embarrado	7
1.3.2.3 Reacciones sobre los aisladores de soporte	10
1.3.2.4 Flecha en el embarrado	13
1.3.2.5 Elongación del embarrado	13
1.3.2.6 Esfuerzo térmico en cortocircuito.....	14
1.3.2.7 Efecto corona	15
1.3.2.8 Intensidad nominal en régimen permanente	16
1.3.3 Características de los conductores	16
1.3.4 Características de los aisladores	17
1.3.5 Condiciones del vano	17
1.3.6 Resultados	18
1.4 Cálculo de conductores desnudos flexibles	21
1.4.1 Datos de partida	21
1.4.2 Criterios de cálculo.....	22
1.4.2.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente	22
1.4.2.2 Intensidad máxima admisible de cortocircuito	23
1.4.2.3 Efecto corona	23
1.4.3 Características de los conductores	23
1.4.4 Configuración del conductor	24
1.4.5 Resultados	24
1.4.5.1 Resultado para las cuatro posiciones de transformador 30/132 kV, 50 MVA ...	24
1.4.5.2 Resultado para la posición salida línea AAT entre subestaciones.....	25
1.5 Conclusión de los resultados obtenidos	25
2. Cálculo de cables aislados de Media Tensión	26
2.1 Objetivo y alcance	26
2.2 Normativa aplicable	26
2.3 Datos de partida	26

2.4	Criterios de cálculo	27
2.4.1	Cálculo por criterio de intensidad de cortocircuito máxima admisible	28
2.4.2	Cálculo por criterio de caída de tensión máxima admisible	29
2.5	Características de los conductores	30
2.6	Protecciones	31
2.7	Resultados	31
3.	Estudios de Campos Electromagnéticos	34
3.1	Objetivo y alcance	34
3.2	Normativa aplicable	34
3.3	Metodología de análisis de Campos electromagnéticos	35
3.4	Características de la instalación y datos de cálculo	36
3.5	Resultados	38
3.6	Conclusiones	42
4.	Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra Inferior	43
4.1	Objetivo y alcance	43
4.2	Normativa aplicable	43
4.3	Datos de partida	43
4.4	Criterios de cálculo	45
4.4.1	Sección mínima del conductor	45
4.4.2	Tensión de paso y de contacto máximas admisibles	47
4.4.3	Resistencia de la malla de puesta a tierra	48
4.4.4	Cálculo de las tensiones de paso y de contacto resultantes	49
4.4.5	Longitud mínima de la malla de puesta a tierra	51
4.5	Resultados obtenidos	51
4.5.1	Sección mínima del conductor	51
4.5.2	Características de la malla de tierra	52
4.5.3	Tensiones de paso y de contacto máximas admisibles	54
4.5.4	Tensiones de paso y de contacto resultantes en la instalación	54
4.6	Criterios de validación	55
4.7	Conclusiones	56
5.	Estudio de protección contra Rayo	58
5.1	Objetivo y alcance	58
5.2	Normativa aplicable	58
5.3	Cálculo del riesgo de impacto de Rayo y selección del nivel de protección	58
5.3.1	Determinación de la necesidad de protección	59

5.3.1.1	Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (Ne)	59
5.3.1.2	Cálculo de la frecuencia aceptable de impactos (Na)	61
5.3.1.3	Conclusiones	62
5.3.2	Selección del nivel de protección	62
5.4	Diseño de la instalación exterior contra rayo.....	63
5.4.1	Tipo de pararrayos a instalar.....	63
5.4.2	Descripción de la instalación.....	63
5.4.2.1	Sistema de captación.....	64
5.4.2.2	Localización del sistema de captación	65
5.4.2.3	Sistema de bajada	66
5.4.2.4	Sistema de tomas de tierra	66
5.5	Croquis de la cobertura del pararrayos	67

1. Cálculo de conductores eléctricos desnudos

1.1 Objetivos y alcance

En este apartado, se describe el procedimiento de cálculo de los principales conductores desnudos diseñados para el proyecto de la nueva subestación eléctrica "Colectora 132/30 kV Tan Energy" objeto del presente proyecto. Estos conductores son:

- Conductores desnudos rígidos (embarrados):
 - Embarrado rígido principal 132 kV.
 - Embarrado rígido principal 30 kV.
- Conductores desnudos flexibles:
 - Cable de interconexión de la aparamenta de 132 kV (intemperie). En el caso de este proyecto, este conductor es el utilizado para la conexión del embarrado rígido principal de 132 kV con los seccionadores de barras y la conexión entre aparamenta de 132 kV.
 - Línea de salida de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy. En el caso de este proyecto, este conductor es el empleado para conectar eléctricamente la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy con la Subestación elevadora de evacuación Tayan 132/400 kV.

1.2 Normativa aplicable

Los cálculos se realizarán en conformidad con las normas indicadas a continuación:

- 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.
- 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.
- UNE-EN 60865: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos.
- UNE-EN 60909: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna.
- UNE-EN 50182: Conductores para líneas eléctricas aéreas.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 6 de 67	

1.3 Cálculo de conductores desnudos rígidos (embarrados)

1.3.1 Datos de partida

Para realizar el dimensionamiento de los embarrados rígidos, es necesario definir previamente los siguientes parámetros:

- Datos eléctricos: tensión nominal, potencia nominal, corriente de cortocircuito, relación de impedancias equivalentes del sistema, duración del cortocircuito, etc.
- Características geométricas del embarrado.
- Características mecánicas del conductor (material y propiedades físicas).
- Características mecánicas de los elementos de apoyo.
- Condiciones climatológicas de la instalación.
- Condiciones del embarrado: longitud del vano, distancia entre fases, etc.
- Tipo de anclaje en los apoyos: simple-simple, empotrado-simple, empotrado-empotrado, etc.

1.3.2 Criterios de cálculo

Los criterios de cálculo establecidos para desarrollar la justificación técnica de los embarrados rígidos diseñados para la ampliación de la subestación son los siguientes:

- Corriente de cortocircuito.
- Tensión mecánica en el embarrado.
- Reacciones sobre los aisladores de soporte.
- Flecha en el embarrado.
- Elongación del embarrado.
- Esfuerzo térmico en cortocircuito.
- Efecto corona.
- Intensidad máxima admisible en régimen permanente.

Para los cálculos, se considerará la barra correspondiente a la fase central, por ser esta la más afectada desde el punto de vista de esfuerzos de cortocircuito.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 7 de 67	

1.3.2.1 Corriente de cortocircuito

El primer paso es establecer una intensidad de cresta para aplicar al cálculo del esfuerzo sobre los embarrados debido al cortocircuito. La norma UNE-EN 60909-0 define esta intensidad como:

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k''$$

Donde:

- I_p : intensidad de cresta (kA).
- I_k'' : intensidad simétrica inicial de cortocircuito a efectos de diseño (kA).
- κ : factor para el cálculo de la intensidad de cresta, dado por:

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

- R/X : relación de impedancias equivalentes del sistema.

Esta intensidad obtenida generará un esfuerzo mecánico que el embarrado rígido deberá soportar sin producirse su deformación permanente o rotura, como se verá en los próximos apartados.

1.3.2.2 Tensión mecánica en el embarrado

Esfuerzo por viento

De acuerdo con la ITC-07 del RLAT, se considerará en los cálculos un viento con velocidad de 140 km/h (38,89 m/s) para las líneas de categoría especial y de 120 km/h para el resto de las líneas, suponiendo su actuación de forma horizontal, perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

Esfuerzo por peso propio

El peso propio del conductor rígido se tendrá en cuenta en el cálculo de los esfuerzos mecánicos.

Esfuerzo por hielo

En función de la localización geográfica de la instalación, se tendrán diferentes esfuerzos generados por el hielo. En este caso, de acuerdo con la ITC-07 del RLAT, la ubicación de la subestación se clasificará "en zona B", por lo que sí se tendrá en cuenta la sobrecarga motivada por el hielo.

Esfuerzo por cortocircuito

La aparición de un cortocircuito en los conductores rígidos generará una fuerza electromagnética que se traducirá en un esfuerzo mecánico sobre los mismos. Estos esfuerzos se aplicarán de forma transversal al conductor y vendrán dados por la siguiente expresión, para el caso de cortocircuitos trifásicos, recogida en la norma UNE-EN 60865-1:

$$F_{cc} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\mu \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a_m}$$

Donde:

- F_{cc} : fuerza electromagnética generada por el cortocircuito por unidad de longitud sobre el conductor rígido (N/m).
- I_p : intensidad de cresta de cortocircuito trifásico (A).
- Coeficiente $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{v \cdot s}{A \cdot m}$
- a_m : distancia equivalente entre fases (m).

Se tendrá en cuenta que se deberá considerar, en el cálculo de la tensión mecánica, el esfuerzo dinámico que el cortocircuito ejercerá sobre el embarrado. Este esfuerzo dinámico dependerá, por un lado, de la fuerza electromagnética y, por otro, de la frecuencia de vibración del embarrado. Esta frecuencia, a su vez, será función de las características del propio embarrado (masa, módulo de Young del material e inercia de la sección), de la longitud del vano y del tipo de apoyo (soportes simples o empotrados). La expresión que calcula el esfuerzo dinámico generado por el cortocircuito, de acuerdo con la norma UNE-EN 60865-1, es la siguiente:

$$\sigma_{cc} = \sum_i V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{cc} \cdot l^2}{8 \cdot W}$$

Donde:

- σ_{cc} : tensión mecánica de trabajo que genera el cortocircuito sobre el conductor rígido (N/mm²).
- i : número de vanos iguales.

- V_{σ} : factor que tiene en cuenta el efecto dinámico. Este factor dependerá de la frecuencia de vibración del embarrado y de la frecuencia eléctrica, y se calculará mediante la norma UNE-EN 60865-1.
- V_r : factor que tiene en cuenta el reenganche. Este factor también dependerá de la frecuencia de vibración del embarrado y de la frecuencia eléctrica, y se calculará mediante la norma UNE-EN 60865-1.
- β : constante que dependerá del tipo de conductor rígido y de soporte, y se calculará según la norma UNE-EN 60865-1.
- F_{cc} : fuerza electromagnética generada por el cortocircuito (N/m).
- W : es el momento resistente del material (m³).
- l : longitud del vano (m).

Suma de esfuerzos

Una vez definidas las cargas que ejercerán esfuerzos sobre el embarrado, se calcula la sumatoria para obtener el esfuerzo resultante. En primer lugar, se calculan las tensiones de trabajo, según la siguiente expresión:

$$\sigma_n = \sum_i \frac{1}{8} \cdot \frac{P \cdot l^2}{W}$$

Donde:

- σ_n : tensiones mecánicas de trabajo que generarán los esfuerzos definidos anteriormente (N/mm²).
- i : número de vanos iguales.
- l : longitud del vano (m).
- W : momento resistente del material (m³).
- P : carga que producirán cada uno de los esfuerzos (viento, peso propio y hielo, en N/m).

Así pues, teniendo en cuenta la dirección sobre la que actúan cada uno de los esfuerzos (viento y cortocircuito de forma transversal, y peso propio y hielo vertical hacia el suelo), se tiene que la tensión de trabajo total que aparecerá en el embarrado debido a estos es la suma vectorial de cada uno de ellos:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 10 de 67	

$$\sigma_{t0} = \sqrt{(\sigma_{cc} + \sigma_v)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2}$$

Donde:

- σ_{t0} : tensión de trabajo total (N/mm²).
- σ_{cc} : tensión ejercida por el cortocircuito (N/mm²).
- σ_v : tensión ejercida por el viento (N/mm²).
- σ_p : tensión ejercida por el peso propio del conductor rígido (N/mm²).
- σ_h : tensión ejercida por el peso del hielo (N/mm²).

La norma UNE-EN 60865 establece la siguiente relación para determinar si el embarrado rígido será capaz de soportar la tensión total de trabajo que se acaba de definir:

$$\sigma_{t0} \leq q \cdot R_{p02}$$

Donde:

- σ_{t0} : tensión de trabajo total (N/mm²).
- R_{p02} : límite de fluencia del material (N/mm²).
- q : factor de resistencia del conductor rígido que dependerá del tipo de geometría del mismo, de acuerdo con la norma UNE-EN 60865-1.

De esta forma, si la relación anterior se cumple, se puede garantizar que el embarrado rígido soportará todos los esfuerzos a los que es sometido.

1.3.2.3 Reacciones sobre los aisladores de soporte

Los aisladores de soporte que sustentarán al embarrado rígido también se verán sometidos a una serie de esfuerzos. Por tanto, deberá garantizarse también que el material del que estarán formado será capaz de soportar el esfuerzo total resultante.

Es necesario tener en cuenta que los mayores esfuerzos aparecerán en los apoyos intermedios, ya que servirán de unión entre dos vanos y, por tanto, serán mayores que en los apoyos extremos que solo soportarán un vano. Por tanto, los esfuerzos se calcularán para dichos apoyos.

A continuación, se definen los esfuerzos que se ejercerán sobre los aisladores de soporte. En este caso, los esfuerzos a considerar son únicamente los que actuarán en dirección horizontal.

Esfuerzos del embarrado sobre los aisladores de soporte

Por un lado, el esfuerzo que ejercerá el viento sobre el embarrado se trasladará a los aisladores soporte. Por otro lado, el esfuerzo que ejercerá el cortocircuito sobre el embarrado también afectará a los aisladores de soporte. Según la norma UNE-EN 60865-1, el esfuerzo vendrá dado por la siguiente expresión:

$$F_{cc,a} = V_F \cdot V_r \cdot F_{cc}$$

Donde:

- $F_{cc,a}$: esfuerzo de cortocircuito del embarrado sobre los aisladores soporte (N/m).
- V_F : factor de carga, que se calcula mediante la norma UNE-EN 60865-1 en función de la frecuencia de vibración del embarrado y de la frecuencia eléctrica.
- V_r : factor que tiene en cuenta el reenganche. Este factor dependerá también de la frecuencia de vibración del embarrado y de la frecuencia eléctrica, y se calculará mediante la norma UNE-EN 60865-1.
- F_{cc} : fuerza electromagnética generada por el cortocircuito (N/m), se calculará mediante la expresión 9.3.

Finalmente, la suma de esfuerzos que generará el embarrado sobre los soportes vendrá dada, según la norma UNE-EN 60865-1, por la ecuación:

$$F_t = \sum_i (F_{ve} + F_{cc,a}) \cdot l \cdot \alpha$$

Donde:

- F_t : fuerza total que generará el embarrado sobre los aisladores (N).
- i : número de vanos iguales.
- F_{ve} : fuerza que generará el embarrado sobre el aislador debido al viento (N/m).
- $F_{cc,a}$: es el esfuerzo de cortocircuito en el embarrado que se ejercerá sobre los aisladores soporte (N/m), y que viene dado por la expresión 9.8.

- l : longitud del vano (m).
- α : constante que dependerá del tipo de conductor rígido y de soporte, y se calculará según la norma UNE-EN 60865-1.

La hipótesis de carga más restrictiva para calcular el esfuerzo que generará el embarrado sobre los aisladores de soporte considerará el esfuerzo generado por el viento y por el cortocircuito, de acuerdo con la norma UNE-EN 60865-1.

Esfuerzo del viento sobre los aisladores de soporte

Además del esfuerzo que generará el propio embarrado sobre los aisladores, se considerará también la presión que ejercerá el viento directamente sobre los aisladores. Esta fuerza se aplicará en la cabeza del aislador, calculándose mediante la siguiente ecuación:

$$F_{v,a} = L_a \cdot D_a \cdot P_v \cdot \alpha$$

Donde:

- $F_{v,a}$: esfuerzo que generará el viento sobre el aislador de soporte(N).
- L_a : longitud del aislador de soporte (m).
- D_a : diámetro del aislador de soporte (m).
- P_v : presión del viento (N/m²).
- α : constante que depende del tipo de conductor rígido y de soporte, y se calculará según la norma UNE-EN 60865-1.

Esfuerzo total sobre los aisladores de soporte

Finalmente, el esfuerzo resultante sobre los aisladores de soporte será el siguiente:

$$F_a = F_t + F_{va}$$

Donde:

- F_a : fuerza total que se ejercerá sobre el aislador de soporte (N).
- F_t : fuerza total que generará el embarrado sobre el aislador de soporte (N).
- F_{va} : esfuerzo que generará el viento sobre el aislador de soporte (N).

Para garantizar que el aislador de soporte sea capaz de soportar el esfuerzo resultante al que es sometido, según la norma UNE-EN 60865-1, se debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{C_{flexión}}{F_a} \geq 1,5$$

Donde:

- $C_{flexión}$: carga de rotura a flexión del aislador de soporte (N).
- F_a : fuerza total que se ejercerá sobre el aislador de soporte (N).

1.3.2.4 Flecha en el embarrado

Debido al peso propio del embarrado y al peso ejercido por el hielo que pueda depositarse sobre él, se producirá una flexión en el conductor. El valor de la flecha resultante se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1}{185} \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot I}$$

Donde:

- P : carga vertical distribuida debido al peso propio del embarrado y al peso del hielo (N/m).
- l : la longitud del vano (m).
- E : módulo de Young del material (N/m²).
- I : inercia de la sección (m⁴).

Un valor admisible de flecha máxima debe ser aquel que cumpla la relación $f_{m\acute{a}x} < L/200$, siendo L la longitud del vano.

Cabe destacar que la flecha se calcula exclusivamente bajo la hipótesis de peso propio de la barra y peso del hilo, ya que es la situación de carga más restrictiva que puede tener lugar en el embarrado.

1.3.2.5 Elongación del embarrado

El conductor rígido que forma el embarrado, por efectos térmicos debidos a la temperatura ambiente y al paso de la corriente nominal, se calentará y se producirá una dilatación, que puede calcularse con la expresión siguiente:

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

Donde:

- l_0 : la longitud inicial del conductor rígido (m).
- α : coeficiente de dilatación lineal del conductor rígido (mm/m°C).
- $\Delta \theta$: incremento de temperatura entre la del montaje y de servicio (°C).

Este valor de elongación se tendrá presente a la hora de seleccionar los herrajes y demás piezas de interconexión con el embarrado, ya que deberán permitir la absorción de dicha dilatación.

1.3.2.6 Esfuerzo térmico en cortocircuito

El siguiente paso es determinar si el embarrado será capaz de resistir los esfuerzos térmicos generados por el cortocircuito. Para ello, se calcula la intensidad térmica equivalente de cortocircuito, mediante la siguiente expresión recogida en la norma UNE-EN 60909-0:

$$I_{th} = I_p \cdot \sqrt{(m + n)}$$

Donde:

- I_{th} : intensidad térmica de cortocircuito (kA).
- I_p : corriente de cresta (kA).
- m : factor para el efecto térmico de la componente de continua de la corriente de cortocircuito, que se calcula según la norma UNE-EN 60909-0.
- n : factor para el efecto térmico de la componente de alterna de la corriente de cortocircuito, que se calcula según la norma UNE-EN 60909-0.

El valor resultante de la intensidad térmica de cortocircuito I_{th} deberá ser menor que la capacidad térmica del embarrado, que vendrá dada por la densidad de corriente en cortocircuito admisible S_{th} (A/mm²) y la sección del mismo. De esta forma, para considerar válido el embarrado elegido según este criterio, se deberá cumplir que:

$$I_{th} \leq I_{th,adm}$$

Donde:

- I_{th} : intensidad térmica en cortocircuito obtenida (A).
- $I_{th,adm}$: intensidad térmica en cortocircuito máxima admisible (A).

El valor de la intensidad térmica en cortocircuito máxima admisible, o lo que es lo mismo, la capacidad térmica del embarrado se calcula a partir de la densidad de corriente en cortocircuito admisible S_{th} (A/mm²) y de la sección del conductor. El valor de densidad de corriente de cortocircuito admisible se obtiene mediante la norma UNE-EN 60865-1, en función de las características del material conductor, de la temperatura del mismo al final y al inicio de la falta, y del tiempo de duración del cortocircuito.

1.3.2.7 Efecto corona

El efecto corona es un fenómeno eléctrico que se manifiesta en forma de halo luminoso alrededor de los conductores. Está causado por la ionización del aire circundante debido a los altos niveles de tensión de la instalación. Se producirá cuando la tensión más elevada de la misma supere la tensión crítica disruptiva del aire. Este efecto se traduce finalmente en pérdidas de energía, por lo que se tratará de evitar su aparición.

Para calcular la tensión crítica disruptiva del aire, puede aplicarse la siguiente ecuación, conocida científicamente como "fórmula de Peek":

$$U_c = mc \cdot mt \cdot \delta \cdot E_{of} \cdot r_1 \cdot \ln\left(\frac{D}{r_1}\right)$$

Donde:

- U_c : tensión crítica disruptiva del aire (kV).
- mc : coeficiente de irregularidad del conductor que dependerá del tipo de conductor y su rugosidad.
- mt : coeficiente meteorológico.
- r_1 : radio exterior del embarrado (cm).
- D : distancia entre conductores (cm).
- δ : factor de corrección de la densidad del aire.
- E_{of} : valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona.

Para garantizar la no aparición del efecto corona en el embarrado, el valor obtenido tendrá que ser superior a la tensión más elevada de la instalación.

1.3.2.8 Intensidad nominal en régimen permanente

Por último, se comprobará que la intensidad nominal que circulará por el embarrado en régimen permanente sea inferior a la intensidad máxima admisible de los conductores que lo conforman, según los datos del fabricante.

1.3.3 Características de los conductores

Embarrado rígido 132 kV

El material elegido para el embarrado rígido principal de 132 kV es la aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio (Almelec) AlMgSiO 6063-T6. La forma del embarrado rígido será circular hueca, ya que es la geometría más eficiente por su buena resistencia mecánica en todas las direcciones, permitiendo soportar perfectamente las cargas debidas al viento, al hielo y los efectos electromecánicos generados por el cortocircuito. Sus características principales serán:

- Diámetro exterior: 150 mm.
- Diámetro interior: 134 mm.
- Sección: 3.569 mm².
- Intensidad nominal máxima: 3.890 A.
- Peso propio unitario 9,631 kg/m.
- Carga de rotura del material: 215 N/mm².
- Momento de inercia: 902,38 cm⁴.
- Momento resistente: 120,32 cm³.
- Límite de fluencia mínimo del material: 170 N/mm².
- Módulo elástico: 69.500 N/mm².
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,023 mm/m°C.
- Longitud máxima del vano: 20,80 m.

Embarrado rígido 30 kV

El material elegido en este caso es también la aleación de aluminio "Almelec" y la forma geométrica será igualmente circular hueca. Las características principales de este embarrado serán:

- Diámetro exterior: 63 mm.
- Diámetro interior: 47 mm.

- Sección: 1382 mm².
- Intensidad nominal máxima: 1820 A.
- Peso propio unitario 3,73 kg/m.
- Carga de rotura del material: 215 N/mm².
- Momento de inercia: 53,37 cm⁴.
- Momento resistente: 14,35 cm³.
- Límite de fluencia mínimo del material: 160 N/mm².
- Módulo elástico: 70.000 N/mm².
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,023 mm/m°C.
- Vano máximo admisible: 10,4 m

1.3.4 Características de los aisladores

Embarrado rígido 132 kV

Los embarrados rígidos se instalarán sobre aisladores de apoyo, cuyas características principales serán:

- Designación: C 10-650.
- Carga de rotura a flexión: 10.000 N.
- Carga de rotura a torsión: 4.000 N.
- Altura del aislador: 1.500 mm.
- Diámetro exterior max. parte aislante: 400 mm.

Embarrado rígido 30 kV

En el caso de los aisladores para el embarrado de 30 kV, sus características serán:

- Designación: C6-170.
- Carga de rotura a flexión: 6.000 N.
- Carga de rotura a torsión: 1.500 N.
- Altura del aislador: 445 mm.
- Diámetro exterior max. parte aislante: 205 mm.

1.3.5 Condiciones del vano

Embarrado rígido 132 kV

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 18 de 67	

Las condiciones del vano definidas para el cálculo electromecánico del embarrado de 132 kV serán:

- Tipos de anclaje: el modelo definido para los cálculos consiste en un vano apoyado en un extremo y empotrado en el otro. Es decir, en uno de los extremos se permite el desplazamiento según el eje del embarrado y el otro se encuentra rígidamente unido al aparellaje. Este modelo es válido para todos los vanos de la ampliación de las barras objeto del presente proyecto.
- Longitud máxima del vano: 12 m.
- Distancia entre ejes de fases: 3 m.
- Nº de vanos iguales: 2.

Embarrado rígido 30 kV

Para el caso del vano en el embarrado de 30 kV:

- Tipos de anclaje: vano apoyado en un extremo y empotrado en el otro.
- Longitud máxima del vano: 4 m.
- Distancia entre ejes de fases: 0,5 m.
- Nº de vanos iguales: 1

1.3.6 Resultados

A continuación, se presentan los resultados del cálculo electromecánico de los embarrados definidos en el apartado 1.3.3, teniendo en cuenta las condiciones de instalación del presente proyecto.

Embarrado rígido 132 kV

En primer lugar, se muestran los resultados obtenidos para el embarrado rígido de 132 kV.

Los esfuerzos que se ejercerán sobre el embarrado son:

3.- Esfuerzos en el embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Esfuerzo por viento	Fv (N/m)	101,98
Esfuerzo por peso propio	Fp (N/m)	94,48
Esfuerzo por hielo	Fh (N/m)	0,0
Esfuerzo por cortocircuito	Fm,st (N/m)	608,2
Frecuencia de vibración del embarrado S/UNE-EN 60865		
Frecuencia de vibración	fc (Hz)	3,357
Relación de frecuencias (vibración del embarrado vs. frecuencia de la red)	fc/f	0,067
Factores a tener en cuenta en la vibración del embarrado Vσ y Vr S/UNE-EN 60865		
Factor que tiene en cuenta el efecto dinámico	Vσ	0,428
Factor que tiene en cuenta el reenganche	Vr	1,721
Tensiones de trabajo obtenidas en el embarrado		
Tensión de trabajo por esfuerzo dinámico de cortocircuito	σ _m (N/mm ²)	126,559
Tensión de trabajo en el embarrado por viento	σ _v (N/mm ²)	39,459
Tensión de trabajo en el embarrado por peso propio	σ _p (N/mm ²)	36,556
Tensión de trabajo en el embarrado por hielo	σ _h (N/mm ²)	0,000
Tensión máxima (N/mm ²)	σ _{to}	169,994
Coefficiente de seguridad frente al límite de fluencia S/UNE-EN 60865		
Coefficiente de seguridad	Rpo2 / σ _{to}	1,000
Comprobación del embarrado	Rpo2 / σ _{to} > 1	Es válido
Comprobación del esfuerzo frente al cortocircuito S/UNE-EN 60865		
Límite de fluencia mínimo del material	Rpo2	170,000
Factor de resistencia del embarrado por límite de fluencia del material	q . Rpo2	228,478
Comprobación del embarrado	¿Es σ _{to} < q . Rpo2?	Es válido

Tabla 1. Cálculo del embarrado rígido principal 132 kV. Esfuerzos que se ejercerán sobre el embarrado.

Posteriormente, se exponen los esfuerzos ejercidos sobre los aisladores de soporte:

4.- Esfuerzos sobre los aisladores de soporte	Símbolo (unidad)	Valor
Fuerza del viento sobre el embarrado	Fv (N/m)	101,98
Fuerza de cortocircuito del embarrado	Fm,d (N/m)	503,72
Suma de los esfuerzos del embarrado (viento + cortocircuito)	Ft (N)	6.199,12
Esfuerzo que ejerce el embarrado sobre el aislador	Ft' (N)	6.199,12
Fuerza del viento sobre el aislador	Fva (N)	152,97
Fuerza total sobre el aislador	FT(N)	6.352,09
Coefficiente de seguridad del aislador según su carga de rotura a flexión	Cflexión/FT	1,57
	¿Es Cseg > 1,5?	Es válido

Tabla 2. Cálculo del embarrado rígido principal 132 kV. Esfuerzos que se ejercerán sobre los aisladores soporte.

Por último, se recogen los resultados obtenidos de flecha, elongación el embarrado, esfuerzo térmico de cortocircuito en los conductores, efecto corona e intensidad nominal en régimen permanente:

5.- Flecha en el embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Flecha resultante	f (cm)	2,82
6.- Elongación del embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Elongación resultante	Al (mm)	14,12
7.- Esfuerzo térmico de cortocircuito	Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad térmica en cortocircuito	Ith (kA)	107,52
Capacidad térmica del embarrado	Ith,adm (kA)	422,11
Comprobación	Ith < Ith,adm	Es válido
8.- Efecto corona	Símbolo (unidad)	Valor
Tensión crítica disruptiva	Uc (kV)	585,44
Tensión más elevada de la Red	Um	145,00
Comprobación	Uc > Um	Es válido
9.- Intensidad nominal en régimen permanente	Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad nominal en embarrado	In (A)	874,77
Intensidad nominal máxima	In,máx (A)	3.890,00
Comprobación	In < In,máx	Es válido

Tabla 3. Cálculo del embarrado rígido principal 132 kV. Otros resultados.

Como se puede apreciar, el embarrado rígido de 132 kV definido en el apartado 1.3.3, cumplirá los requisitos técnicos establecidos y será válido para ser utilizado en el parque de alta tensión 132 kV.

Embarrado rígido 30 kV

Para el caso de los embarrados de 30 kV, los esfuerzos que se ejercerán sobre el embarrado serán:

3.- Esfuerzos en el embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Esfuerzo por viento	Fv (N/m)	42,83
Esfuerzo por peso propio	Fp (N/m)	36,59
Esfuerzo por hielo	Fh (N/m)	0,0
Esfuerzo por cortocircuito	Fm,st (N/m)	1.320,0
Frecuencia de vibración del embarrado S/UNE-EN 60865		
Frecuencia de vibración	fc (Hz)	13,703
Relación de frecuencias (vibración del embarrado vs. frecuencia de la red)	fc/f	0,274
Factores a tener en cuenta en la vibración del embarrado V σ y Vr S/UNE-EN 60865		
Factor que tiene en cuenta el efecto dinámico	V σ	0,758
Factor que tiene en cuenta el reenganche	Vr	1,346
Tensiones de trabajo obtenidas en el embarrado		
Tensión de trabajo por esfuerzo dinámico de cortocircuito	σ_m (N/mm ²)	153,173
Tensión de trabajo en el embarrado por viento	σ_v (N/mm ²)	6,676
Tensión de trabajo en el embarrado por peso propio	σ_p (N/mm ²)	5,703
Tensión de trabajo en el embarrado por hielo	σ_h (N/mm ²)	0,000
Tensión máxima (N/mm ²)	σ_{to}	159,951
Coeficiente de seguridad frente al límite de fluencia S/UNE-EN 60865		
Coeficiente de seguridad	Rpo2 / σ_{to}	1,000
Comprobación del embarrado	Rpo2 / $\sigma_{to} > 1$	Es válido
Comprobación del esfuerzo frente al cortocircuito S/UNE-EN 60865		
Límite de fluencia mínimo del material	Rpo2	160,000
Factor de resistencia del embarrado por límite de fluencia del material	q . Rpo2	230,445
Comprobación del embarrado	¿Es $\sigma_{to} < q . Rpo2$?	Es válido

Tabla 4. Cálculo del embarrado rígido principal 30 kV. Esfuerzos que se ejercerán sobre el embarrado.

Posteriormente, se exponen los esfuerzos que se ejercerán sobre los aisladores de soporte:

4.- Esfuerzos sobre los aisladores de soporte	Símbolo (unidad)	Valor
Fuerza del viento sobre el embarrado	Fv (N/m)	42,83
Fuerza de cortocircuito del embarrado	Fm,d (N/m)	1.505,75
Suma de los esfuerzos del embarrado (viento + cortocircuito)	Ft (N)	2.456,45
Esfuerzo que ejerce el embarrado sobre el aislador	Ft' (N)	2.898,06
Fuerza del viento sobre el aislador	Fva (N)	23,26
Fuerza total sobre el aislador	FT(N)	2.921,31
Coefficiente de seguridad del aislador según su carga de rotura a flexión	Cflexión/FT	2,05
	¿Es Cseg>1,5?	Es válido

Tabla 5. Cálculo del embarrado rígido principal 30 kV. Esfuerzos que se ejercerán sobre los aisladores soporte.

Por último, se recogen los resultados obtenidos de flecha, elongación el embarrado, esfuerzo térmico de cortocircuito en los conductores, efecto corona e intensidad nominal en régimen permanente:

5.- Flecha en el embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Flecha resultante	f (cm)	0,17
6.- Elongacion del embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Elongación resultante	Al (mm)	4,38
7.- Esfuerzo térmico de cortocircuito	Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad térmica en cortocircuito	Ith (kA)	62,77
Capacidad térmica del embarrado	Ith,adm (kA)	115,61
Comprobación	Ith < Ith,adm	Es válido
8.- Efecto corona	Símbolo (unidad)	Valor
Tensión crítica disruptiva	Uc (kV)	194,16
Tensión más elevada de la Red	Um	36,00
Comprobación	Uc > Um	Es válido
9.- Intensidad nominal en régimen permanente	Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad nominal en embarrado	In (A)	958,40
Intensidad nominal máxima	In,máx (A)	1.820,00
Comprobación	In < In,máx	Es válido

Tabla 6. Cálculo del embarrado rígido principal 30 kV. Otros resultados.

Como se puede apreciar, el embarrado rígido de 30 kV definido en el apartado 1.3.3, cumplirá los requisitos técnicos establecidos y será válido para ser utilizado en el parque de 30 kV.

1.4 Cálculo de conductores desnudos flexibles

1.4.1 Datos de partida

Para realizar el dimensionamiento de estos conductores, es necesario definir previamente los siguientes parámetros:

- Datos eléctricos: tensión nominal, potencia nominal, corriente o potencia de cortocircuito, tiempo de duración del defecto.

- Características constructivas del conductor (material y propiedades físicas).
- Condiciones climatológicas de la instalación.
- Configuración: distancias entre fases, número de conductores por fase, etc.

1.4.2 Criterios de cálculo

Los criterios de cálculo establecidos para desarrollar la justificación técnica de los conductores desnudos flexibles de 132 kV diseñados para la ampliación de la subestación son los siguientes:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente.
- Intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito.
- Pérdidas por efecto corona.

Para los cálculos, se considerará la barra correspondiente a la fase central, por ser esta la más afectada desde el punto de vista de esfuerzos de cortocircuito.

1.4.2.1 Intensidad máxima admisible en régimen permanente

Para justificar el dimensionamiento del embarrado simple por el criterio de intensidad máxima admisible, el primer paso es conocer la intensidad nominal de la instalación, que se calcula de forma análoga al caso de los conductores aislados de media tensión.

El siguiente paso es determinar la intensidad máxima admisible del conductor, que se calcula en función de las temperaturas máximas fijadas por la ITC-LAT 07, aplicando la ecuación del balance térmico en régimen estacionario:

$$I = \sqrt{\frac{8550 \cdot (T_2 - T_1) \cdot (v \cdot d \cdot 10^{-3})^{0.448} + \epsilon \cdot \sigma \cdot \pi \cdot d \cdot (T_2^4 - T_1^4) - \alpha \cdot Si \cdot d}{R \cdot [1 - k \cdot (T_2 - 20)]}}$$

Donde:

- I : Intensidad máxima admisible del conductor (A).
- T_1 : temperatura ambiente (°C).
- T_2 : Temperatura del conductor (°C).
- v : velocidad del viento (m/s).
- d : diámetro del conductor (mm).

- ϵ : coeficiente de emisividad de radiación sobre un cuerpo negro.
- σ : Constante de Stefan Boltzmann.
- α : coeficiente de absorción solar.
- S_i : radiación solar incidente media (W/m²).
- R : resistencia eléctrica del conductor a 20 °C (Ω /km).
- k : coeficiente de variación de resistencia eléctrica (°C⁻¹).

Otro procedimiento para determinar si la sección del conductor será adecuada consiste en comprobar la densidad de corriente máxima permitida por la ITC-LAT 07, en función de del tipo de material conductor. Además, se tendrá en cuenta la intensidad máxima admisible garantizada por el fabricante del conductor, de forma que este valor sea superior a la intensidad nominal de la instalación.

1.4.2.2 Intensidad máxima admisible de cortocircuito

Análogamente, la intensidad de cortocircuito generará un calentamiento que el conductor flexible deberá soportar. El proceso de cálculo es idéntico al utilizado para los embarrados rígidos, desarrollado en el apartado 1.3.2.1.

1.4.2.3 Efecto corona

Igualmente, el cálculo de la tensión crítica disruptiva del aire para determinar la presencia del efecto corona se lleva a cabo de forma idéntica que para embarrados rígidos. Por tanto, se seguirá el procedimiento definido en el apartado 1.3.2.7.

1.4.3 Características de los conductores

Las principales características técnicas del conductor flexible empleado en la interconexión de la aparatamenta y equipos de 132 kV en el parque intemperie y para la línea de conexión entre las subestaciones serán:

- Designación: 767-AL1 (Gladiolus).
- Material: aluminio.
- Diámetro: 36 mm.
- Sección: 765,35 mm².
- Formación: simplex en Posiciones Trafo 132/30 kV. y duplex en Posición salida línea 132 kV.
- Intensidad máxima admisible en régimen permanente: 1295 A.

- Temperatura admisible del conductor en funcionamiento normal: 80 °C.
- Temperatura admisible del conductor durante cortocircuito: 200 °C.

1.4.4 Configuración del conductor

Por último, las condiciones de instalación del conductor son:

- Distancia entre fases considerada: 3 m.
- Número de conductores por fase: 1 (simplex) Posiciones Trafo 132/30 kV. y 2 (duplex) Posición LAAT 132 kV.

1.4.5 Resultados

A continuación, se presentan los resultados del cálculo electromecánico del conductor desnudo flexible definido en el apartado 1.4.3 teniendo en cuenta las condiciones de instalación del presente proyecto para las cuatro posiciones de transformador 132/30 kV, 50 MVA y para la posición salida de línea 132 kV que conectará las subestaciones colectora 132/30 kV Tan Energy y la Colectora 132/400 kV Promotores Pinar del Rey.

1.4.5.1 Resultado para las cuatro posiciones de transformador 30/132 kV, 50 MVA

Los resultados electromecánicos obtenidos del conductor flexible que se conectará en las cuatro posiciones de transformador son los siguientes:

2.- Resultados de los cálculos		Símbolo (Unidad)	Valor
2.1 Criterio efecto corona			
Tensión más elevada de la red		Um (kV)	145,0
Tensión crítica disruptiva		Uc (kV)	275,1
2.2 Criterio intensidad máxima admisible en régimen permanente			
Intensidad nominal de la instalación		In (A)	218,69
Sobrecarga 200% durante 2 horas		I 200% (A)	437,39
Sobrecarga 300% durante 5 minutos		I 300% (A)	656,08
Intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor según RLAT 07		I adm (A)	1.186,29
Intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor según fabricante, considerando fases múltiples		I adm (A)	1.295,00
2.3 Criterio intensidad máxima admisible de cortocircuito			
Densidad de corriente térmica equivalente por cortocircuito		δ_{th}	53,5
Densidad de corriente térmica equivalente de cortocircuito admisible		$\delta_{cc adm}$	118,2
3.- Validación del cable			
3.1 Efecto corona		Um (kV) < Uc (kV)	Cable válido
3.2 Intensidad máxima admisible en régimen permanente		In (A) < I adm (A)	Cable válido
3.3 Intensidad máxima admisible por sobrecarga 200% durante 2 horas		I 200% (A) < I adm (A)	Cable válido
3.4 Intensidad máxima admisible por sobrecarga 300% durante 5 minutos		I 300% (A) < I adm (A)	Cable válido
3.5 Intensidad máxima admisible de cortocircuito		δ_{th} < $\delta_{cc adm}$	Cable válido

Tabla 7. Cálculo del conductor desnudo flexible de 132 kV. Resultados para las posiciones de transformador (50 MVA).

1.4.5.2 Resultado para la posición salida línea AAT entre subestaciones

Para la posición salida de línea 132 kV se ha considerado la potencia nominal de 173,4 MWn, que es la correspondiente a la potencia total de evacuación de las 4 plantas fotovoltaicas. Los resultados electromecánicos obtenidos del conductor flexible que conecta los equipos de la posición salida de línea 132 kV son los siguientes:

2.- Resultados de los cálculos		Símbolo (Unidad)	Valor
2.1 Criterio efecto corona			
Tensión más elevada de la red		Um (kV)	145,0
Tensión crítica disruptiva		Uc (kV)	624,8
2.2 Criterio intensidad máxima admisible en régimen permanente			
Intensidad nominal de la instalación		In (A)	758,43
Sobrecarga 200% durante 2 horas		I 200% (A)	1.516,86
Sobrecarga 300% durante 5 minutos		I 300% (A)	2.275,28
Intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor según RLAT 07		I adm (A)	2.372,59
Intensidad máxima admisible en régimen permanente del conductor según fabricante, considerando fases múltiples		I adm (A)	2.590,00
2.3 Criterio intensidad máxima admisible de cortocircuito			
Densidad de corriente térmica equivalente por cortocircuito		δ_{th}	26,8
Densidad de corriente térmica equivalente de cortocircuito admisible		$\delta_{cc adm}$	118,2
3.- Validación del cable			
3.1 Efecto corona		Um (kV) < Uc (kV)	Cable válido
3.2 Intensidad máxima admisible en régimen permanente		In (A) < I adm (A)	Cable válido
3.3 Intensidad máxima admisible por sobrecarga 200% durante 2 horas		I 200% (A) < I adm (A)	Cable válido
3.4 Intensidad máxima admisible por sobrecarga 300% durante 5 minutos		I 300% (A) < I adm (A)	Cable válido
3.5 Intensidad máxima admisible de cortocircuito		δ_{th} < $\delta_{cc adm}$	Cable válido

Tabla 8. Cálculo del conductor desnudo flexible de 132 kV. Resultados para la posición salida línea (200 MVA).

1.5 Conclusión de los resultados obtenidos

Como se puede apreciar, tanto los embarrados rígidos de 30 kV, el embarrado rígido de 132 kV y los conductores desnudos flexibles de 132 kV cumplirán todos los requisitos de diseño establecidos para las cuatro posiciones de transformador y para la posición de salida de línea, por lo que es válido para la interconexión entre la apartamentada y con el embarrado rígido principal 132 kV.

Asimismo, para la posición de línea dicho conductor desnudo flexible de 132 kV es válido para la interconexión entre la apartamentada y con el embarrado rígido principal 132 kV, pero en formación duplex.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 26 de 67	

2. Cálculo de cables aislados de Media Tensión

2.1 Objetivo y alcance

En este apartado, se define la metodología empleada para llevar a cabo el cálculo eléctrico del cableado aislado de media tensión (30 kV) que se requiere para conectar las celdas con el embarrado de 30 kV de los transformadores de potencia y con los transformadores de Servicios Auxiliares.

El cableado objeto del presente proyecto está formado por las siguientes líneas:

- Conexión de las celdas de líneas de MT con los transformadores 132/30 kV situados a intemperie.
- Conexión de la celda de protección del Transformador de Servicios Auxiliares al mismo.

El objetivo es definir las características constructivas y las secciones normalizadas de los conductores que garanticen la seguridad y la fiabilidad en su operación, así como el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas por la normativa vigente.

2.2 Normativa aplicable

Los cálculos se realizarán en conformidad con las normas indicadas a continuación:

- 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.
- 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.
- UNE-EN 211435: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.

2.3 Datos de partida

Los parámetros de entrada necesarios para desarrollar el cálculo eléctrico de los conductores aislados de MT son:

- Intensidad nominal transportada por la línea.
- Longitud de la línea
- Tensión nominal de la red.
- Intensidad de cortocircuito.
- Tiempo de duración del cortocircuito.
- Categoría de la red.
- Factor de potencia.
- Tipo y nivel de aislamiento.
- Tipo de instalación.
- Temperatura ambiente.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Caída de tensión máxima admisible en la instalación.
- Resistividad y reactancia del material conductor.

2.4 Criterios de cálculo

El RLAT establece, de forma general, dos criterios para dimensionar los conductores adecuados que formarán la instalación MT: criterio de intensidad máxima admisible en régimen permanente y criterio de intensidad máxima de cortocircuito admisible.

Aunque la caída de tensión en la línea de MT no resulta significativa, debido a las reducidas pérdidas por efecto Joule que aparecen al tener niveles de tensión nominal elevados, conviene asegurar que esta caída de tensión sea inferior a un determinado valor máximo.

Estos tres criterios darán como resultado una sección adecuada para los conductores, siendo elegida la mayor de entre los criterios aplicables, es decir, la situación más desfavorable.

Cálculo por criterio de intensidad máxima admisible

La corriente transportada por un conductor durante periodos prolongados en funcionamiento normal (régimen permanente) debe ser tal que no se supere el límite de temperatura del aislamiento.

Para el caso de conductores subterráneos, como el de la instalación eléctrica de MT del presente proyecto, el RLAT establece, en su ITC-LAT 06, los valores máximos de intensidad nominal en función del material aislante y del material conductor que el cable puede admitir. Asimismo, la ITC-LAT 06

define un conjunto de factores de corrección que modifican los valores máximos de intensidad, y que están relacionados con una serie de parámetros que influyen en la disipación del calor generado por efecto Joule y, por ende, en la temperatura que el cable puede alcanzar. Estos parámetros son, entre otros: resistividad del suelo, temperatura ambiente, profundidad de la instalación, tipo de canalización enterrada, tipo de agrupamiento y número de circuitos adyacentes, etc.

Por tanto, conociendo la intensidad nominal que circulará por la instalación, según la expresión 2.1, se debe seleccionar una sección normalizada cuya intensidad máxima admisible, definida en el reglamento en función de los parámetros descritos en el párrafo anterior, sea superior a la intensidad nominal que circulará por el cable. Además, se tendrá en cuenta la intensidad máxima admisible que garantiza el fabricante del cableado utilizado, comprobándose que dicho valor es también superior a la intensidad nominal de la línea corregida según los factores definidos en el apartado anterior.

La intensidad nominal de la línea se calcula según la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi}$$

Donde:

- I_n : intensidad nominal (A).
- P : potencia activa en la línea (W).
- U_n : tensión de la línea (V).
- $\cos \phi$: factor de potencia.

Siguiendo este procedimiento, se garantiza que el conductor cumple los requisitos establecidos por este criterio intensidad máxima admisible.

2.4.1 Cálculo por criterio de intensidad de cortocircuito máxima admisible

En un cable, un cortocircuito es una corriente de muy elevada intensidad, pero de muy corta duración, seguida de una desconexión permanente. En este supuesto, los períodos de carga son tan breves que se puede suponer que el calentamiento es adiabático, es decir, que todo el calor generado, no se disipa, se queda en el conductor y se emplea en calentar el cable. Por tanto, de igual forma, la intensidad de cortocircuito máxima admisible que puede tener lugar en las líneas se determina también en función de la temperatura máxima permitida por el conductor. En otras palabras, la sección del conductor debe

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 29 de 67	

ser elegida de forma que el aumento de corriente debido al cortocircuito no provoque un incremento de temperatura del cable por encima del límite establecido por el tipo de material aislante.

La siguiente expresión se utiliza, de acuerdo con la ITC-LAT 06, para calcular dicha sección, en función de la intensidad de cortocircuito y del tiempo de duración del mismo.

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito (A).
- S : sección del conductor (mm²).
- K : es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito, y que viene recogido en la ITC-LAT 06.
- t_{cc} : duración del cortocircuito (s).

La intensidad de cortocircuito se obtiene mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

- I_{cc} : corriente de cortocircuito (A).
- S_{cc} : Potencia de cortocircuito (VA).
- U_n : Tensión nominal de la red (V).

Se elegirá, por tanto, una sección normalizada superior al valor obtenido. De esta forma, se garantiza que el conductor cumple los requisitos establecidos por el criterio de cortocircuito.

2.4.2 Cálculo por criterio de caída de tensión máxima admisible

En cuanto a la caída de tensión, la sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen y el final del cable será, como máximo, un valor determinado (en este proyecto, se establece un 0,5%).

Esta caída de tensión dependerá, entre otros, de la sección del cable, la configuración de la línea, el tipo de material y la potencia transportada, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta_u = \sqrt{3} \cdot \left(\frac{\rho \cdot L}{S} \cdot \cos \phi + \frac{\lambda \cdot L}{S} \cdot \sin \phi \right)$$

Donde:

- Δ_u : caída de tensión (V).
- ρ : resistividad por unidad de longitud de los conductores ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$).
- L : longitud del cable (m).
- S : sección del cable (mm^2).
- ϕ : ángulo de fase.
- λ : reactancia por unidad de sección y de longitud de los conductores ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$).
- I_{cc} : corriente de diseño (A).

Por tanto, definiendo un valor máximo de caída de tensión admisible, se puede obtener la sección mínima del conductor. La sección normalizada será la inmediatamente superior al valor obtenido y, de esta forma, se garantiza que el cable cumplirá los requisitos establecidos por el criterio de caída de tensión.

Finalmente, se obtienen tres secciones, resultantes de los tres criterios de cálculo utilizados, así que se elegirá la sección mayor, es decir, la situación de cálculo más desfavorable. Así, quedará justificado el dimensionamiento de los conductores empleados en la instalación eléctrica de MT.

2.5 Características de los conductores

Los cables aislados de MT estarán formados por conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado (XLPE), con una tensión asignada de 18/30 kV. Los cables que conectan con los embarrados y con las celdas correspondientes se tenderán a lo largo del parque de intemperie de la subestación, instalados en una canalización prefabricada de hormigón. El cable que conecta la celda de SSAA con el transformador de SSAA discurrirá por el foso dentro del edificio de control.

2.6 Protecciones

Los conductores aislados de MT se protegerán en las celdas correspondientes situadas en el interior del edificio de control mediante un interruptor automático y/o relés.

Estos interruptores automáticos/relés tendrán las siguientes características principales:

- Tensión nominal 36 kV
- Intensidad nominal en servicio continuo:
 - Celdas de línea – transformador de SSAA (TSA 1) 400 A
 - Celdas de línea – transformador de SSAA (TSA 2) 400 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T1) 1250 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T2) 1250 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T3) 1250 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T4) 1250 A
- Corriente asignada de corte en cortocircuito 25 kA

2.7 Resultados

Los resultados obtenidos para los cables aislados de MT objeto del presente proyecto son los siguientes:

- Línea Celdas MT – Transformador T1: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas MT – Transformador T2: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas MT – Transformador T3: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas MT – Transformador T4: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas SSAA – Transformador TSA 1: 1 terna de cable unipolar aislado RHZ1-OL 18/30 kV 3(1x300) mm² Al H16.
- Línea Celdas SSAA – Transformador TSA 2: 1 terna de cable unipolar aislado RHZ1-OL 18/30 kV 3(1x300) mm² Al H16.

A continuación, se muestran los cálculos realizados:

Origen	Destino	Tensión nominal de la red (kV)	Categoría de la red (A, B, C)	Tensión asignada del cable U ₀ /U (kV)	Longitud (m)	Coefficiente de simultaneidad	Factor de arranque	Rendimiento mecánico %	Potencia cálculo (kW)	$\Delta V_{\text{máximo}}$ (%)	Caída de tensión prevista (kV)	Potencia de cortocircuito S _{cc} (MVA)	Tiempo de duración del cortocircuito t _{cc} (s)
Celdas MT	T-1	30	A	18/30	45	1,00	1,00	100	49.800	0,5%	0,15	1.299	1,0
Celdas MT	T-2	30	A	18/30	55	1,00	1,00	100	49.800	0,5%	0,15	1.299	1,0
Celdas MT	T-3	30	A	18/30	65	1,00	1,00	100	49.800	0,5%	0,15	1.299	1,0
Celdas MT	T-4	30	A	18/30	75	1,00	1,00	100	49.800	0,5%	0,15	1.299	1,0
Celdas MT	TFSA 1	30	A	18/30	15	1,00	1,00	100	250	0,5%	0,15	1.299	1,0
Celdas MT	TFSA 2	30	A	18/30	15	1,00	1,00	100	250	0,5%	0,15	1.299	1,0

Tabla 9. Resultados conductores MT aislados I.

Origen	Destino	Intensidad de cálculo (en A)	Temperatura ambiente (°C)	Número de circuitos simultáneos	Factor de corrección por Temperatura del Aire	Factor de corrección por Resistividad del Terreno - Aluminio -	Factor de corrección por Agrupamiento en instalaciones al aire - Aluminio -	Factor de corrección por cables expuestos directamente al sol
Celdas MT	T-1	958,40	40	4	1,00	1,00	0,75	1,00
Celdas MT	T-2	958,40	40	4	1,00	1,00	0,75	1,00
Celdas MT	T-3	958,40	40	4	1,00	1,00	0,75	1,00
Celdas MT	T-4	958,40	40	4	1,00	1,00	0,75	1,00
Celdas MT	TFSA 1	4,81	40	2	1,00	1,00	0,84	1,00
Celdas MT	TFSA 2	4,81	40	2	1,00	1,00	0,84	1,00

Tabla 10. Resultados conductores MT aislados II.

Origen	Destino	Intensidad máxima admisible (en A) - Aluminio -	Sección mínima del conductor por cortocircuito (mm ²) - Aluminio -	Sección mínima del conductor por caída de tensión (mm ²) - Aluminio -	Conductor calculado (mm ²) - Aluminio -	Caída de Tensión Real (en V) - Aluminio -	ΔV (en %) - Aluminio -	Criterio de cortocircuito - Aluminio -
Celdas MT	T-1	1346	265,96	15,06	2x[3(1x500)]	2,26	0,00753%	CABLE VÁLIDO
Celdas MT	T-2	1346	265,96	18,41	2x[3(1x500)]	2,76	0,00921%	CABLE VÁLIDO
Celdas MT	T-3	1346	265,96	21,76	2x[3(1x500)]	3,26	0,01088%	CABLE VÁLIDO
Celdas MT	T-4	1346	265,96	25,11	2x[3(1x500)]	3,77	0,01255%	CABLE VÁLIDO
Celdas MT	TFSA 1	145	265,96	0,03	3(1x300)	0,01	0,00004%	CABLE VÁLIDO
Celdas MT	TFSA 2	145	265,96	0,03	3(1x300)	0,01	0,00004%	CABLE VÁLIDO

Tabla 11. Resultados conductores MT aislados III.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 34 de 67	

3. Estudios de Campos Electromagnéticos

3.1 Objetivo y alcance

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo en los alrededores de la Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy objeto del presente proyecto, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

3.2 Normativa aplicable

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el "Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μ T).

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación, se indican las normas aplicables a la misma:

- Norma UNE 20833 de abril de 1997: "Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial".
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".

- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

3.3 Metodología de análisis de Campos electromagnéticos

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) mediante Matlab realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación y discretizados a segmentos:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2 * \pi} * \sum_{i=1}^{i=k} \frac{I_i * y_i}{x_i^2 + y_i^2} \quad B_y = \frac{\mu_0}{2 * \pi} * \sum_{i=1}^{i=k} \frac{I_i * x_i}{x_i^2 + y_i^2}$$
$$|B| = \sqrt{|B_x|^2 + |B_y|^2} \quad \vec{B} = (B_x, B_y)$$

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE CLC/TR-50453.

De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 36 de 67	

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

3.4 Características de la instalación y datos de cálculo

El parque de 132/30 kV AIS del proyecto tipo tiene las siguientes características:

- Nivel Tensión: 132 kV en AT y 30 kV en MT
- Tipo: Intemperie convencional
- Posiciones de transformador: 4
- Posiciones de línea: 1

Se considera un estado de carga con los transformadores aportando el máximo de su capacidad, siendo este el caso más desfavorable.

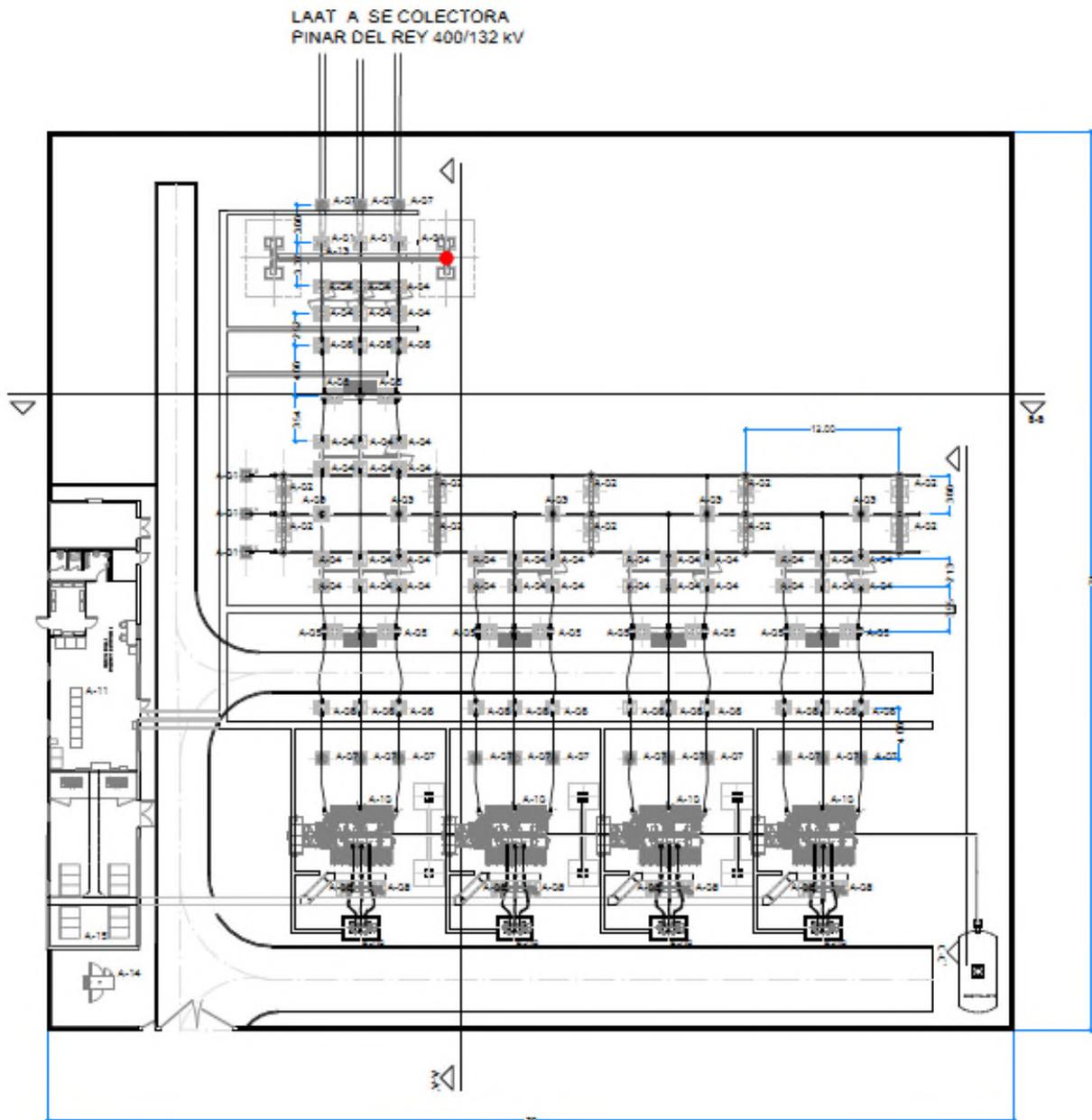


Ilustración 1. Planta Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy.

El Real Decreto 1066/2001 aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético. En el caso que nos ocupa, las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público en general por debajo de los límites establecidos en el Real Decreto.

3.5 Resultados

La simulación del campo magnético se ha realizado bajo el supuesto estado de carga indicado anteriormente (estado de carga máximo realizable). Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados se sitúan en el escenario más desfavorable, por lo que estos valores serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en el parque de 132/30 kV AIS correspondiente a la ampliación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite perimetral del parque de 132/30 kV como en el interior del mismo.

Los valores más elevados de campo electromagnético en el interior de la ampliación del parque de 132/30 kV son de **27,26 μT** .

En las figuras siguientes se representa gráficamente la distribución de la intensidad del campo electromagnético:

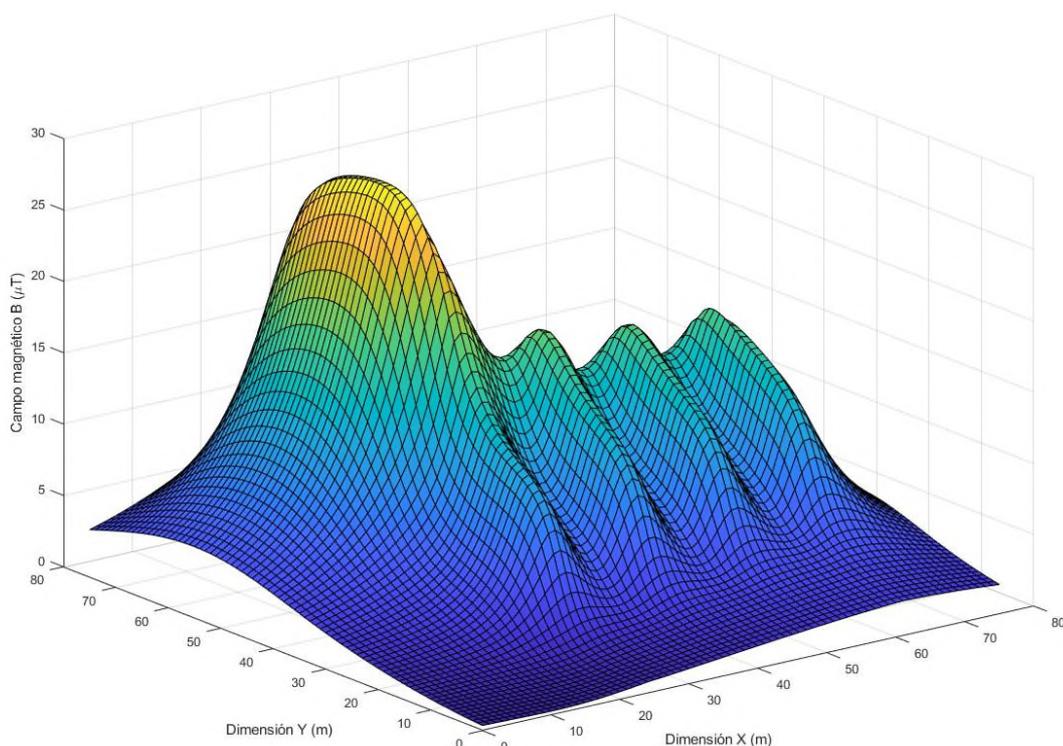


Ilustración 2. Distribución del campo magnético en la SET.

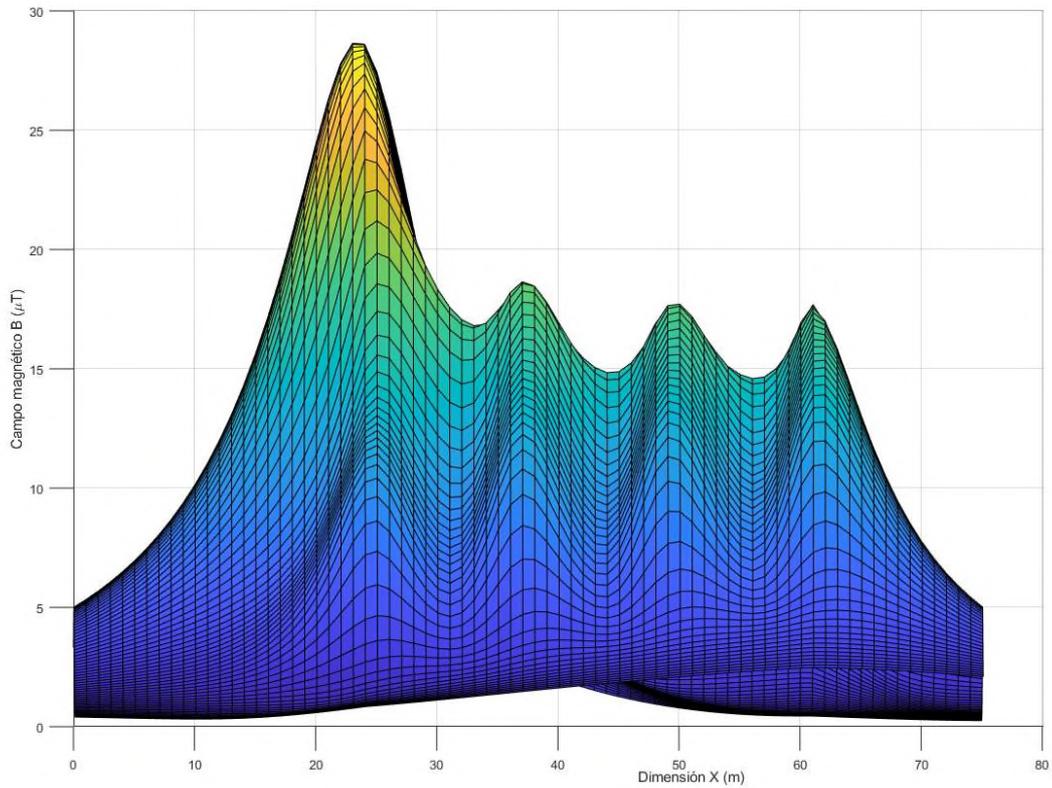


Ilustración 3. Distribución del campo magnético en la SET. Plano X-Z.

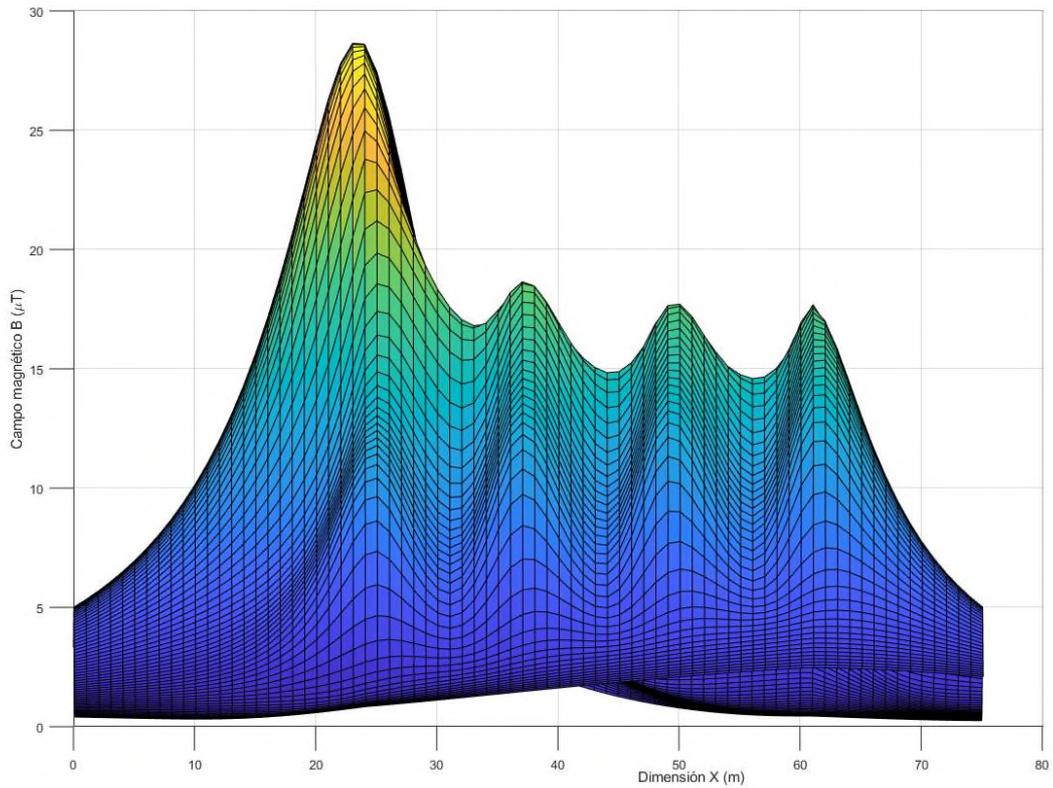


Ilustración 4. Distribución del campo magnético en la SET. Plano Y-Z.

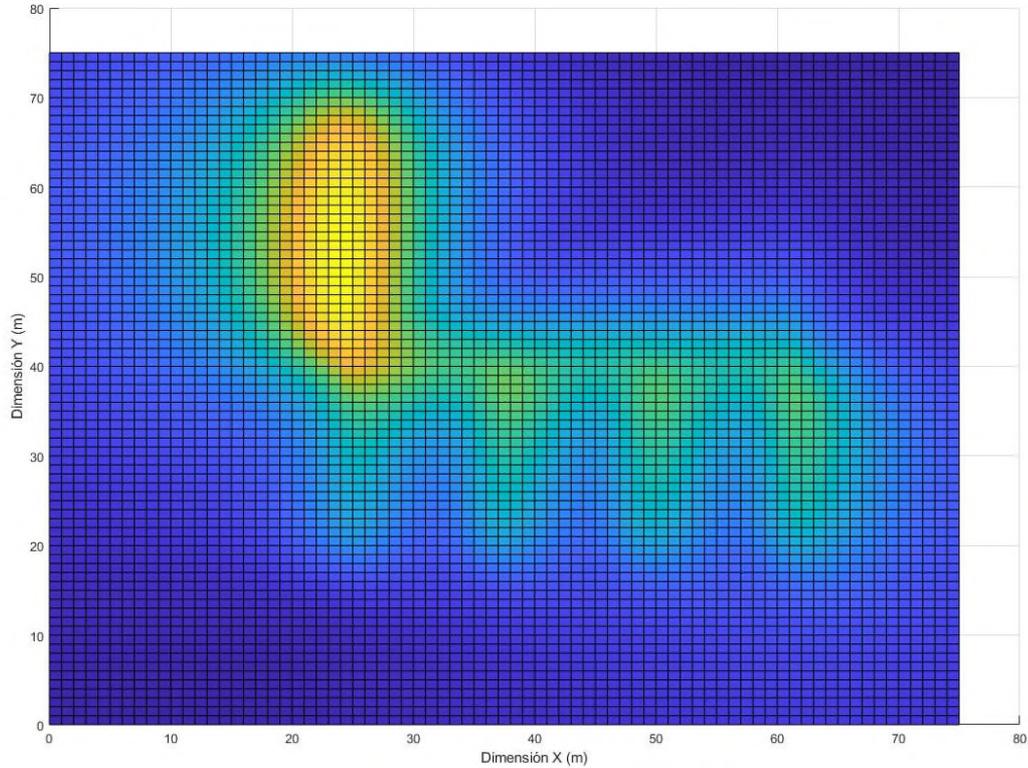


Ilustración 5. Distribución del campo magnético en la SET. Plano X-Y.

A continuación, se muestra una imagen de los valores del campo magnético en microteslas calculado en la superficie de la subestación considerando una malla con un paso de 5 m.

1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	4	4	3
1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	7	7	6	5	4
0	1	1	2	3	4	5	7	9	10	10	10	9	7	5
0	1	2	3	4	5	7	10	14	15	16	15	13	10	6
1	1	2	5	7	8	11	16	22	24	24	23	20	14	7
1	1	3	10	12	13	16	20	25	27	27	27	24	17	6
1	2	3	5	7	9	11	14	15	16	17	17	15	10	5
2	2	4	9	11	12	13	12	9	8	9	9	8	6	3
2	2	4	8	10	12	12	10	6	5	4	5	4	3	2
2	3	4	7	8	9	10	9	5	3	3	2	2	2	1
2	3	5	11	13	14	14	10	5	3	2	1	1	1	1
3	3	5	7	8	9	10	8	5	3	2	1	1	1	1
3	4	6	11	13	14	14	10	5	3	2	1	1	1	0
3	4	6	10	12	13	13	9	5	3	2	1	1	1	0
3	4	5	6	7	8	7	5	3	2	1	1	1	0	0
2	3	4	4	5	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0

Tabla 12. Resultados del campo magnético con un paso de 5 m.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 42 de 67	

3.6 Conclusiones

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el parque de 132/30 kV AIS del presente proyecto, no se ocasionarán efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 μT , límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 del 28 de Septiembre de 2001.

Por lo tanto, en base a los resultados obtenidos, el campo magnético generado por la actividad del parque de 132/30 kV AIS del proyecto, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados (100 μT) para el campo magnético a la frecuencia de red a 50Hz.

4. Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra Inferior

4.1 Objetivo y alcance

En este apartado, se describen los criterios de cálculo necesarios para justificar técnicamente la solución propuesta del sistema de puesta a tierra inferior en la subestación.

El sistema de puesta a tierra estará compuesto por un electrodo de puesta a tierra, formado por un conjunto de conductores enterrados con una disposición en forma de malla de una cuadrícula media de 4 x 4 m, y una serie de picas de puesta a tierra. Dicho sistema cubrirá toda el área del parque de alta tensión de la subestación y tiene como misión derivar a tierra las corrientes de defecto originadas por faltas, de forma que no se produzcan tensiones accesibles elevadas que pongan en peligro la seguridad de las personas y de la instalación.

4.2 Normativa aplicable

Para la realización del diseño del sistema de puesta a tierra inferior, se ha tenido en cuenta principalmente la siguiente normativa:

- RD 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 (RAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding (ANSI/IEEE Standard 80-2000).

4.3 Datos de partida

Para la justificación del diseño propuesto de la red de tierras inferior, son necesarios los siguientes parámetros iniciales:

- Datos eléctricos: tensión nominal del sistema, intensidad de cortocircuito a tierra, tiempo de despeje de la falta, etc.
- Características del terreno: tipo de terreno, resistividad del terreno, resistividad superficial del terreno, espesor de la capa superficial de grava, etc.
- Configuración de la malla: profundidad de enterramiento, número de conductores, separación entre conductores, número de picas, longitud total, área total ocupada, etc.

- Características del conductor: coeficiente de resistividad térmica, sección, resistividad eléctrica, etc.

Estos datos corresponderían con los siguientes:

1.- Datos de Partida		Símbolo	Valor	Unidad
1.1- Datos de la instalación				
- Tensión nominal de la red		U_n	132	kV
- Corriente de defecto a tierra		I_D	9,2	kA
- Coeficiente de reducción		K_e	0,85	
- Corriente de puesta a tierra		I_E	7,82	kA
- Tiempo de despeje de la falta		t	0,50	s
- Resistividad media del terreno		ρ	100,00	$\Omega \cdot m$
- Espesor de la capa extra superficial (grava, hormigón...)		h_s	0,10	m
- Resistividad superficial del terreno		ρ_s	3000,00	$\Omega \cdot m$
- Temperatura ambiente		T_a	40,00	$^{\circ}C$

Tabla 13. Datos de la instalación.

1.- Datos de Partida		Símbolo	Valor	Unidad
1.2- Datos geométricos de la malla				
- Profundidad de enterramiento		h	0,60	m
- Dimensiones de la Malla				
- Longitud de la Malla en la dirección 1		$L1$	77,00	m
- Longitud de la Malla en la dirección 2		$L2$	73,00	m
- Dimensiones de la cuadrícula media				
- Separación de los conductores en la dirección 1		$D1$	4,00	m
- Separación de los conductores en la dirección 2		$D2$	4,00	m
- Superficie		S	5.621,00	m^2
- Perímetro de la malla, Le		P, Le	300,00	m
- Nº de conductores en la dirección 1		$N1$	21	
- Nº de conductores en la dirección 2		$N2$	20	
- Número de picas		N_p	14	
- Longitud de picas		L_p	2,00	m

Tabla 14. Datos geométricos de la malla.

1.- Datos de Partida	Símbolo	Valor	Unidad
1.3- Características de los conductores			
- Material del Cable		Cobre	
- Densidad admisible del conductor	d	160,00	A/mm ²
- Temperatura máxima admisible del conductor	T _m	1083,00	°C
- Temperatura final del conductor debido al cortocircuito	T _{máx}	200,00	°C
- Coeficiente de reducción de la Sección (s/Temp.)	f _s	1,00	
- Tiempo de duración del defecto	t	0,50	s
- Factor de Capacidad Térmica del conductor	TCAP	3,42	J/(cm ³ ·°C)
- Coeficiente de Resistividad Térmica a 20°C del conductor	α _r	0,00	1/°C
- Resistividad del conductor a 20°C	ρ _r	1,72	μΩ/cm
- Constante K ₀ del cable	K ₀	234,00	

Tabla 15. Características de los conductores.

Nótese que la intensidad de cortocircuito es el factor determinante que condiciona la sección de los conductores que se emplearán para la construcción de la malla de puesta a tierra.

4.4 Criterios de cálculo

Los criterios de cálculo definidos para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente para el sistema de puesta a tierra inferior son los siguientes:

- Cálculo de la sección mínima del conductor.
- Cálculo de las tensiones de paso y de contacto máximas admisibles.
- Cálculo de la resistencia de la malla de puesta a tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y de contacto resultantes.
- Cálculo de la longitud mínima necesaria de la malla de puesta a tierra.

4.4.1 Sección mínima del conductor

El primer paso es determinar la sección mínima de los conductores de puesta a tierra. Dicha sección será tal que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto no los lleve a una temperatura cercana a la de fusión, ni ponga en peligro sus conexiones.

Se utilizarán dos criterios para determinar la sección mínima: el establecido en el RAT y el definido en el estándar IEEE Std. 80/2000 "guía para la seguridad en sistemas de puesta a tierra de subestaciones".

Criterio IEEE Std. 80/2000

La sección mínima del conductor de tierra se calcula a partir de la aproximación de Sverak, según el IEEE Std. 80/2000:

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

Donde:

- A : sección mínima (mm²).
- I_d : intensidad de defecto a tierra (kA).
- t : tiempo de despeje de la falta (s).
- T_a : temperatura ambiente (°C).
- T_m : temperatura máxima permitida en el conductor (°C).

Las constantes de los materiales α_r , ρ_r , TCAP y K_0 para una temperatura de referencia de 20°C vienen recogidas en el estándar IEEE Std. 80/2000, en función del material conductor elegido.

Criterio RAT

Según la ITC-RAT 13 del Reglamento de instalaciones de Alta Tensión, a efectos de dimensionamiento de las secciones, no podrán superarse las siguientes densidades de corriente:

- Cobre 160 A/mm².
- Aluminio: 100 A/mm².
- Acero 60 A/mm².

Conociendo la intensidad de defecto a tierra, puede obtenerse, a partir de los valores de densidad de corriente, una sección mínima. Por tanto, la sección mínima elegida será la normalizada inmediatamente superior al resultado obtenido. Nótese, además, que la ITC-RAT 13 impone unas secciones mínimas según el material conductor:

- Cobre: 25 mm².
- Aluminio: 35 mm².
- Acero 50: mm².

Por tanto, la sección mínima elegida será el valor mayor de entre los dos criterios expuestos.

4.4.2 Tensión de paso y de contacto máximas admisibles

El sistema de puesta a tierra inferior garantizará que cualquier punto normalmente accesible a personas, en caso de falta, estas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto que se definen en este apartado.

Igualmente, se calcularán los valores máximos según los dos criterios utilizados en el apartado anterior.

Criterio IEEE Std. 80/2000

Según el IEEE Std. 80/2000, las tensiones de paso y de contacto admisibles se calculan según las siguientes fórmulas para un cuerpo que pese 70 kg:

- Tensión de paso

$$V_{p,m\acute{a}x} = [1000 + 6 C_s \cdot \rho_s] \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t}}$$

- Tensión de contacto

$$V_{c,m\acute{a}x} = [1000 + 1,5 C_s \cdot \rho_s] \cdot \frac{0,157}{\sqrt{t}}$$

Y para un cuerpo de 50 kg:

- Tensión de paso

$$V_{p,m\acute{a}x} = [1000 + 6 C_s \cdot \rho_s] \cdot \frac{0,116}{\sqrt{t}}$$

- Tensión de contacto

$$V_{c,m\acute{a}x} = [1000 + 1,5 C_s \cdot \rho_s] \cdot \frac{0,116}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- $V_{c,m\acute{a}x}$: tensión de contacto máxima admisible (V).
- $V_{p,m\acute{a}x}$: tensión de paso máxima admisible (V).

- ρ_s : resistividad superficial del terreno ($\Omega \cdot m$).
- t : tiempo de duración de la falta (s).
- C_s : coeficiente de reducción de la resistividad superficial, cuyo valor se obtiene del estándar IEEE Std. 80/2000, en función del espesor de la capa superficial h_s (m).

Criterio RAT

Según la instrucción ITC-RAT 13, las tensiones de paso y de contacto admisibles se calculan según las siguientes expresiones:

- Tensión de contacto

$$U_{c,m\acute{a}x} = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right)$$

- Tensión de paso:

$$U_{p,m\acute{a}x} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right)$$

Donde:

- $U_{c,m\acute{a}x}$: tensión de contacto máxima admisible (V).
- $U_{p,m\acute{a}x}$: tensión de paso máxima admisible (V).
- ρ_s : resistividad superficial del terreno (Ωm).
- R_{a1} : la resistencia del calzado, la resistencia de superficies de material aislante, etc.
- U_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada (V), que es función de la duración de la corriente de falta, y viene definido en la instrucción ITC-RAT 13.

Los valores finales de las tensiones máximas de paso y de contacto serán los que resulten de menor valor, respectivamente, de entre los dos criterios definidos.

4.4.3 Resistencia de la malla de puesta a tierra

El siguiente paso es calcular el valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra, partiendo de una solución definida de la red de tierras inferior. Este valor se utilizará en el cálculo de las tensiones de

paso y contacto resultantes en la instalación, lo que permitirá determinar si la malla propuesta cumplirá con las especificaciones.

Para calcular la resistencia de la malla de tierra enterrada, se utilizará la aproximación de Sverak, de acuerdo con el estándar IEEE Std. 80/2000:

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20S}} \left(1 + \frac{1}{11 + h\sqrt{20/S}} \right) \right]$$

Donde:

- R_g : resistencia de la malla de puesta a tierra (Ω).
- h : profundidad a la que está enterrada la malla (m).
- L_T : longitud total de conductor (cable y picas) enterrado (m).
- S : área ocupada por la malla (m²).
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

También puede calcularse mediante la ITC-RAT 13, de acuerdo con la siguiente expresión (válida para electrodos tipo malla):

$$R_g = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L_T}$$

Donde:

- R_g : resistencia de la malla de puesta a tierra (Ω).
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
- L_T : longitud total de conductor (cable y picas) enterrado (m).
- r : radio de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla (m).

De nuevo, el valor seleccionado para la resistencia de la malla de tierra será el mayor obtenido de entre ambos criterios, ya que es la situación más desfavorable.

4.4.4 Cálculo de las tensiones de paso y de contacto resultantes

Las tensiones de paso y de contacto resultantes en la instalación se calcularán siguiendo los pasos expuestos en el estándar IEEE Std. 80/2000.

Tensión de paso

La tensión de paso resultante en la instalación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_{p,r} = \frac{\rho \cdot K_S \cdot K_i \cdot I_e}{L_S}$$

Donde:

- $V_{p,r}$: tensión de paso resultante (V).
- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
- K_i : factor corrector de irregularidades, que depende de la longitud y de la geometría de la malla.
- I_e : intensidad de defecto que circula por la malla (A), que se obtiene multiplicando la intensidad de defecto a tierra ID por un coeficiente de reducción. Dicho coeficiente se calcula según el estándar IEEE Std. 80/2000.
- L_S : longitud total efectiva de conductor enterrado en metros, calculada según el estándar IEEE Std. 80/2000, en función de las longitudes del conductor de la malla y de las picas de tierra.
- K_S : factor de geometría que se calcula mediante el IEEE Std. 80/2000, en función de la forma geométrica de la malla.

Tensión de contacto

Según el IEEE Std. 80/2000, la tensión de contacto presente en la instalación se calcula mediante la ecuación:

$$V_{c,r} = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_e}{L_m}$$

Donde:

- $V_{c,r}$: tensión de contacto resultante (V).
- K_i : factor corrector de irregularidades.
- I_e : intensidad de defecto que circula por la malla (A).
- L_m : longitud total de conductor enterrado (m), que se calcula mediante el estándar IEEE Std. 80/2000, en función de la geometría de la malla.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 51 de 67	

- K_m : factor de geometría que se calcula mediante el IEEE Std. 80/2000, en función de la forma geométrica de la malla.

De esta forma, se obtienen las tensiones resultantes de paso y de contacto. Si los valores son inferiores a los máximos establecidos en este apartado, se garantizará que los potenciales defectos a tierra originados por faltas eléctricas no van a poner en peligro la seguridad de las personas en la instalación.

4.4.5 Longitud mínima de la malla de puesta a tierra

Por último, conviene determinar la longitud mínima que debe tener la malla de tierra de la instalación, para comprobar que este resultado es inferior a la longitud real de la malla diseñada.

Para ello, se iguala la ecuación que calcula las tensiones de paso y de contacto resultantes con las ecuaciones de cálculo de las tensiones máximas, según los criterios del RAT y del IEEE Std. De esta forma, se obtienen dos longitudes mínimas (según tensión de paso y según tensión de contacto, $L_{m,c}$ y $L_{p,c}$) para cada criterio, eligiendo en cada caso el valor mínimo como resultado final. Este valor tendrá que ser más reducido que la longitud real de la malla, para garantizar que las tensiones de paso y de contacto resultantes sean inferiores a las máximas admisibles, de forma que el sistema de puesta a tierra cumpla con las especificaciones requeridas por la normativa vigente.

4.5 Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos según los criterios de cálculos presentados anteriormente.

4.5.1 Sección mínima del conductor

En la siguiente tabla, se muestran las secciones mínimas de los cables que constituyen la red de puesta a tierra.

La sección elegida para los conductores de tierra que conectan las partes metálicas y elementos que deben ponerse a tierra con el electrodo es de 95 mm². Asimismo, la sección elegida para los conductores que forman la malla de tierra es también de 95 mm². Por tanto, la sección elegida es superior a los mínimos exigidos por el estándar IEEE 80-2000 y el RAT.

2.- Cálculo de la sección	Símbolo	Valor	Unidad
Según IEEE 80-2000			
- Sección mínima necesaria	A_m	23,10	mm^2
- Sección del cable elegido	A	95,00	mm^2
- Diámetro del cable elegido	d	0,011	m
Según RAT			
- Sección mínima necesaria	A_m	57,50	mm^2
- Sección del cable elegido	A	95,00	mm^2
- Diámetro del cable elegido	d	0,011	m

Tabla 16. Cálculo de la sección del conductor.

4.5.2 Características de la malla de tierra

A continuación, se presentan las características de la malla de tierra y todos los parámetros necesarios para realizar el cálculo de las tensiones resultantes de paso y de contacto, que se utilizarán para determinar si este diseño propuesto es válido para garantizar que no se superen los valores máximos admisibles de dichas tensiones.

3.- Características de la malla	Símbolo	Valor	Unidad
3.1- Longitud real de la malla enterrada			
- Longitud de los conductores en dirección 1	L1	77	m
- Longitud de los conductores en dirección 2	L2	73	m
- Longitud debido a geometría irregular	L _{ir}	0,00	m
- Longitud de la Malla Principal	L _{mp}	3.077,00	m
- Longitud debida a las Picas	L _{pt}	28,00	m
- Longitud total real de cable enterrado (sin picas)	L _r	3.077,00	m
- Longitud total real de cable enterrado (con picas)	L _{rp}	3.105,00	m
3.2- Resistencia de la malla			
- Resistencia de la malla según IEEE 80-2000	R _g	0,618	Ω
- Resistencia de la malla según RAT	R _g	0,623	Ω
3.3- Media geométrica de los conductores			
- Factor n _a	n _a	20,51	
- Factor n _b	n _b	1,00	
- Factor n _c	n _c	1,00	
- Factor n _d	n _d	1,00	
- Factor geométrico de la malla n	n	20,52	
3.4- Media aritmética de los espaciamientos			
- Distancia media entre conductores (media aritmética)	D	4,00	m
3.5- Máxima elevación del potencial de malla			
- Resistencia de la malla	R _g	0,623	Ω
- Máxima elevación del Potencial de Malla	V _m	4.873,69	V
3.6- Longitud de la malla mínima (IEEE 80-2000)			
- Longitud efectiva de la malla mínima necesaria según la tensión de contacto	L _{M,m}	1.950,392	m
- Longitud efectiva de la malla mínima necesaria según la tensión de paso	L _{S,m}	475,523	m

Tabla 17. Características de la malla de tierra propuesta.

4.5.3 Tensiones de paso y de contacto máximas admisibles

A continuación, se calculan las tensiones máximas admisibles de paso y de contacto, de acuerdo con los criterios del RAT y del estándar IEEE 80-2000. Estos resultados serán comparados con los valores reales de estas tensiones que tendrán lugar en la instalación en caso de falta para comprobar la validez del sistema de puesta a tierra propuesto como solución.

4.- Tensiones máximas admisibles		Símbolo	Valor	Unidad
4.1- Datos para el cálculo				
- Coeficiente de Corrección Resistividad Superficial		C_s	0,793	
- Tensión de contacto aplicada admisible		U_{ca}	204	V
- Tensión de paso aplicada admisible		U_{pa}	2.040	V
- Resistividad superficial corregida		r_{sr}	2.379,31	$\Omega \cdot m$
- Resistencia del calzado		R_{a1}	2.000	Ω

Tabla 18. Tensiones máximas admisibles. Datos para el cálculo.

4.- Tensiones máximas admisibles		Símbolo	Valor	Unidad
4.2- Cálculo de las tensiones admisibles				
Tensión de paso admisible				
- Criterio RAT		V_p	39.322,74	V
- Criterio IEEE 80-2000		V_p	2.505,99	V
Tensión de contacto admisible				
- Criterio RAT		V_c	1.136,07	V
- Criterio IEEE 80-2000		V_c	749,53	V

Tabla 19. Tensiones máximas admisibles. Resultados.

4.5.4 Tensiones de paso y de contacto resultantes en la instalación

Una vez obtenidas las tensiones máximas admisibles, se calculan las tensiones de paso y de contacto resultantes en la instalación, en función de las características de la malla. Cabe destacar, de nuevo, que estos los resultados mostrados a continuación consideran la malla global de puesta a tierra, es decir, la malla diseñada para la ampliación unida a la red de tierras existente.

5.- Tensiones de Paso y de Contacto Resultantes	Símbolo	Valor	Unidad
5.1- Coeficientes de cálculo (según IEEE 80-2000)			
- Coeficiente K_{ii}	K_{ii}	1,00	
- Coeficiente K_h	K_h	1,26	
- Factor de irregularidades K_i	K_i	3,681	
- Cálculo del factor de geometría K_M	K_M	0,508	
- Cálculo del factor K_S	K_S	0,414	
- Longitud efectiva de malla para el cálculo de V_{cr}	L_M	3.121,04	m
- Longitud efectiva de malla para el cálculo de V_{pr}	L_S	2.331,55	m

Tabla 20. Tensiones de paso y de contacto resultantes. Coeficientes de cálculo.

5.- Tensiones de Paso y de Contacto Resultantes	Símbolo	Valor	Unidad
5.2- Cálculo de las tensiones resultantes			
- Tensión de Paso Resultante	V_{pr}	511,10	V
- Tensión de Contacto Resultante	V_{cr}	468,40	V

Tabla 21. Tensiones de paso y de contacto resultantes. Resultados.

Las tensiones de paso y de contacto resultantes, como se puede apreciar en esta tabla, son inferiores a los valores máximos admisibles calculados en la Tabla 19.

4.6 Criterios de validación

Para determinar que la instalación de puesta a tierra inferior global cumple con los requerimientos del RAT y del estándar IEEE St. 80/2000, deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- La sección elegida para los conductores debe ser superior a las secciones mínimas calculadas en el apartado 4.5.1 bajo los criterios del IEEE St. 80/2000 y el RAT.
- La tensión de contacto resultante debe ser inferior o igual a la tensión de contacto máxima admisible, según el RAT y de acuerdo con el estándar IEEE 80-2000.
- La tensión de paso resultante debe ser inferior o igual a la tensión de paso máxima admisible, del mismo modo, bajo ambos criterios.
- La longitud efectiva de la malla de puesta a tierra (conductores más electrodos de puesta a tierra) debe ser superior a la longitud mínima calculada en la Tabla 17.

A continuación, se comprueban los resultados mediante estos criterios de validación. Se puede observar que todos ellos cumplen con los requisitos establecidos en la normativa, por lo que la malla de puesta

a tierra diseñada garantiza que no se superarán los valores máximos admisibles de tensiones de paso y de contacto en el caso de aparición de un defecto o falta en la subestación.

6.- Validación del electrodo	Símbolo	Valor	Unidad	Criterio de validación
6.1 Sección del Conductor				
- Sección mínima necesaria (según IEEE 80-2000)	A_m	23,10	mm ²	$A > A_m$
- Sección mínima necesaria (según RAT)	A_m	57,50	mm ²	
- Sección del cable elegido	A	95,00	mm ²	

Tabla 22. Validación del electrodo. Sección del conductor.

6.- Validación del electrodo	Símbolo	Valor	Unidad	Criterio de validación
6.2 Tensión de Paso				
- Tensión de Paso admisible (según IEEE 80-2000)	V_p	2.505,99	V	$V_{pr} < V_p$
- Tensión de Paso admisible (según RAT)	V_p	39.322,74	V	
- Tensión de Paso resultante	V_{pr}	511,10	V	

Tabla 23. Validación del electrodo. Tensión de paso.

6.- Validación del electrodo	Símbolo	Valor	Unidad	Criterio de validación
6.3 Tensión de Contacto				
- Tensión de Contacto admisible (según IEEE 80-2000)	V_c	749,53	V	$V_{cr} < V_c$
- Tensión de Contacto admisible (según RAT)	V_c	1.136,07	V	
- Tensión de Contacto resultante	V_{cr}	468,40	V	

Tabla 24. Validación del sistema. Tensión de contacto.

6.- Validación del electrodo	Símbolo	Valor	Unidad	Criterio de validación
6.4 Longitud mínima efectiva de la malla de puesta a tierra				
- Longitud efectiva de malla mínima según tensión de paso	$L_{s,m}$	475,52	m	$L_{s,m} < L_s$
- Longitud efectiva de malla según tensión de paso	L_s	2.331,55	m	
- Longitud efectiva de malla mínima según tensión de contacto	$L_{M,m}$	1.950,39	m	$L_{M,m} < L_M$
- Longitud efectiva de malla según tensión de contacto	L_M	3.121,04	m	
				Válido

Tabla 25. Validación del sistema. Longitud mínima efectiva de la malla de puesta a tierra.

4.7 Conclusiones

El electrodo de puesta a tierra estará formado por una malla de conductores de cobre desnudos de 95 mm² de sección. La disposición geométrica se define a continuación:

- Profundidad de enterramiento: 0,6 m.

- Dimensiones: 77 x 73 m.
- Separación media entre conductores:
 - Dirección 1: 4,0 m.
 - Dirección 2: 4,0 m.
- Número de picas: 14.
- Longitud de las picas: 2 m.

5. Estudio de protección contra Rayo

5.1 Objetivo y alcance

El objetivo de este apartado consiste en describir y justificar, desde un punto de vista técnico, la solución propuesta para la red de tierras superiores de la Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy.

El cometido del sistema de tierras superiores, también llamado sistema de protección contra rayos es la captación y conducción a la malla enterrada de las descargas atmosféricas, para que éstas sean disipadas en tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal ni de los equipos de la subestación.

Además, se incluye la justificación de necesidad, especificaciones, cálculos y la ubicación del sistema propuesto de forma que la instalación quede protegida en caso de descargas atmosféricas que se puedan dar lugar en la zona.

5.2 Normativa aplicable

La relación de la normativa vigente de aplicación en el cálculo eléctrico del presente proyecto se describe a continuación:

- CTE: SU8 – Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 del 8 de noviembre.
- UNE 21186 Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado.
- Serie UNE-EN 62561 Requisitos para los componentes de los sistemas de protección contra el rayo.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

5.3 Cálculo del riesgo de impacto de Rayo y selección del nivel de protección

La decisión de dotar a una estructura de un Sistema de Protección Contra el Rayo, así como la selección del nivel de protección adecuado se define en la sección SU8 del Código Técnico de Edificación, y se basa en la frecuencia esperada de impactos de rayo sobre la estructura o la zona a proteger, N_e , y en la frecuencia anual aceptable de rayos establecida para esa zona, N_a .

5.3.1 Determinación de la necesidad de protección

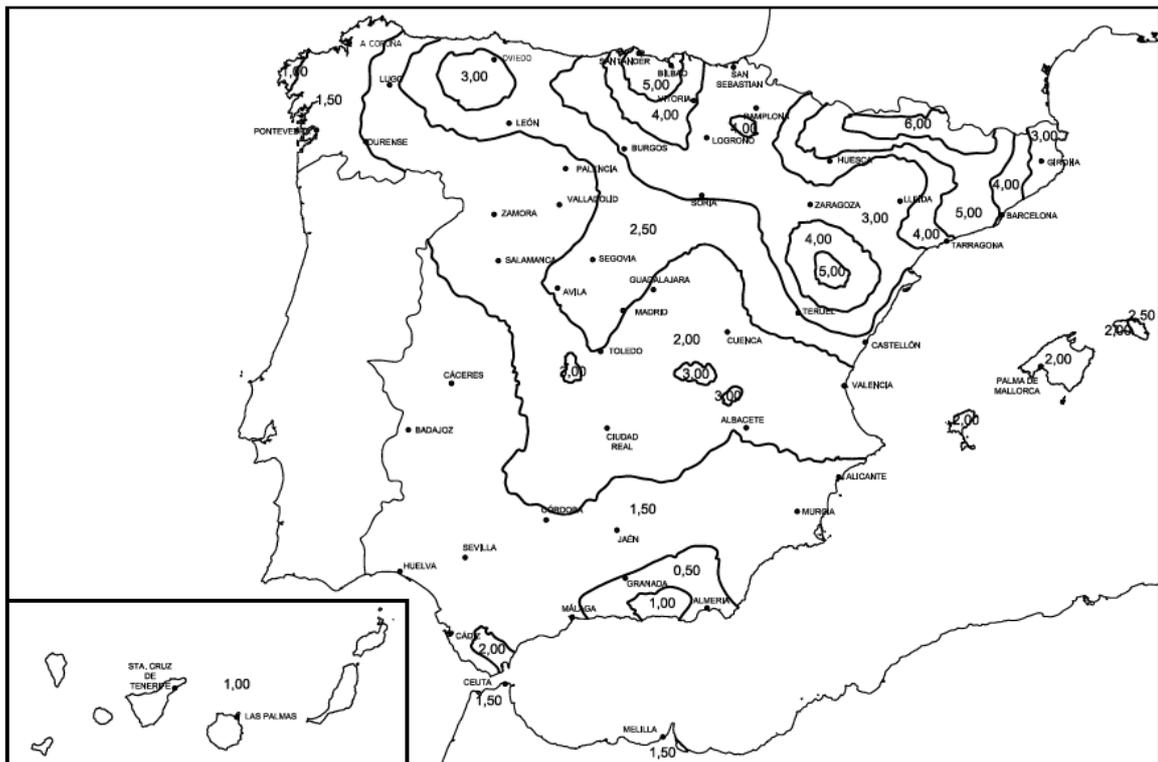
5.3.1.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (N_e)

En primer lugar, se calcula la frecuencia esperada de impactos, N_e :

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ (n}^\circ \text{ de impactos por año)}$$

Donde:

- N_e : número de impactos al año.
- N_g : densidad de impactos sobre el terreno (número de impactos/año por km^2), que se obtiene mediante la Ilustración 6. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g . Fuente: CTE SUA-8. Para la localización del proyecto (provincia de Cádiz) este valor es igual a 0,5.
- A_e : superficie de captura equivalente (m^2), que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro de la instalación, siendo H la altura mayor considerada.
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno. Al tratarse de una subestación, se toman los valores de la norma UNE-EN 62305-2 en lugar de los del CTE, de acuerdo con la Ilustración 6.



	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 60 de 67	

Ilustración 6. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng. Fuente: CTE SUA-8.

De acuerdo con la norma UNE-EN 62305-2, esta superficie se calcula según:

$$A_e = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L + W) + 9 \cdot \pi \cdot H^2$$

Donde:

- L: longitud de la instalación en la dirección horizontal (m).
- W: longitud de la instalación en la dirección vertical (m).
- H: máxima altura considerada (m).

Para el cálculo del coeficiente relacionado con el entorno C_1 , se utilizan los siguientes valores de la norma UNE-EN62305-2. Se considera que la estructura a proteger se encuentra aislada sin otros objetos en las proximidades.

Situación relativa de la estructura	C_1
Estructura rodeada por objetos más altos	0,25
Estructura rodeada por objetos de la misma altura o inferiores	0,5
Estructura aislada: sin otros objetos en las proximidades	1
Estructura aislada en la parte superior de una colina o de un montículo	2

Tabla 26. Valores del coeficiente del entorno CD. Fuente: UNE-EN 62305-2.

Los valores a tener en cuenta son:

- La densidad de impactos rayo de la zona es: $N_g = 2,00$ impactos / año, km^2 .
- La estructura a proteger tiene las siguientes dimensiones:
 - Altura = 16,00 metros.
 - Longitud = 75,00 metros.
 - Anchura = 71,00 metros.

La superficie de captura equivalente obtenida por métodos gráficos es: $A_e = 26.579,23 \text{ m}^2$.

- La estructura a proteger está aislada $C_1 = 1$

Por lo tanto, la frecuencia esperada de rayos es: $N_e = 0,05316$ impactos por año.

5.3.1.2 Cálculo de la frecuencia aceptable de impactos (N_a)

El nivel de riesgo admisible N_a puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$N_a = (5,5/C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5) \cdot 10^{-3}$$

Donde:

- N_a : nivel de riesgo admisible.
- C_2 : coeficiente en función del tipo de construcción.
- C_3 : coeficiente en función del contenido del edificio.
- C_4 : coeficiente en función del uso del edificio.
- C_5 : coeficiente en función de la necesidad de continuidad de la actividad que se desarrolla.

Todos estos coeficientes se obtienen del CTE, de acuerdo con la Tabla 27.

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos <i>Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente</i>	3
Resto de edificios	1

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 27. Coeficientes que dependen del tipo de construcción, uso y contenido de la instalación. Fuente: CTE SUA-8.

De esta forma, seleccionando los valores adecuados para el tipo de instalación objeto del proyecto (una subestación eléctrica con parque a la intemperie), se tiene el siguiente resultado:

- Coeficiente del tipo de construcción $C_2 = 0,5$.
- Coeficiente del contenido del edificio $C_3 = 1$.
- Coeficiente del uso del edificio $C_4 = 1$.
- Coeficiente de la necesidad de continuidad $C_5 = 5$

Por lo tanto, la frecuencia admisible de rayos es: $N_a = 0,0022$ impactos por año.

5.3.1.3 Conclusiones

La frecuencia de impactos esperada es superior a la frecuencia de impactos aceptable por la estructura ($N_e > N_a$), por lo tanto, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, la instalación de un sistema de protección contra el rayo es necesaria y de obligado cumplimiento.

5.3.2 Selección del nivel de protección

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada por:

$$E = 1 - (N_a/N_e) = 1 - (0,0022 / 0,05316) = 0,96$$

La eficiencia calculada determina el nivel de protección:

	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Tabla 28. Nivel de protección en función de la eficiencia requerida. Fuente: CTE SUA-8.

Por lo que el nivel de protección correspondiente es: Nivel 2.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 63 de 67	

5.4 Diseño de la instalación exterior contra rayo

5.4.1 Tipo de pararrayos a instalar

Se dará protección a la estructura mediante la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado electropulsante DAT CONTROLER REMOTE, caracterizados por disponer de:

- Certificado de producto AENOR de conformidad con la Norma UNE 21186, que comprende:
 - Ensayos medioambientales, en ambientes de gran concentración salina y sulfurosa, para asegurar el funcionamiento del pararrayos en ambientes altamente corrosivos.
 - Corriente soportada certificada de 100kA. Sobre las muestras anteriores se realiza este ensayo previo al tiempo de avance en el cebado, para garantizar el funcionamiento del pararrayos después de haber sufrido 20 descargas repetitivas con onda 10/350µs y con corriente de pico superior a 100kA, según normas IEC60060-1 e IEC61083-1.
 - Tiempo de avance en el cebado certificado: Tiempo de avance medido en laboratorio en los pararrayos sometidos a los ensayos medioambientales y de corriente soportada.
- Certificado de funcionamiento inalterable en condiciones de lluvia de acuerdo con la norma UNE-EN 60060-1. Aislamiento superior al 95%.
 - Ensayo seco/lluvia con impulsos tipo maniobra.
 - Ensayo seco/lluvia con tensión continua.
 - Ensayo seco/lluvia con onda tipo rayo.
- Certificado de radio de protección y cumplimiento de la norma UNE 21186 y NFC 17-102.
 - Certificado de radio de protección para cada modelo y nivel, calculado según normas UNE 21186 y NFC 17-102.

Con el fin de garantizar una total independencia en el control de los resultados de los ensayos de laboratorio, éstos serán realizados en un laboratorio oficial e independiente de intereses de empresas privadas.

5.4.2 Descripción de la instalación

Para la protección de la estructura se precisa instalar 1 pararrayos con dispositivo de cebado con sus correspondientes conductores de bajada y tomas de tierra.

A continuación, se detallan cada una de estas instalaciones:

- Ubicación: En apoyo pórtico de salida línea 132 kV. (Ver plano cobertura en apartado 5.5)
- Altura: 16,00m.

5.4.2.1 Sistema de captación

Consistirá en un pararrayos modelo DAT CONTROLER 60 con un tiempo de avance en el cebado de 60 microsegundos. Por sus características técnicas conforme al CTE y UNE 21186:2011, para un Nivel 2 de protección y para una altura de 10 metros respecto a la superficie a proteger, supone un radio de protección de 88 m.

DATOS TÉCNICOS

Referencia	AT-1560						
Largo	120 mm						
Ancho	120 mm						
Alto	551 mm						
Peso	4635 g						
Material/es	Acero inoxidable AISI 316L						
Estanqueidad	IP67						
Temperatura de trabajo	-25 °C a 88 °C						
Aislante interno	Resina de poliuretano						
Fijación	Rosca macho M20						
Tipo de dispositivo de cebado	Electropulsante (emisor de impulsos)						
Tiempo de avance (ΔT) en el cebado certificado	60 μ s						
Radios de protección (m)							
Altura para radios de protección	2	4	6	8	10	20	60
Radio de protección (m) para Nivel I	31	63	79	79	79	80	80
Radio de protección (m) para Nivel II	35	69	87	87	88	89	90
Radio de protección (m) para Nivel III	39	78	97	98	99	102	105
Radio de protección (m) para Nivel IV	43	85	107	108	109	113	120
Corriente de ensayo	20 x 200kA + 5 x 250kA (onda 10/350 μ s)						
Relación desviación estándar PDC/Punta simple:	< 0,8						
Normativa	Cumple con UNE 21186:2011; NF C 17-102:2011; NP 4426:2013; CTE SU8						

Ilustración 7. Tabla Datos Técnicos y Radios Protección DAT CONTROLER 60.

El pararrayos se fijará y atornillará en la parte superior de los apoyos altos del pórtico de salida de línea 132 kV., mediante chapa anclaje con un mástil de tubo acero galvanizado de 2,5 metros y las piezas de adaptación correspondientes, quedando en nuestro caso, instalado a una altura de unos 16 metros.

El pararrayos deberá estar al menos 2 metros por encima de cualquier otro objeto dentro de su radio de protección.



Ilustración 8. Sistema de captación DAT CONTROLER 60.

5.4.2.2 Localización del sistema de captación

El sistema de captación será colocado en la parte superior de un mástil en el pórtico de salida de la subestación, de manera que quedará a una altura de unos 16 metros sobre el nivel del suelo. El mástil poseerá las siguientes características:

- Altura del mástil: 2,5 metros.
- Material: Acero galvanizado.
- Sección poligonal, formado por secciones de tronco-piramidales.

Se instalará una puerta registrable cercana a la base del pórtico para la instalación de un contador de descargas.



Ilustración 9. Contador de descargas.

5.4.2.3 Sistema de bajada

En el caso de edificaciones y estructuras de altura superior a 28 metros, o cuando la proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical, se realizarán dos bajantes con sus respectivas tomas de tierra según lo definido en la Sección SU8 del CTE. Dadas las características de esta instalación, según el Código Técnico se instalará 1 bajante, que se realizará por la trayectoria más rectilínea posible.

Se realizará con cable de cobre desnudo 70 mm² desde el sistema de captación, dejando el conductor por el interior del mástil antes de izarlo, haciendo pasar la bajante por la grapa situada en el interior del mástil a la altura de la puerta, para su conexión al contador de descargas.

5.4.2.4 Sistema de tomas de tierra

La bajante se unirá a la toma de tierra general a través de dos puntos, al igual que el resto de las estructuras.

5.5 Croquis de la cobertura del pararrayos

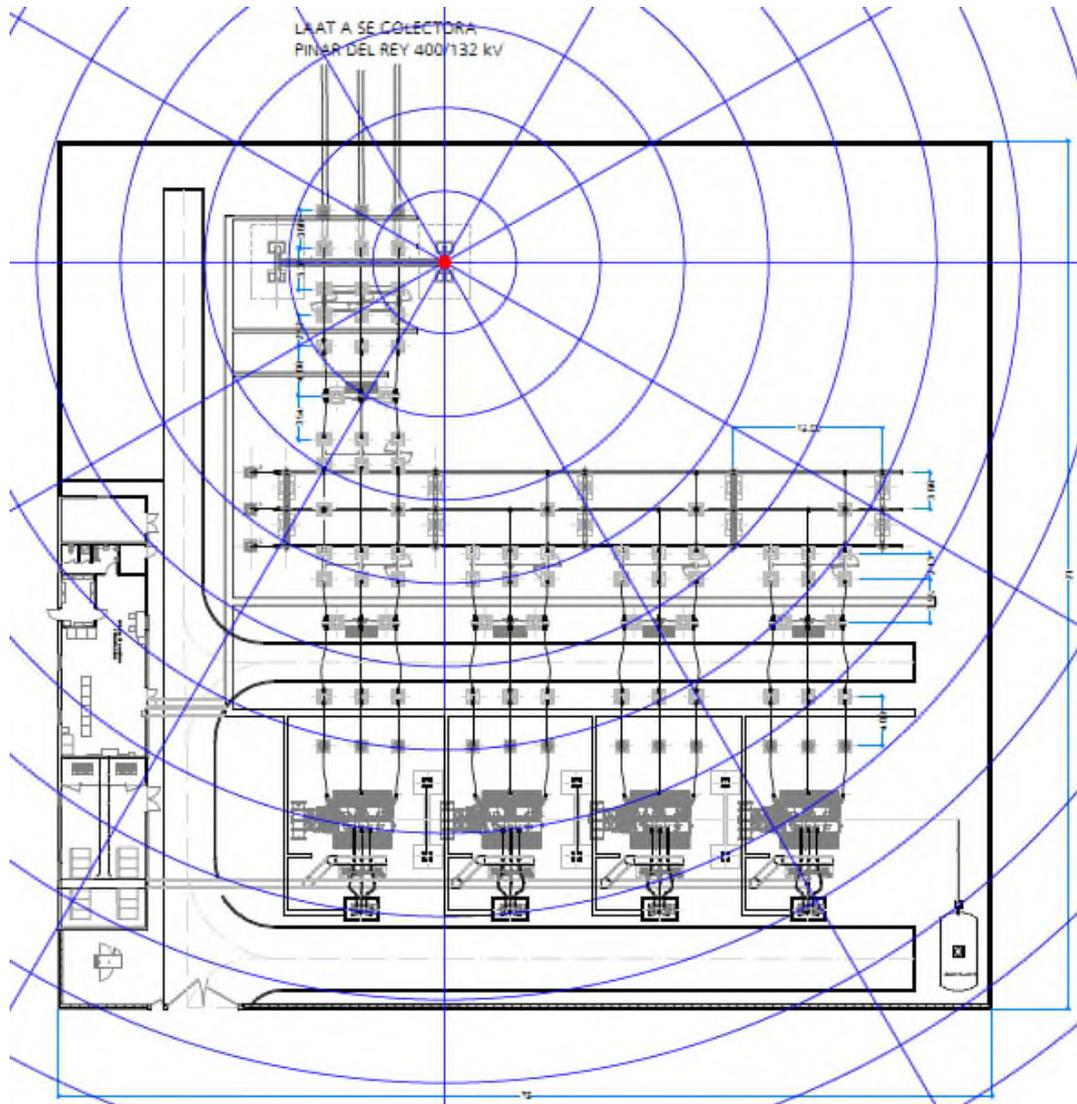


Ilustración 10. Situación del pararrayos y curvas de nivel de protección.

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

Documento 3

Pliego de condiciones

Índice general

1. Condiciones facultativas	6
1.1 Técnico director de obra	6
1.2 Constructor instalador	7
1.3 Verificación de los documentos del proyecto	7
1.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo	8
1.5 Presencia del constructor o instalador en la obra	8
1.6 Trabajos no estipulados expresamente	8
1.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	9
1.8 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	9
1.9 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	10
1.10 Caminos y accesos	10
1.11 Replanteo	10
1.12 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	10
1.13 Orden de los trabajos	11
1.14 Facilidades para otros contratistas	11
1.15 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	11
1.16 Prórroga por causa de fuerza mayor	11
1.17 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	12
1.18 Condiciones generales de la ejecución de la obra	12
1.19 Obras ocultas	12
1.20 Trabajos defectuosos	12
1.21 Vicios ocultos	13
1.22 De los materiales y los apartados. Su procedencia	13
1.23 Materiales no utilizables	14
1.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	14
1.25 Limpieza de las obras	14
1.26 Documentación final de la obra	14
1.27 Plazo de garantía	14
1.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente	15
1.29 Recepción definitiva	15
1.30 Prórroga del plazo de la garantía	15
1.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	16

2. Condiciones económicas	16
2.1 Composición de los precios unitarios.....	16
2.2 Precio de contrata. Importe de contrata	17
2.3 Precio contradictorios.....	17
2.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	18
2.5 Revisión de los precios contratados	18
2.6 Acopio de materiales	18
2.7 Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	19
2.8 Relaciones valoradas y certificaciones	19
2.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	20
2.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada	20
2.11 Pagos	21
2.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	21
2.13 Demora de los pagos.....	21
2.14 Mejoras y aumentos de la obra. Casos contrarios.....	22
2.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	22
2.16 Seguro de las obras	22
2.17 Conservación de la obra	23
2.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	24
2.19 Contradicción entre el presente pliego de condiciones y las cláusulas del contrato entre contratista o instalador y promotor.....	24
3. Condiciones Técnicas.....	25
3.1 Objeto y alcance	25
3.2 Normativa de consulta	25
3.3 Relación detallada de trabajos a realizar	26
3.4 Obra civil	28
3.4.1 Acondicionamiento del terreno	28
3.4.2 Cimentaciones	28
3.4.3 Hormigones	29
3.4.4 Áridos para morteros y hormigones.....	30
3.4.5 Morteros.....	30
3.4.6 Cementos	31
3.4.7 Agua.....	31

3.4.8	Armaduras	32
3.4.9	Piezas de hormigón armado o pretensado	32
3.4.10	Materiales siderúrgicos, características y ensayos	33
3.4.11	Laminados de acero para estructuras.....	33
3.4.12	Suministro de materiales	33
3.4.13	Canales de cables.....	33
3.4.14	Red de tierras.....	34
3.4.15	Drenajes.....	35
3.4.16	Cerramiento perimetral	35
3.4.17	Viales	36
3.4.18	Edificio de mando y control.....	36
3.5	Montajes	36
3.5.1	Estructura metálica.....	36
3.5.2	Montaje de aparellaje.....	37
3.5.3	Aparamenta.....	38
3.5.4	Transformadores de potencia y reactancias.....	39
3.5.5	Celdas blindadas de 36 kV	39
3.5.6	Cables de potencia.....	40
3.5.7	Embarrados y conexiones de alta tensión.....	40
3.5.8	Cables de fuerza y control	40
3.5.9	Montaje de equipos en edificio	41
3.5.10	Alumbrado y fuerza	41
3.5.11	Telefonía y comunicaciones	42
3.5.12	Sistema de protección contra incendios.....	42
3.6	Plan de calidad de la obra	43
3.6.1	Replanteos	43
3.6.2	Movimiento de tierras	43
3.6.3	Hormigón	44
3.6.4	Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado	46
3.6.5	Armaduras	46
3.6.6	Obra de fábrica	46
3.6.7	Protocolos, Ensayos y Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes.....	47
3.6.8	Ensayos en red de tierra	48
3.6.9	Protocolo y pruebas de los equipos de Alta Tensión.....	49
3.6.10	Protocolos y Ensayos del Sistema de Protección y Control.....	49
3.7	Recepción y puesta en marcha de las obras.....	51

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 5 de 55	

3.7.1	Secuencia a seguir antes de la Puesta en Marcha.....	51
3.8	Documentación	55

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 6 de 55	

1. Condiciones facultativas

1.1 Técnico director de obra

Corresponde a la Dirección Técnica:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo inicial de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, siempre que no solape competencias con el Coordinador de Seguridad y Salud, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.
- Las funciones de la Dirección de Obras serán llevadas a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 7 de 55	

1.2 Constructor instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

1.3 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 8 de 55	

1.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

1.5 Presencia del constructor o instalador en la obra

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.6 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 9 de 55	

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crean oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

1.8 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 10 de 55	

1.9 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

1.10 Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de esta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

1.11 Replanteo

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

1.12 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 11 de 55	

parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

1.13 Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.14 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

1.15 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

1.16 Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 12 de 55	

plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.17 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

1.18 Condiciones generales de la ejecución de la obra

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

1.19 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.20 Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 13 de 55	

gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

1.21 Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

1.22 De los materiales y los apartados. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 14 de 55	

1.23 Materiales no utilizables

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

1.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

1.25 Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

1.26 Documentación final de la obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

1.27 Plazo de garantía

Durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 15 de 55	

indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

1.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

1.29 Recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

1.30 Prórroga del plazo de la garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 16 de 55	

1.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

2. Condiciones económicas

2.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 17 de 55	

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un máximo del 9 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2.2 Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 9 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

2.3 Precio contradictorios

Salvo que condiciones contractuales entre Contrata y Promotor que establezca otro destino:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 18 de 55	

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

2.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

2.5 Revisión de los precios contratados

Una vez que el Contratista y el Promotor cierren el contrato económico de la ejecución de las obras no se procederá a revisión de precios.

2.6 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 19 de 55	

2.7 Responsabilidad del constructor en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Promotor para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

2.8 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 20 de 55	

si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

2.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en esta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 21 de 55	

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

2.11 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

2.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

2.13 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 22 de 55	

2.14 Mejoras y aumentos de la obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

2.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

2.16 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 23 de 55	

suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

2.17 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 24 de 55	

2.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

2.19 Contradicción entre el presente pliego de condiciones y las cláusulas del contrato entre contratista o instalador y promotor

En todo caso prevalecerá los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado contratista o instalador y promotor de las obras.

Cuando tal circunstancia se produjera, el Técnico Director puede solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal y deberá estar firmado por las partes que acuerden tal Documento.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 25 de 55	

3. Condiciones Técnicas

3.1 Objeto y alcance

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo:

- Parque intemperie 132 & 30 kV.
- Edificio MT control y mando.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar, además de las indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

3.2 Normativa de consulta

El Contratista cumplirá fielmente todas las indicaciones que, respecto a la ejecución de las obras, dimensiones, etc., que señale el Director de Obra durante el transcurso de las mismas.

De los accidentes que pudieran originarse como consecuencia de las obras, durante su ejecución, o durante el plazo de garantía de las mismas, será enteramente responsable el Constructor de ellas, siempre que no se hayan derivado de las disposiciones ordenadas por el Director de Obra de las mismas.

Asimismo, serán de aplicación todas las Especificaciones Particulares, así como las Instrucciones Técnicas de los fabricantes y suministradores de los equipos.

En el caso de discrepancias entre las diversas normas se seguirá siempre el criterio más restrictivo. Serán vinculantes todas las normas publicadas hasta la fecha de la firma del contrato.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. "REBT". DECRETO 842/2002, y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T) que le afecten.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 26 de 55	

- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- Documento Básico de Seguridad Estructural SE-AE "Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación. R.D. 314/2006.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR02).
- Documento Básico SE "Seguridad estructural- Cimientos" del Código Técnico de la Edificación. RD 314/2006.
- Documento Básico de Seguridad Estructural SE-A "Acero" del Código Técnico de la Edificación. RD 314/2006.
- Documento Básico de Seguridad Estructural SE-F "Fábrica" del Código Técnico de la Edificación. RD 314/2006.
- Instrucción de Hormigón Estructural "EHE", aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) aprobado por el Real Decreto 1027/2007.
- Documento Básico de Salubridad HS "Salubridad" del Código Técnico de la Edificación. R.D. 314/2006.
- Real Decreto 140/03 de 7 de febrero sobre Criterios Sanitarios de la Calidad del Agua de consumo humano.
- RD 337/2014 Reglamento instalaciones eléctricas de Alta Tensión.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, CTE.

3.3 Relación detallada de trabajos a realizar

- **Obra civil**
 - Retirada de la cobertera vegetal del terreno.
 - Preparación y nivelación de la parcela, realizando los desmontes y terraplenes.
 - Excavación para cimentaciones de aparellaje, del cerramiento y del edificio.

- Hormigonado de zapatas, foso de transformadores y cimentación de cerramiento.
- Realización de fundaciones del edificio.
- Construcción del edificio.
- Excavación de canalizaciones.
- Hormigonado del depósito de aceite.
- Realización de la red de drenajes.
- Hormigonado de canalizaciones.
- Excavación de red de tierras.
- Realización de viales.
- Realización de la solera de la subestación.
- Hormigonado en segunda fase.
- Hormigonado de muros de cerramiento.
- Remates.
- **Montajes**
 - Montaje de los equipos de aparellaje y cajas de intemperie, incluso estructura metálica.
 - Montaje del equipo de MT a la salida del transformador de potencia.
 - Montaje de los embarrados de 132 y 30 kV, incluidos soportes amarre, estructura metálica y conexiones a los equipos.
 - Conexión a la red de tierras de todo el aparellaje y las estructuras.
 - Montaje de las cabinas de MT en el edificio de control.
 - Montaje de pararrayos activo sobre estructura metálica.
 - Implantación de los equipos del edificio.
 - Tendido y conexionado de los cables de MT, de fuerza, de control, de alumbrado y de fibra óptica (sistema integrado de control y comunicaciones).
 - Alumbrado del edificio y del parque de intemperie.
 - Sistema contra incendios y anti-intrusismo del edificio.
- **Plan de calidad de obra**
- **Ensayos de red de tierras**
- **Puesta en marcha y servicio**
- **Documentación**

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 28 de 55	

3.4 Obra civil

3.4.1 Acondicionamiento del terreno

Según las recomendaciones efectuadas por el informe geotécnico del terreno en el que se va a ubicar la subestación, habrá que sanear la capa de cobertura vegetal más exterior mediante medios mecánicos.

Posteriormente, se efectuará la excavación y relleno de la parcela, para conseguir la correspondiente cota de explanación, según planos.

El relleno se efectuará sobre bancadas horizontales que se realizaran previamente, para asegurar la transmisión de esfuerzos al terreno de modo vertical.

3.4.2 Cimentaciones

En este apartado se recogen los trabajos necesarios para la ejecución de todas las cimentaciones. Las cimentaciones a construir son las correspondientes a los siguientes equipos:

- Transformadores de intensidad.
- Transformadores de tensión.
- Soportes de aisladores y aparellaje eléctrico.
- Transformadores de tensión de barras.
- Interruptores.
- Seccionadores de barras.
- Seccionadores de línea con p.a t.
- Autoválvulas.
- Fosos de transformadores de potencia.
- Depósito de aceite.
- Muro cortafuegos.

Además, serán de nueva construcción las bancadas para los armarios de centralización de circuitos.

Los elementos que intervienen en su construcción serán:

- Hormigones de relleno y limpieza HM-12,5.
- Hormigones en masa para cimentaciones y estructuras HM-30.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 29 de 55	

- Hormigones armados para cimentaciones y estructuras armadas HA-30
- Aceros para armaduras (principales y de reparto) B 400 S.

Las características dimensionales y de armados de cada una de ellas se detallan en el Documento de Mediciones.

En líneas generales su realización se llevará a cabo en dos fases:

Primera Fase. En ésta se procederá al encofrado, armado (en caso de que sea necesario) y hormigonado hasta la cota de acabado, dejando embebidos los pernos de anclaje a los que se atornillarán los soportes metálicos de los diferentes equipos.

Del mismo modo, también en esta primera fase, y en aquellas cimentaciones que así lo requieran, se dejarán instalados los tubos previstos para el paso de cables eléctricos, según los cajeados especificados, en la cantidad y calidad que se indica en los planos constructivos.

Segunda Fase. En esta segunda fase, en la que se alcanzará la cota de coronación, se realizará el acabado de las cimentaciones hasta la cota de arranque del soporte. Esta segunda fase lógicamente se realizará después de montar el soporte correspondiente con todos sus accesorios.

Una vez fraguado el hormigón se retirará el encofrado de la excavación, y se procederá al relleno con tierras clasificadas hasta el 95% del P.M.

3.4.3 Hormigones

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto o resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en N/mm², tal y como se especifica en los artículos 30 y 39 de la EHE-08 sea según su uso, la expresada en el cuadro adjunto.

TIPO DE HORMIGÓN	Fck (N/mm²)	HORMIGÓN USADO EN
HA-25/P/20/IIa	25	Obras de hormigón armado como soleras, forjados, depósitos, bancadas de transformadores, etc.
HM-20/P/40/IIa	20	Obras de hormigón en masa como cimientos, viales, solados, bordillos, cunetas, arquetas, zanjas, etc.
HM-10/P/40/IIa	10	Hormigones de limpieza, rellenos, etc.

Las dosificaciones de hormigón a emplear en las distintas estructuras, en contacto con el suelo y por debajo de la cota 0,00 de la explanación tendrá una relación agua/cemento menor o igual a 0,60.

3.4.4 Áridos para morteros y hormigones

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo ser limpios y exentos de tierra-arcilla o materia orgánica.

El tamaño máximo del árido estará limitado por el tamiz 40 UNE y su proporción de mezcla definida por porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

Deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compacidad, manejable, sin segregación, bien ligado y de la resistencia exigida.

Los áridos cumplirán, como mínimo, las condiciones exigidas en el artículo 28 de la EHE-08.

3.4.5 Morteros

La composición del mortero será adecuada a la aplicación de las obras de fábrica que se ejecute.

En general se adaptarán a los tipos especificados en la norma NBE-FL-90, (tabla 3.3) y su dosificación será la exigida en la tabla 3.5 de la norma anterior, que a continuación se incluye.

USO	Mortero	Tipo	Cemento	Cal Aérea	Cal Hidráulica.	Arena
Fábricas ordinarias, relleno mortero para solados	M-20	A	1	-	-	8
		B	1	2	-	10
		C	-	-	1	3
Fábricas cargadas y enfoscados	M-40	a	1	-	-	6
		b	1	1	-	7
Bóvedas, doblados de rasilla, escaleras	M-80	a	1	-	-	4
		b	1	½	-	4
Enlucidos, revocos, cornisas, enfoscados impermeables.	M-160	a	1	-	-	3
		b	1	¼	-	3

3.4.6 Cementos

El tipo de cemento utilizado para la ejecución de los hormigones, "cemento de la clase resistente 32,5 N/mm² o superior", se determinará teniendo en cuenta entre otros factores la aplicación del hormigón, las condiciones ambientales a las que va a estar expuesto y las dimensiones de las piezas. Cumplirá como mínimo las condiciones exigidas en la RC-03 y artículo 26 de la EHE-08.

La dosificación del cemento se realizará en base al tipo de hormigón a conseguir y el tipo de cemento a utilizar, de acuerdo a la siguiente tabla:

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

3.4.7 Agua

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en el artículo 27 de la EHE-08.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 32 de 55	

No se utilizarán aguas del mar o aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones, y se rechazarán, salvo justificación especial, todas aquellas aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- Un PH \geq 5.
- Contenido de sulfato \leq 1g/l.
- Contenido de Ion Cloro \leq 3g/l para HA o HM y \leq 1g/l para HP.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad \leq 15g/l.

3.4.8 Armaduras

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

- Barras corrugadas designadas en la tabla 31.2.a del artículo 31 de la EHE-08 como B 400 S y B 500 S y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.
- Mallas electrosoldadas designadas en la tabla 31.3 del artículo 31 de la EHE-08 como B 500 T y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

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

Las secciones nominales y las masas nominales por metro serán las establecidas en la tabla 6 de la UNE 10080. La sección equivalente no será inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal.

Sólo podrán emplearse barras o rollos de acero corrugado soldable que sean conformes con UNE 10080.

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

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

3.4.9 Piezas de hormigón armado o pretensado

La forma y dimensiones de las piezas prefabricadas se ajustarán perfectamente a los planos aprobados, así como a las indicaciones del proyecto, y al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 33 de 55	

3.4.10 Materiales siderúrgicos, características y ensayos

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 8.8 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en la NBE.

3.4.11 Laminados de acero para estructuras

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

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

3.4.12 Suministro de materiales

Todos los materiales dispondrán del correspondiente certificado de Control de Calidad.

3.4.13 Canales de cables

Para conducir los circuitos eléctricos de fuerza en MT y BT, instrumentación y señalización se diseña una red de canales consistente en:

- Parque intemperie. Red de canales de cables prefabricadas de hormigón, cerrados en su parte superior con losetas de hormigón.

Toda la red de canales prefabricadas finalizará en las arquetas de entrada de canales prefabricadas al Edificio de Mando y Control, estando todas las canales que componen esta red dotadas de losetas de hormigón prefabricadas, a excepción de las BR que estarán dotadas de tapa metálica de acero galvanizado en caliente con superficie superior lagrimada para garantizar suficiente adherencia.

Estos canales se instalarán sobre un lecho y laterales de grava lavada.

Estos canales están dotados de ventanas de drenaje en el fondo de éstas.

Edificio de Mando y Control. Los canales se realizarán mediante hormigonado in situ, con la traza y dimensiones que figuran en los planos adjuntos al proyecto. Estarán dotadas de tapaderas metálicas de chapa lagrimada 6/8, con perno de extracción.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 34 de 55	

3.4.14 Red de tierras

En todos los puntos de unión entre diferentes conductores de malla de tierra, se realizará mediante soldaduras aluminotérmicas o conector en "C" de cobre estañado.

De esta red tienen que salir a la superficie los bucles de cable indicados en los planos a los que se unirán los elementos siguientes:

- Las carcasas de transformadores, motores y otras máquinas.
- La estructura metálica.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Los chasis y bastidores de los aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y los cerramientos metálicos.
- Las tuberías y conductos metálicos.

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

- Los neutros de transformadores de potencia.
- Los hilos de tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Las tomas de tierra de las autoválvulas para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Las puntas captadoras de pararrayos.

La red estará calculada para soportar el paso de las corrientes de defecto a tierra considerando la red de tierra del resto de la planta, de forma que no pueda producirse la aparición de tensiones de paso y contacto peligrosas derivadas de la aparición de un defecto en la misma. Todas las conexiones enterradas de la red, incluidos los cruces entre los cables de cobre, se realizarán **mediante soldaduras aluminotérmicas o conector en "C"** anteriormente mencionado.

En el parque intemperie, con objeto de disminuir las tensiones máximas de paso y contacto, se extenderá una capa de grava de granulometría inferior a 20 mm y con 10 cm de espesor mínimo

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 35 de 55	

para obtener una resistividad mínima de 3.000 Ω m. Las conexiones a todas las masas metálicas de la Subestación a la red de tierra se realizarán en al menos dos puntos.

En este apartado se incluye la realización de zanjas, tendido de cable cobre desnudo de sección **95 mm² Cu** y su **unión mediante grapas adecuadas o terminales de presión**, relleno y compactado al 95% del P.M. dejando accesible el cable para poner a tierra las estructuras metálicas de la subestación.

Las zanjas tendrán una profundidad media de 80 cm a partir de la cota cero o rasante.

El relleno se hará con materiales procedentes de la excavación, siempre que estos sean aceptados por la dirección de obra.

La red de tierras se extenderá, **por todo el recinto de la subestación tal y como se indica en los planos destinados a tal propósito.**

3.4.15 Drenajes

Existirá en el recinto de la subestación un sistema de drenaje capaz de asegurar que no se producirá encharcamiento de agua.

Este sistema estará formado por una red de tubos de drenaje bajo los canales de cable y bajo la capa de grava, con sus correspondientes arquetas de registro (incluso bajo canales de cables), colectores de tubo, pozo de registro y arquetas de ventilación, dispuestas en una red con las pendientes apropiadas.

Asimismo, los viales se realizarán con las pendientes y cunetas adecuadas para evitar los encharcamientos.

3.4.16 Cerramiento perimetral

El recinto de la SET estará protegido por una valla de enrejado de simple torsión, de una altura de 2,5 m, medida desde el exterior.

Dispondrá de varios accesos mediante portón de doble hoja apertura y cierre, que permita el paso de vehículos de carga y descarga de materiales, y paso de hombre independiente. Será necesario el uso de llaves para apertura de la puerta de paso de hombre desde el exterior. También se asegura el acceso directo al parque de intemperie desde el propio Edificio de Mando y Control.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 36 de 55	

3.4.17 Viales

Para acceder desde el exterior a la totalidad de las puertas de acceso a las diferentes zonas de Subestación se ejecutará un vial perimetral que rodea completamente el perímetro de ésta ejecutado mediante zahorra compactada, con sobrecanchos suficientes para permitir el giro de vehículos pesados.

3.4.18 Edificio de mando y control

En el interior del recinto de la subestación se construirá un edificio con las dimensiones necesarias para albergar las siguientes instalaciones:

- Sala para Celdas y Transformadores de SSAA.
- Sala de Control.
- Sala de Aceites.
- Sala de Contadores
- Aseos y Duchas.
- Almacén y Taller.

En la Sala de Control existirá un sistema de aire acondicionado: frío, calor y deshumidificador.

El edificio estará convenientemente impermeabilizado y aislado térmica y acústicamente.

Las ventanas estarán dotadas de doble vidrio de seguridad.

Su diseño posibilitará su integración en el entorno natural de la zona.

3.5 Montajes

3.5.1 Estructura metálica

La estructura metálica de soporte consistirá en perfiles galvanizados, y será realizada de acorde a la Especificación Técnica de Estructura Metálica y normativa en vigor.

Se incluye en el suministro del contratista los perfiles metálicos galvanizados necesarios para el apoyo de equipos en el interior del Edificio de Mando y Control.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 37 de 55	

Las tolerancias admitidas en el montaje de estructura metálica de pórticos, soportes de aparellaje y aisladores soporte, serán los siguientes:

- Alineación: ± 5 mm
- Nivelación: $\pm 2,5$ mm
- Aplomado: \pm altura/1 000

El instalador contemplará la permanencia en obra, durante el montaje de la estructura metálica, de un topógrafo con taquímetro y nivel para conseguir la perfecta alineación, nivelación y aplomado de toda la estructura metálica.

3.5.2 Montaje de aparellaje

En esta partida se contempla la instalación de todo el aparellaje según los planos adjuntos, incluyendo su fijación a la estructura metálica y la fijación de las cajas de centralización, conducciones portacables y accesorios para cables aislados, cables desnudos de puesta a tierra a dicha estructura.

Las placas de características de los equipos se instalarán de manera que puedan leerse el código de éstos con la mayor claridad posible, a ser posible a una altura máxima del nivel +0.00 de la subestación de 2 m.

Antes de proceder a la instalación de éstas, se deberá comprobar de forma inequívoca la correspondencia de las fases de la subestación para asegurar que las placas correspondientes a las fases R, S y T se emplazan correctamente.

El contratista suministrará la tornillería de fijación del aparellaje, el cable de cobre para la puesta a tierra, las piezas de fijación de la puesta a tierra, y todos los conductos y accesorios para la fijación de cables que se reflejan en las listas de materiales incluidas en los planos de montaje correspondientes, estando detalladas las partidas de suministro y/o montaje en los capítulos correspondientes de las mediciones.

La nivelación de todo el aparellaje se realizará sobre un mismo plano horizontal; una vez conseguida la nivelación correcta, los pernos se apretarán con llave dinamométrica hasta su posición definitiva.

Todas las modificaciones (nuevos taladros, rasgado de los existentes, etc.) que pudiesen exigir la sujeción de aparatos, el paralelismo entre fases, etc., deberán realizarse en el soporte metálico correspondiente.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 38 de 55	

Una vez finalizado el montaje de todo el aparellaje, el instalador procederá a la limpieza del mismo debiendo emplear trapos limpios que no dejen residuos, y un disolvente adecuado. Las cuchillas de los seccionadores serán tratadas mediante aplicación de capa de vaselina, siendo posteriormente limpiados mediante trapos limpios.

3.5.3 Aparamenta

Interruptores

Se procederá a la fijación en sus bancadas y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

El llenado del SF6 se realizará a la presión de trabajo indicada por el fabricante. En su recepción se comprobará la densidad del gas a través del densímetro y la presión.

La casa constructora del interruptor deberá revisar el montaje y dar su aprobación al mismo.

Seccionadores

Se procederá al izado, fijación en sus soportes y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

Se comprobarán los ajustes, engrases finales, así como la penetración de las cuchillas, conforme a las indicaciones del fabricante.

Resto de la aparamenta

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

Para su montaje se seguirán las instrucciones del fabricante.

- El montaje de los transformadores de medida, cuando se monte uno por fase, se realizará siguiendo el número de fabricación: el menor en la fase 0 y el mayor en la fase 8. Una vez montados se medirán aislamientos. En los TI además, se medirá la polaridad y relación de transformación.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 39 de 55	

- En las autoválvulas, cuando proceda, se montarán los contadores de descargas. Se comprobará y medirá el aislamiento entre la base donde lleve la puesta a tierra y el soporte metálico.

3.5.4 Transformadores de potencia y reactancias

Actividades principales a desarrollar en el montaje:

- Descarga y traslado hasta su emplazamiento definitivo junto con sus accesorios.
- Montaje de accesorios y bornas.
- Tratamiento y llenado de aceite bajo vacío.
- Recepción final.
 - Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador.
 - Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.
 - Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados en la Especificación Técnica de Montaje de Transformadores de Potencia, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa.
 - Se procederá a la rotura de vacío.
 - Una vez montados todos los elementos del transformador se procederá al llenado final del transformador.

El aceite antes del llenado debe tener un contenido de humedad de 10 ppm o menos y el contenido de gases no debe exceder del 1%.

Cuando la cuba no esté preparada para pleno vacío, se procederá solamente al tratamiento del aceite y al llenado del transformador.

En el caso de transformadores nuevos, la casa constructora del transformador realizará el montaje y supervisará la puesta en servicio del mismo.

3.5.5 Celdas blindadas de 36 kV

Se realizarán las siguientes operaciones:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 40 de 55	

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

3.5.6 Cables de potencia

El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases R, S, T).

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

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

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

3.5.7 Embarrados y conexiones de alta tensión

Se realizarán los trabajos de tendido aéreo de los cables para derivaciones y conexiones al aparellaje eléctrico, así como el montaje de todas las piezas de conexión que sean correspondientes.

El suministro de conductores, recorrería y todo el pequeño material necesario también será por cuenta del contratista.

Expresamente se prohíbe arrastrar los cables, así como ponerlos en zonas de tránsito, con el fin de evitar las deformaciones y erosiones que podrían ocasionarse en los mismos.

3.5.8 Cables de fuerza y control

Se incluyen en este apartado las siguientes actividades:

- Plan de tendido y conexionado.
- Tendido.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 41 de 55	

- Conexionado.
- Mediciones y comprobaciones.

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

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

Se procederá a realizar el tendido y conexionado de todos los cables de fuerza y control, según los esquemas de cableado del proyecto.

El Contratista suministrará todos los cables correspondientes a este apartado, incluidos todos los elementos auxiliares indicados en los documentos ya mencionados.

Asimismo, suministrará y montará las cajas colectoras para centralización de los cables del parque de intemperie de 132 kV

El Contratista incluirá el suministro de los bornes de conexión de los armarios y bastidores de la subestación.

3.5.9 Montaje de equipos en edificio

Se realizará el montaje de los equipos eléctricos alojados en el edificio de mando y control. En el estado de mediciones se indican los equipos, y se adjunta el plano de disposición de equipos en el edificio.

3.5.10 Alumbrado y fuerza

La instalación de alumbrado del parque de intemperie comprende un conjunto **de luminarias con tecnología LED**, fijados en las estructuras metálicas **diseñadas para tal uso**.

La instalación de fuerza estará realizada a base de tomas de corrientes instaladas sobre los mismos soportes que se emplean para el alumbrado del parque.

El Contratista ejecutará totalmente estas instalaciones, incluyendo zanjas, cables, pequeño material etc.; del mismo modo se procederá a la instalación de alumbrado y fuerza del interior del edificio de mando y control.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 42 de 55	

3.5.11 Telefonía y comunicaciones

Se instalará un armario de fibra óptica en el Edificio de Mando y Control, así como una caja de conexión de fibra óptica en el pórtico de llegada de línea, para prever la conexión de la línea de fibra óptica (OPGW-48) que proceda instalada en el hilo de guarda de la línea eléctrica aérea para alta tensión de enlace.

El Contratista deberá seguir las siguientes recomendaciones para el tendido de los cables de fibra óptica:

- No sobrepasar el radio de curvatura indicado por el fabricante del cable de fibra óptica.
- No presionar ni tirar del cable con fuerza superior a la tensión que recomiende el fabricante.
- No grapar con clavos el cable de fibra óptica a la pared.
- Utilizar el tipo de cable más adecuado para cada instalación:
 - En instalación subterránea o bajo tierra, se empleará cable de fibra óptica armado.
 - En instalación por tendido aéreo: cable dieléctrico, mejor soportado.
 - En instalación en bandeja portacables: cable para construcción interior (sin armadura).
 - Instalación en emplazamientos con humedad y roedores: cable para instalación exterior, con cubierta antihumedad y armadura anti-roedores.
- Para definir el cable de fibra óptica de la flexibilidad adecuada, se estudiarán los cambios de dirección en el recorrido de los cables de instalación, que aumentan la atenuación de la señal.

3.5.12 Sistema de protección contra incendios

Se realizará la instalación de los sistemas de detección de incendios y anti-intrusismo en el edificio de mando y control, de acuerdo con los planos adjuntos, incluyendo todas las instalaciones y actuaciones complementarias, equipos, pequeño material, etc., que sea necesario para dejar el sistema completamente instalado, probado y en funcionamiento, de acorde con la normativa de aplicación vigente.

Es por ello que la conexión con la centralita e instalación de la misma correrá también por cuenta del contratista. Las mediciones se adjuntan en esta carpeta de concurso.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 43 de 55	

Serán suministro del Contratista todos los elementos auxiliares tales como canaleta de PVC y tubos para montajes de cables, cajas de derivación, elementos de fijación y conexionado (tacos, tortillería, abrazaderas, grapas, bornes, etc.).

3.6 Plan de calidad de la obra

Para cada fase de los trabajos, el Contratista deberá preparar una serie de Programas de Puntos de Inspección (PPI's) de las labores realizadas, que recogerá en documentos escritos y guardará para glosar la documentación final de la obra.

La Ingeniería/Propiedad podrá estar presente en las inspecciones que se realicen, aunque su ausencia no justificará la aprobación de un producto defectuoso.

El establecimiento de los PPI's se realizará previa al inicio de los trabajos, sometiéndose a la aprobación por parte de la Ingeniería/Promotora, quien podrá proponer pruebas y/o ensayos alternativos.

3.6.1 Replanteos

Los errores máximos permitidos serán:

- Entre ejes de replanteo y ejes de cimentaciones 2 mm
- Entre ejes de cimentaciones y testas de los pernos 1 mm
- En nivelación de bases de cimentaciones 1 mm
- En nivelación de carreteras y viales 5 mm
- En nivelación de explanada 20 mm

3.6.2 Movimiento de tierras

El control de la compactación se efectuará a través de determinaciones "in situ" sobre el relleno compactado, y comparándose los resultados con los valores de referencia obtenidos previamente en el laboratorio.

La compactación de la tongada será aceptable siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 44 de 55	

- Las densidades mínimas de los terraplenes serán de al menos el 95% del Proctor Modificado (UNE 103501) en el núcleo y del 100% en la coronación.
- El módulo de deformación EV2, en el segundo ciclo de carga, en el ensayo de placa de carga, será igual o superior a 60 MPa. Únicamente será necesaria la realización de este ensayo al alcanzarse la cota de arranque de las cimentaciones críticas: zapatas para pilares de pórticos, interruptores, muros cortafuegos, bancadas para transformadores, depósitos de recogida de aceite y cimentación del Edificio de mando y control.

Para la determinación de la densidad y de la humedad "in situ" se emplearán aparatos nucleares.

Por cada tongada terminada se tomarán al menos 5 muestras en diversos lugares de la plataforma.

Todas ellas deberán dar valores superiores al exigido.

Será necesario justificar la caracterización según PG3 de todos los materiales empleados, y la ubicación que se les ha dado en el terraplén: núcleo o coronación. Igualmente será necesario aportar los resultados de los ensayos de densidad y de placa de carga, indicando sobre un plano de planta el lugar, la cota y la tongada en la que fueron realizados.

3.6.3 Hormigón

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIV de la EHE-08, se realizará un control de ejecución a nivel normal.

La comprobación de la resistencia del hormigón se realizará en el laboratorio, mediante la rotura a compresión de probetas sacadas a pie de obra, a la edad de 7 y 28 días, según normas UNE en vigor.

La comprobación de su consistencia se realizará a pie de obra, mediante el cono de Abrams, según norma UNE en vigor.

Fabricación del Hormigón

La clase de hormigón a utilizar será:

- Hormigón HA-25/P/20/Ia ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días).
- Hormigón HM-20/P/40/Ia.
- Hormigón HM-10/P/40/Ia.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 45 de 55	

El tiempo que transcurra desde el amasado hasta la puesta en obra será inferior al 50% del tiempo para iniciarse el fraguado. No se deberá permitir el hormigonado con tiempo lluvioso. Asimismo, todas las superficies a hormigonar deberán estar exentas de agua y materiales desprendidos. No se deberá permitir el hormigonado durante los días de heladas.

La compactación del hormigón se hará por vibración. Los vibradores, cuyo empleo es obligatorio siempre, serán suficientemente revolucionados y enérgicos para que actúen en toda la tongada del hormigón que se vibre.

La colocación del hormigón será una operación continua sin interrupciones tales que den lugar a pérdidas de plasticidad entre tongadas contiguas.

Los encofrados serán preferentemente de madera o metálicos con suficiente rigidez como para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón, ni dejen escapar morteros por las juntas. En ningún caso se procederá a la retirada de encofrados antes de tiempo según se estipula en los artículos 73 y 74 de la EHE-08. Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón.

Las aristas que queden vistas se ejecutarán con chaflán de 25x25 mm.

El agua para morteros y hormigones cumplirá lo prescrito en el artículo 27 de la EHE-08.

El tamaño máximo del árido cumplirá con lo establecido en el artículo 28 de EHE-08.

Hormigones preparados en planta

Se deberá disponer de los albaranes de suministro en los que figuren los datos siguientes:

- Nombre de la central de hormigón preparado.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del utilizador.
- Designación y características del hormigón indicando expresamente cantidad y tipo de cemento, tamaño máximo del árido, resistencia característica a compresión, clase y marca de los aditivos (si los contiene) y el lugar y tajo de destino.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 46 de 55	

Una vez en obra, se procederá a la toma de probetas y a su adecuada protección marcándolas para su control. La rotura de probetas se realizará en un laboratorio homologado para ello en donde se deberán depositar antes de siete días a partir de su confección. La toma de muestras se realizará conforme a la norma UNE 41118. Cada serie de probetas será tomada de un amasado diferente completamente al azar, evitando cualquier selección de la mezcla a ensayar. Las probetas se moldearán, conservarán y romperán según los métodos de ensayo UNE 7240 y UNE 7242.

Si los ensayos sobre probetas curadas en laboratorio resultaran inferiores al 90% de la resistencia característica esperada (25 N/mm²) se efectuarán ensayos de información de acuerdo a la EHE-08.

3.6.4 Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado

Se deberá disponer un expediente en el que se recojan las características:

- Calidad del Hormigón.
- Calidad del acero.
- Dimensiones y tolerancias.
- Solicitaciones.
- Precauciones durante su montaje.

3.6.5 Armaduras

Se deberá disponer un expediente en el que se recojan las características:

- Verificación de la sección equivalente.
- Ensayos y características según Norma en vigor.
- Comprobación de los valores característicos del material, límite elástico, rotura y alargamiento.
- Verificar que las características de las mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado cumplen con la norma UNE en vigor.

3.6.6 Obra de fábrica

Se presentará el certificado de garantía y ensayos efectuados por el fabricante de los siguientes elementos: Tocho macizo, Cero visto, Tochana y Gero no visto.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 47 de 55	

3.6.7 Protocolos, Ensayos y Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes

Protocolos

Se presentarán, como paso previo al inicio de la construcción, los certificados de garantía de la materia prima con las características mecánicas y químicas, según los apartados 2.3, 2.6 y capítulo 3 de la Norma NBE MV 102/1975.

Control de Medidas

En el taller del constructor, de cada tipo de módulo (columna, viga, soporte, etc.) se elegirá uno, del que se comprobarán las dimensiones y tipo de perfil.

Control de galvanizado

El espesor del galvanizado se comprobará mediante el medidor de espesores digital. De cada tipo de módulo se elegirá uno, en el cual se efectuarán como mínimo 3 mediciones. Este control, se efectuará en obra.

Control de características mecánicas

Se escogerá una muestra de cada módulo (viga, columna, soporte, etc.) del taller del constructor y se efectuarán, ensayo de resiliencia y ensayo de tracción, del que se obtendrá; límite elástico, resistencia a tracción y alargamiento a la rotura, de acuerdo a la Norma NBE MV 102/1975.

En los módulos soldados se efectuarán radiografías de las soldaduras (Norma UNE 14011) por empresas especializadas y autorizadas.

Las radiografías a efectuar dependerán del tipo de estructura, fijándose como norma un mínimo de dos, elegidas por muestreo en obra.

Control Tornillería

Se comprobarán tanto las medidas de tornillo, arandela y tuerca, como el buen marcaje de la marca del fabricante y de la calidad del tornillo. Se empleará en todos los casos tornillería de acero inoxidable.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 48 de 55	

Las tolerancias dimensionales de los conjuntos montados serán indicadas en los planos. Con carácter general las tolerancias admitidas serán:

	SOPORTES	ESTRUCTURAS	DINTELES
Aplomado	$\pm \text{altura}/1000 \leq 25 \text{ mm}$	$\pm 3 \text{ ‰}$ de la altura	
Nivelación	$\pm 2,5 \text{ mm}$ (*Con un máximo de 2,5 mm entre cada soporte de seccionadores)	$\pm 2,5 \text{ mm}$	Horizontal: $\pm 3 \text{ ‰}$ de la longitud
Alineación	$\pm 2,5 \text{ mm}$ (anclaje mediante hormigón) Holgura que permita el taladro , $< 2,5 \text{ mm}$ (anclaje mediante pernos)		
Flecha		$\pm \text{altura}/1000 \leq 15 \text{ mm}$ (F. de los pilares de la estructura respecto a su eje vertical)	$\pm \text{Longitud}/1000 \leq 10 \text{ mm}$ (F. entre ejes de apoyo)

Notas:

- Encarado de pilares para estructuras: $\pm 3 \text{ ‰}$ del eje de alineación.
- Longitud del dintel: $\pm 5 \text{ mm}$ (En los casos que tenga junta de dilatación $\pm 15 \text{ mm}$).

3.6.8 Ensayos en red de tierra

El contratista realizará los ensayos que a continuación se mencionan, emitiendo el correspondiente certificado:

- Medida de las tensiones de paso y contacto, mano-mano y mano-pie (en un mínimo de 50 puntos, a criterio de la Ingeniería.), siendo el sistema a utilizar para ambas medidas el de inyección de corriente, y en la medición de tensiones de paso y contacto con un sistema de corrección de cualquier tensión parásita que pueda circular por el terreno; o bien inyectando una intensidad del 1 % de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y, en cualquier caso, no inferior a 50 A.
- Medida de la continuidad de la red, indicando sección de conductor equivalente. Esta medida se efectuará, como mínimo entre 10 puntos opuestos, a criterio de la Ingeniería.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 49 de 55	

3.6.9 Protocolo y pruebas de los equipos de Alta Tensión

Protocolos

Se presentarán, antes de iniciar la construcción, los certificados y protocolos de ensayos (Certificado de origen en fábrica) de todos los materiales, entre ellos los siguientes:

- Cadenas de amarre (aisladores y herrajes).
- Cables subterráneos A/T.
- Cables aéreos.
- Aisladores soporte.
- Tubo de aluminio.

Pruebas

Se efectuará la verificación de que la relación de transformación es la indicada en los Transformadores de Intensidad y de Tensión mediante inyección de corriente por Alta Tensión.

Se encargará a una empresa especializada la prueba de calidad en las conexiones de toda la instalación mediante la medición termográfica. Esta prueba se realizará aproximadamente tres meses después de la Puesta en Servicio de la instalación y siempre antes de la Recepción Definitiva. Esta prueba se realizará a plena carga, si las condiciones de la red lo permiten.

Se efectuarán mediciones de la intensidad lumínica en la instalación interior y exterior, indicando la situación de los puntos de comprobación. Los valores medios de aceptación son:

- | | |
|---------------------------------|---------|
| • Parque, exteriores y accesos | 20 Lux |
| • Cuadro Mando y Protección | 600 Lux |
| • Sala cabinas | 300 Lux |
| • Galería cables y dependencias | 150 Lux |

3.6.10 Protocolos y Ensayos del Sistema de Protección y Control

Protocolos

Como paso previo al tendido se verificarán los certificados y protocolos de ensayo de cables (certificado de origen en fábrica).

Ensayos de Cuadros, armarios y paneles

Se verificará el conexionado de acuerdo con los esquemas correspondientes.

Se aplicará entre los circuitos independientes y entre estos y masa, una tensión alterna de 50 Hz durante 1 min, de los siguientes valores eficaces (ensayo de tensión soportada):

- Circuitos con tensión nominal hasta 60 V: 500 V.
- Circuitos con tensión nominal superior a 60 V e inferior a 500 V: 2000V.
- Los circuitos que se alimentan a través de transformadores de medida, la tensión de ensayo será 2000 V.

Ensayos de Cables de Control y Protección

Se verificará el conexionado de acuerdo con los esquemas correspondientes.

Se verificará el aislamiento entre conductores y entre ellos y tierra.

Los límites de aceptabilidad, en función de las longitudes del cable son:

Longitud en m	Resistencia en M Ω
5	122
10	61
15	41
20	31
25	25
30	21
40	16
50	13
60	11
70	9
80	8
90	7
100	6
125	5
150	4

Estas pruebas deben realizarse a 2000 V de tensión de ensayo, sobre todos los cables.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 51 de 55	

3.7 Recepción y puesta en marcha de las obras

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta, y se darán las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Para la recepción y puesta en marcha de la obra, se deberán realizar las pruebas de los equipos e instalaciones, basándose en la normativa citada y en los Protocolos de Pruebas indicadas en las normas y estándares de la compañía distribuidora.

3.7.1 Secuencia a seguir antes de la Puesta en Marcha

Se supervisará el correcto funcionamiento eléctrico, mecánico y de control de las instalaciones y de los equipos de acuerdo con el siguiente plan de pruebas y comprobaciones, no limitativo y sin perjuicio de un desarrollo posterior más detallado.

Transformadores de Potencia

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva y proyecto.
- Inspección del aparato verificando el cumplimiento de las normas y especificaciones aplicables.
- Inspección del cableado de control, funcionamiento del cambiador de tomas, ventilación, herrajes, etc.
- Medidas de aislamiento primario-tierra, secundario-tierra, y entre primario y secundario.
- Comprobación de los protocolos de pruebas entregados por el fabricante.
- Bloqueo de ruedas, desbloqueo de la válvula de expansión, nivel de refrigerante.
- Verificación íntegra del cuadro de mando del transformador incluyendo control de disparo y alarma de las protecciones propias, purgado del Buchholz, funcionamiento del indicador de

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 52 de 55	

temperatura y del cambiador de tomas en carga/vacío, de bornas AT y del estado de la toma capacitiva.

- Verificación de enclavamientos mecánicos y eléctricos entre diferentes maniobras y posiciones o estado de aparamenta y puertas.
- Funcionamiento de calefacción, iluminación, etc.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Interruptores de Alta Tensión

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Comprobación del llenado y presión de gas SF6
- Verificación completa de los armarios de mando del interruptor.
- Verificación completa del cableado de control, etc.
- Comprobación funcionamiento mecánico y eléctrico (en local y remoto).
- Comprobación enclavamientos eléctricos y mecánicos, etc.
- Medición de resistencia entre herrajes.
- Medidas de aislamiento.
- Consumos y medidas de c.c. de cuadros de mando.
- Verificación de señales y mandos a UCS

Seccionadores de Alta Tensión

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Funcionamiento mecánico y eléctrico, enclavamientos mecánicos, etc.
- Verificación completa del cableado de control, etc.
- Medición de resistencia entre herrajes.
- Medidas de aislamiento.
- Consumos y medidas de c.c. de cuadros de mando.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Transformadores de Medida y Protección

- Comprobación de aprietes de tornillería.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 53 de 55	

- Comprobación de protocolos de los equipos.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Se realizará la inyección primaria comprobando la relación de transformación de cada uno de los devanados y si esta relación se ajusta a lo especificado en planos o proyecto técnico.
- Se comprobará la polaridad de cada transformador, y el marcado de las bornas primarios y secundarias, los aprietes y el conexionado de los circuitos de protección y de medida.
- Comprobación de los circuitos de tensión (TT) y de los devanados secundarios (TI) entre las cajas de bornas de los transformadores y la caja de centralización, y desde la caja de centralización hasta las bornas de entrada al armario.
- Medida del aislamiento del cable entre la caja de centralización y los armarios de conexión.
- Medidas de aislamiento.
- Verificación de medidas a UCS.

Autoválvulas

- Comprobación de aprietes de tornillería.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante e ingeniería de detalle constructiva.
- Medición de aislamiento.
- Medición de aislamiento entre fases y tierra.
- Verificación de las protecciones contra contactos indirectos.
- Comprobación de funcionamiento de los detectores.

Sistema de Protección y Control

- Inspección visual de los armarios de control y protección.
- Comprobación del montaje según los planos del fabricante e ingeniería de detalla constructiva.
- Comprobación del tendido, conexionado e identificación de las mangueras, hilos, bornas, etc.
- Verificación de las pantallas de los cables.
- Comprobación de alimentaciones y polaridades.
- Pruebas funcionales integrales del sistema de control (local, remoto, señales, alarmas, medidas, etc.).

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 54 de 55	

- Pruebas funcionales integrales del sistema de protección (señales, alarmas, medidas, disparos, etc.).
- Verificación del funcionamiento de cada elemento de protección por inyección de intensidad/tensión secundaria, con los valores de ajuste previamente aprobados por la Ingeniería.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Continua

- Verificación del transformador de SSAA y del armario CDBT.
- Inspección visual del estado del conjunto rectificador-batería.
- Inspección visual del estado de los armarios de corriente alterna y corriente continua.
- Verificación de las características y conexiones del conjunto rectificador-batería.
- Comprobación del tendido, conexionado e identificación de mangueras, hilos, bornas, etc.
- Comprobación del montaje según planos del fabricante de ingeniería de detalle constructiva.
- Comprobación de alimentaciones y polaridades.
- Pruebas eléctricas de señales, alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de alumbrado, videovigilancia, antiincendios, etc.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

Relés de Protección

- Comprobación del montaje según los planos del fabricante e ingeniería de detalla constructiva, de todos los relés de protección, incluyendo la protección diferencial de barras cuando exista.
- Comprobación del tendido, conexionado e identificación de las mangueras, hilos, bornas, etc.
- Comprobación de alimentaciones y polaridades.
- Inyección de intensidades y tensiones.
- Ajuste documentado de las protecciones (cuando proceda), incluyendo los cálculos detallados para llegar a los valores de ajuste propuestos.
- Pruebas eléctricas de la protección, señales, alarmas, etc.
- Comprobación y medidas en carga.
- Verificación de señales y mandos a UCS.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 55 de 55	

3.8 Documentación

El Contratista deberá entregar a la Ingeniería la documentación que se detalla en el Pliego de Condiciones Generales para la Ejecución de Obras, así como en las fases que se solicita.

Además, deberá desarrollar un Plan de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que será particular para la zona geográfica y para los riesgos derivados de las labores específicas a realizar. Este Plan se deberá entregar con anterioridad al inicio de los trabajos.

El Contratista entregara la siguiente documentación de los armarios incluidos en su suministro:

- Planos constructivos.
- Situación de equipos en el interior.
- Esquemas de conexionado interno.
- Listas de materiales.
- PPI's de aceptación.

Asimismo, deberá realizar la edición conforme a obra ("as built") de todos los planos de la instalación, donde se recojan todas las modificaciones habidas durante el montaje, tanto en esquemas mecánicos como de control. Dicha documentación formará parte del Catálogo de Equipos que deberá entregar el Contratista al finalizar los trabajos.

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

Documento 4

Estudio de seguridad y salud

Índice general

1. Objeto.....	5
2. Alcance	6
3. Memoria de seguridad	7
3.1 Control de la prevención	7
3.1.1 Formación del personal	7
3.1.2 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra	7
3.1.3 Charla sobre riesgos específicos.....	7
3.1.4 Medicina asistencial	8
3.1.5 Control de la prevención	9
3.2 Instalaciones en obra	9
3.3 Aplicación de la prevención en la obra	10
3.3.1 Equipos de protección personal	10
3.3.2 Equipos de protección colectiva.....	11
3.3.3 Distancia de peligro y proximidad	11
3.4 Descargos. 5 reglas de oro	14
3.5 Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos	15
3.5.1 Zanjas	16
3.5.2 Encofrado y desencofrado	16
3.5.3 Trabajos en escaleras y andamios	16
3.5.4 Izado de estructuras	17
3.5.5 Señalizaciones.....	18
3.5.6 Útiles y herramientas.....	19
3.6 Medidas básicas de prevención en los trabajos eléctricos	21
3.6.1 Trabajos en proximidad de tensión	22
3.6.2 Trabajos en tensión	22
3.6.3 En maniobras locales con interruptores o seccionadores	23
3.7 Evaluación de riesgos	24
3.7.1 Identificación de riesgos	24
3.7.2 Prevención y protección frente a riesgos.....	26
3.8 Máquinas y equipos	45
3.8.1 Camión Grúa	45
3.8.2 Camión	47
3.8.3 Máquinas de movimiento de tierras.....	47
3.8.4 Medios auxiliares. Herramientas de mano y eléctricas	49

3.9	Fichas de evaluación de riesgos	55
3.9.1	Método de evaluación de riesgo.....	55
3.9.2	Riesgos de implantación.....	55
3.9.3	Riesgos de replanteo	56
3.9.4	Riesgos de despeje y desbroce.....	56
3.9.5	Riesgos en el movimiento de tierras y nivelación	57
3.9.6	Riesgos en la excavación en pozos y zanjas.....	57
3.9.7	Riesgos en los rellenos.....	58
3.9.8	Riesgos en los trabajos con ferralla	58
3.9.9	Riesgos en los trabajos de manipulación de hormigón	59
3.9.10	Riesgos en los trabajos de encofrado y desencofrado.....	59
3.9.11	Riesgos en los trabajos en la subestación	60
3.9.12	Riesgos en el montaje de las celdas de MT	60
3.9.13	Riesgos en el montaje de cuadros de mando y protección	61
3.9.14	Riesgos en la ejecución de conducciones eléctricas subterráneas.....	61
3.9.15	Riesgos en el tendido y conexionado de conductores.....	62
3.9.16	Riesgo en los trabajos de albañilería	62
3.9.17	Riesgo en los trabajos de carpintería.....	63
3.9.18	Riesgo en los trabajos en cubierta	63
3.9.19	Riesgo en los trabajos en instalaciones de fontanería y sanitarias	64
3.9.20	Riesgos en los trabajos de pintura	64
3.9.21	Riesgos en los trabajos de revestimiento	64
3.9.22	Riesgos en los trabajos de señalización provisional de obra	65
3.10	Actuaciones de emergencia.....	65
3.10.1	En caso de evacuación	65
3.10.2	En caso de accidente.....	67
3.10.3	Frente al riesgo eléctrico.....	68
3.11	Libro de incidencias	70
4.	Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud	71
4.1	Objeto	71
4.2	Normativa de aplicación	71
4.3	Condiciones generales	72
4.4	Obligaciones en materia de Seguridad y salud	73
4.5	Seguros	75
4.5.1	Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje.....	75
4.6	Disposiciones facultativas	75

4.6.1	Coordinador Seguridad y Salud	75
4.6.2	Obligaciones en relación con la seguridad	75
4.6.3	Estudio y Estudio Básico	76
4.6.4	Información y formación	76
4.6.5	Accidente laboral	77
4.6.6	Aprobación Certificaciones.....	79
4.6.7	Precios Contradictorios.....	79
4.6.8	Libro de Incidencias.....	79
4.6.9	Libro de Órdenes.....	80
4.6.10	Paralización de Trabajos	80
4.7	Disposiciones técnicas	81
4.7.1	Servicios de higiene y bienestar	81
4.7.2	Equipos de Protección Individual (EPI's).....	81
4.7.3	Equipos de Protección Colectiva	83
4.7.4	Señalización	85
4.7.5	Útiles y Herramientas Portátiles.....	86
4.7.6	Instalaciones Provisionales	86
4.8	Disposiciones económicas administrativas	89
5.	Presupuesto de seguridad y salud	90

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 5 de 92	

1. Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante la ejecución de los trabajos para la nueva construcción de la Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy, en el municipio de Jimena de la Frontera, Cádiz.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en la Obras de Construcción" en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que establece los criterios de planificación control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben de tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos de Construcción.

También se ha dado cumplimiento al Real Decreto 614/2001, de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 6 de 92	

2. Alcance

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar por el contratista principal y subcontratas y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

No obstante, de acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 7 de 92	

3. Memoria de seguridad

Esta memoria tiene por objeto describir las condiciones generales del trabajo y las actividades concretas a realizar, así como analizar los riesgos previsible y las actuaciones encaminadas a evitarlos y establecer los medios asistenciales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes que pudieran producirse.

3.1 Control de la prevención

3.1.1 Formación del personal

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

3.1.2 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

3.1.3 Charla sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Responsables de Seguridad.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 8 de 92	

Se prevé que, al comienzo de los trabajos, el Jefe de Obra o en su lugar el Jefe de Trabajos, impartirá una Charla de Prevención a la que deben asistir todos los trabajadores, a fin de que participen en los temas siguientes:

- Características de la obra a realizar.
- Métodos - Procedimientos previstos.
- Protecciones colectivas y prendas de uso individual establecidas.
- Resumen del Estudio de Seguridad y Salud.
- Actuaciones en caso de incidente o accidente.

3.1.4 Medicina asistencial

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente, puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

El Control médico de los empleados

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Plan, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada en obra por personal adiestrado haciendo uso de un botiquín de primeros auxilios

En segunda instancia por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por el 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, de un medio de comunicación (teléfono) 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, tal como dice el apartado A3 del Anexo VI del R.D. 486/1997, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 9 de 92	

contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales más cercanos.

La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

3.1.5 Control de la prevención

La documentación disponible en obra y que estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud será:

- Estudio de Seguridad aprobado.
- Tc1 y Tc2.
- Comunicación Apertura de Centro de Trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil.
- Reconocimientos Médicos.
- Certificados de maquinaria.
- Nombramiento y aceptación de Vigilante de Seguridad.
- Acreditación de formación e información.
- Registro de entrega de EPI' S.

3.2 Instalaciones en obra

Se preverá en la obra utilizar las instalaciones de Higiene y Bienestar del promotor o las facilitadas por el contratista. Se adaptará un lugar en la factoría para el acopio de materiales, así como entradas y salidas del personal en obra.

Se empleará cuadro provisional de obra que se alimentará del cuadro de servicios auxiliares del Cliente, este estará provisto de protecciones eléctricas y mecánicas para su uso, no empleándose cuadro alguno que no reúna las condiciones de seguridad y salud.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 10 de 92	

3.3 Aplicación de la prevención en la obra

Se establece como uso obligatorio los siguientes equipos de protección para la realización de los trabajos. Tanto el equipo colectivo como la dotación personal deben conservarse en lugares secos y al abrigo de la intemperie y deben transportarse en bolsas, cajas o compartimentos especialmente previstos para ello.

3.3.1 Equipos de protección personal

Protecciones para la cabeza:

- Cascos. Para trabajadores y visitantes. Estarán designados con la señal CE y el grado de aislamiento eléctrico.
- Protecciones auditivas. Cuando se trabaje en zonas con exposición a alto nivel de ruido
- Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: trabajos en galerías donde existe peligro de desprendimiento de pequeño material, montajes eléctricos con riesgos de proyecciones, etc.
- Mascaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

Protecciones para las extremidades:

- Guantes según el tipo de riesgo, anticorte para el manipulado de equipos y transportes o en manipulación de equipos con aristas agudas, etc., dieléctricos para trabajos en tensión según la norma técnica MT-4, para protección contra el ataque de productos químicos si se localizaran zonas de riesgo, según el agente químico.
- Herramientas homologadas para el trabajo en baja y media tensión según la norma técnica MT-26.
- Calzado de seguridad de clase III homologado.

Protecciones para el cuerpo:

- Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caída en altura, hundimientos y desprendimientos. Siempre será obligatorio para trabajos a **más de 2m de altura y exista riesgo de accidente.**

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 11 de 92	

3.3.2 Equipos de protección colectiva

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a maniobras con aparatos eléctricos de B.T. o A.T. La apertura de zanjas o socavones y cimentaciones para las estructuras que deberán estar convenientemente balizadas.

Cada operario cuidará la conservación de su dotación personal y del equipo colectivo.

Los equipos colectivos que se utilizarán en los trabajos con riesgo eléctrico son los siguientes:

- Banquetas y/o alfombras aislantes.
- Telas aislantes.
- Pantallas de separación aislantes.
- Protectores rígidos aislantes.
- Protectores flexibles aislantes.
- Pértigas aislantes.

3.3.3 Distancia de peligro y proximidad

Se respetarán las indicaciones recogidas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Se evaluarán los trabajos y maniobras de un operador de la subestación para la protección de los mismos frente a riesgos eléctricos.

El Anexo I del RD 614/2001 define:

- **Trabajos sin tensión:** trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.
- **Zona de peligro o zona de trabajos en tensión:** espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.
- **Trabajo en tensión:** trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las

herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones definidas a continuación.

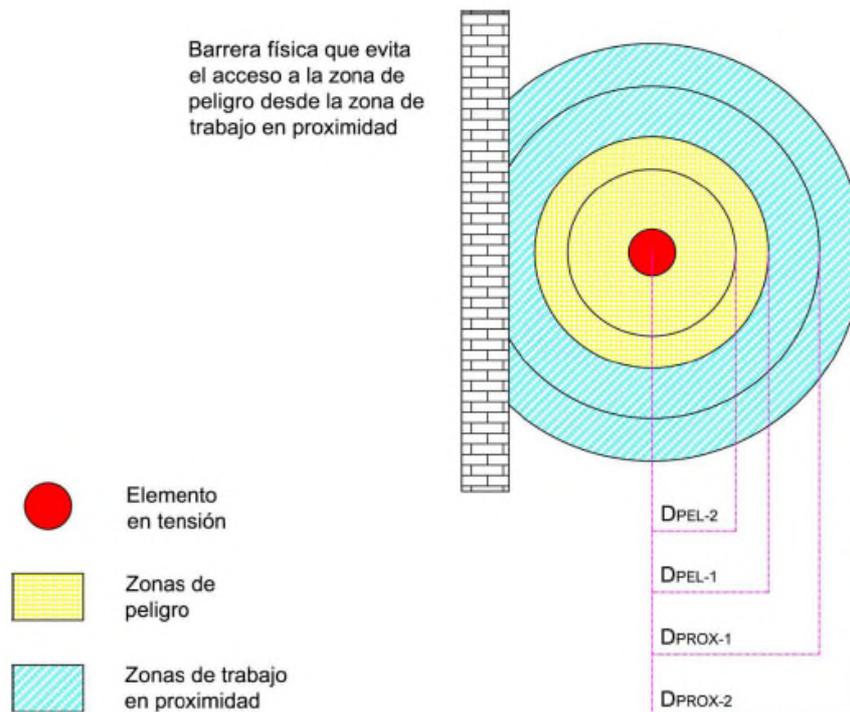
- **Zona de proximidad:** espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la siguiente tabla:

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

Donde:

- 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 DPEL-1 definen la zona de peligro cuando no se interponen barreras físicas entre los elementos en tensión y un trabajador.

DPEL-1 se aplica cuando hay riesgo de sobretensión por rayo y define la zona de peligro para maniobras, ensayos y verificaciones. Existirá riesgo de sobretensión por rayo cuando las condiciones meteorológicas en las proximidades de la instalación favorezcan las descargas atmosféricas.

DPEL-2 se aplica cuando no hay riesgo de sobretensión por rayo y define la zona de peligro para actividades que requieran el empleo de herramientas, o en las que se proceda al montaje o desmontaje de algún elemento.

$$DPEL-1 > DPEL-2$$

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 14 de 92	

Las operaciones locales deberían poder realizarse sin aplicar criterios de trabajos en proximidad de tensión, por lo que se debe evitar que los trabajadores puedan acceder inadvertidamente a la zona de peligro. Como se ha dicho anteriormente, para maniobras, ensayos y verificaciones es aplicable DPEL-1 o la instalación de una barrera.

Si no se adopta ninguna de estas dos opciones, la operación de los mandos de emergencia tendría que considerarse como un trabajo en proximidad de tensión.

El acceso a cualquier área en que un hombre pueda invadir la zona de peligro debe restringirse mediante barreras. Una barrera física debe garantizar la protección ante el riesgo eléctrico, debe ser estable (pantalla aislante o metálica puesta a tierra) y evitar que el trabajador se introduzca inadvertidamente en la zona de peligro.

Para la subestación de tensión nominal $U_n = 132$ kV se tendrá:

- $D_{PEL-2} = D_{PEL-1} = 180$ cm, bajo el supuesto de que exista riesgo de sobretensión por rayo.
- $D_{PROX-1} = 330$ cm, para cuando sea posible delimitar con precisión la zona de trabajo.
- $D_{PROX-2} = 500$ cm, para cuando no sea posible delimitar con precisión la zona de trabajo

3.4 Descargos. 5 reglas de oro

Se realizará un descargo en A.T. dejando sin tensión el secundario de los transformadores de los centros de transformación, para realizar los trabajos en los centros de transformación para las conexiones de acometidas eléctricas en Baja Tensión. El descargo que tendrá lugar en el Centro de Trabajo sólo será realizado bajo el consentimiento y responsabilidad de la empresa que para tales efectos designe la propiedad, por lo que los instaladores eléctricos no implantarán actuación alguna sobre los procedimientos a seguir, riesgos, medidas preventivas y equipo de protección de los trabajos a ejecutar.

No se prevén en obra interferencias con terceros para el desarrollo de las distintas fases de la obra.

Todo trabajo a realizar en una instalación que implique proximidad o actuación sobre elementos susceptibles de estar en tensión llevará consigo la previa petición de autorización y ejecución del Descargo de la citada instalación, según se indica en la correspondiente Norma de Descargos.

No se iniciará ningún trabajo sin permiso expreso de un representante de Dirección Facultativa.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 15 de 92	

Será responsabilidad de la Dirección Facultativa la coordinación de los descargos del equipo o equipos afectados, de acuerdo con la Norma de Descargos.

La apertura de los elementos de corte telecontrolados no exime de la obligatoriedad del seccionamiento, bloqueo y señalizaciones locales.

La operación de un equipo que esté en condiciones de servicio se hará únicamente por personal que haya sido expresamente autorizado para ello, esté recogido en su contrato de prestación de servicios y se haya acreditado la formación requerida a criterio de la Dirección Facultativa.

Las operaciones mínimas del descargo de una instalación o puesta en condiciones seguras de la misma son las “cinco reglas de oro”:

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión. Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte.
2. Comprobar, con equipo adecuado, la ausencia de tensión.
3. Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes de tensión.
4. Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.
5. Cuando se trabaje en celdas de protección. Queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda sin cerrarla previamente si el resguardo de protección.

3.5 Medidas básicas de prevención en los trabajos no eléctricos

Con referencias a las operaciones no eléctricas o interferencia con otros grupos de trabajos debe observarse las siguientes indicaciones:

De acuerdo con la información de la conducción, el trazado exacto debe marcarse sobre el terreno antes de comenzar la excavación; aquél debe indicar, asimismo, las medidas de seguridad que se deberán respetar. Se recomienda que se confirme por escrito todas las condiciones y especificaciones efectuadas.

En el caso de encontrarse con una conducción no prevista, se deben, en principio, tomar las siguientes medidas:

- Suspender los trabajos de excavaciones próximos a la conducción.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 16 de 92	

- Descubrir la conducción sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la conducción para evitar deterioros.
- No desplazar los cables fuera de su posición, ni tocar, apoyarse o pasar sobre ellos al verificar la excavación.
- Impedir el acceso de personal a la zona e informar al propietario.

3.5.1 Zanjas

En la apertura de zanjas para canalizaciones, se solicitará la consignación o descargo de los cables con los que se pudiera entrar en contacto en los siguientes casos:

- Para trabajos realizados con herramientas o útiles manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 m.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a 1m.

3.5.2 Encofrado y desencofrado

Los encofrados se colocan y retiran con plumas o grúas adecuadas, todos los componentes usados son estructurales de la máquina utilizada, las eslingas y estrobos se encuentran en buen estado y no se utilizarán elementos fabricados en Obra.

La limpieza y el orden en las plantas de trabajo son indispensable:

- Se retirarán después del encofrado, todos los clavos desperdigados por el suelo.
- Se limpiará la madera de puntas una vez desencofrada y apilada correctamente.
- Se colocarán tablonces en los forjados, antes del hormigonado, para facilitar desplazamientos.

3.5.3 Trabajos en escaleras y andamios

Antes de utilizar una escalera de mano en el montaje de estructuras del seguidor, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 17 de 92	

- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Tendrán una longitud suficiente para rebasar en un metro el punto superior del apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen las escaleras, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho de 60 cm y estará construido con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 m de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante arnés de seguridad
- La plataforma de trabajo en andamios ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

3.5.4 Izado de estructuras

Las normas a seguir para el izado, desplazamiento y colocación de cargas, son las siguientes:

- Una vez enganchada la carga tensar los cables elevando ligeramente la misma y permitiendo que adquiera su posición de equilibrio.
- Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada se debe volver a depositar sobre el suelo y volverla a amarrar bien.
- No hay que sujetar nunca los cables en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden cogidas entre la carga y los cables.
- Durante el izado de la carga solamente se debe hacer esta operación sin pretender a la vez desplazarla. Hay que asegurarse de que no golpeará con ningún obstáculo.

- El desplazamiento debe realizarse cuando la carga se encuentre lo bastante alta como para no encontrar obstáculos. Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.
- Durante el recorrido el gruista debe tener constantemente ante la vista la carga, y si esto no fuera posible, contará con la ayuda de un señalista.
- Para colocar la carga en el punto necesario primero hay que bajarla a ras de suelo y, cuando ha quedado inmovilizada, depositarla. No se debe balancear la carga para depositarla más lejos.
- La carga hay que depositarla sobre calzos en lugares sólidos evitándose tapas de arquetas.
- Se debe tener cuidado de no aprisionar los cables al depositar la carga.
- Antes de aflojar totalmente los cables hay que comprobar la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.

3.5.5 Señalizaciones

Las obras deben estar señalizadas mediante vallas. En particular, toda obra o material en la ruta, será anunciado por una señalización instalada a 150 metros como mínimo de sus extremos y conforme a lo establecido en el Código de la circulación.

El contorno de la obra precisará una señalización de posición

Si debe ser interrumpida la circulación se colocará una persona provista de una banderola o disco rojo, en las cercanías de las vallas de señalización con el fin de indicar los puntos peligrosos. Durante la noche las banderolas rojas serán sustituidas por señales luminosas, las vallas serán bien visibles.

Estas instalaciones provisionales cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como las particulares siguientes:

- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 300 miliamperios. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 19 de 92	

- En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria estén puesta a tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Norma ITC-BT-042. En caso contrario los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.
- Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad
- Las tomas de corriente irán previstas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarla sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

3.5.6 Útiles y herramientas

Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores. Las herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase III o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:

- Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250V.
- Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 20 de 92	

- Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.

Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesible. Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.

Las herramientas destinadas a servicio intermitente deben llevar indicada la duración prevista para las paradas funcionamiento.

Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración.

Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 Y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V; siendo como máximo de 245 V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 21 de 92	

Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

3.6 Medidas básicas de prevención en los trabajos eléctricos

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos del elemento de seccionamiento 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 elementos de seccionamientos 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 elementos de seccionamiento y el transformador.

En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de elementos de seccionamiento la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo conlleve la desconexión y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.

En instalaciones de alta tensión, cuando la maniobra del dispositivo portafusible se realice a distancia, se utilizarán pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomarán medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 22 de 92	

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD 614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido:

- Abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas.
- Dar tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas.
- Dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

3.6.1 Trabajos en proximidad de tensión

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

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.

3.6.2 Trabajos en tensión

Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001-AnexoIII.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 23 de 92	

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. El método de trabajo y los equipos y los materiales 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 del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carnet de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y el trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001- Anexo IV.

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados en BT y por trabajadores cualificados en AT, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

3.6.3 En maniobras locales con interruptores o seccionadores

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 24 de 92	

- En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.
- Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:
 - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
 - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
 - Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

En cualquier caso, además de lo establecido en la normativa vigente, se cumplirá la normativa de la compañía y los procedimientos de trabajo recogidos en dicha normativa.

3.7 Evaluación de riesgos

Se analiza a continuación los riesgos previsibles de las diferentes actividades de ejecución previstas, así como las medidas correctoras.

3.7.1 Identificación de riesgos

En cada fase de las obras a realizar se distinguen los siguientes riesgos:

Manipulación de materiales, a mano y con medios mecánicos:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos
- Ventilación

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 25 de 92	

- Iluminación
- Carga Física

Transporte de materiales en obra:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Ruidos
- Vibraciones
- Iluminación
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo

Prefabricación y montajes mecánicos:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones
- Sobreesfuerzos
- Ruidos
- Vibraciones
- Radiaciones no ionizantes
- Iluminación
- Carga Física
- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 26 de 92	

Trabajos eléctricos. Tendido de circuitos, conexiones, etc.:

- Caída del personal al mismo nivel
- Caída del personal a distinto nivel
- Caída de objetos
- Choques, golpes.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos.
- Sobrecarga térmica
- Ruido
- Sobreesfuerzos
- Ventilación
- Iluminación
- Agentes químicos
- Carga Mental
- Condiciones ambientales del puesto de trabajo.

3.7.2 Prevención y protección frente a riesgos

A continuación, se exponen las medidas correctoras y/o preventivas que deberán tomarse para cada riesgo identificado para las actividades que se desarrollen:

Caída de personal al mismo nivel:

Caída por deficiencia del suelo:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Mantener limpieza del lugar de trabajo.

Caída por objetos, obstáculos:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Mantener limpieza del lugar de trabajo.

Caída por existencia de vertidos líquidos:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Mantener limpieza del lugar de trabajo.
- Contener el vertido de forma correcta.

Caída por superficie deteriorada por agentes atmosféricos:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado
- Extremar las precauciones al trabajar en estas condiciones atmosféricas.
- Posponer, si es posible, la realización del trabajo.

Caída resbalones y tropezones por malos apoyos del pie:

- Respetar y cumplir señalización
- Utilizar vías y pasos habilitados para los trabajos
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado.

Caída de personal a distinto nivel:

Caída por huecos:

- Colocación de barandillas adecuadas

- Comunicar, corregir deficiencias
- Señalización de la zona.
- Tener la iluminación adecuada
- Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.

Caída desde escaleras portátiles:

- Elección de la escalera adecuada al trabajo a efectuar
- Verificación del buen estado de conservación y resistencia de todos los componentes.
- Nunca serán prefabricadas provisionales en obra
- No estarán pintadas, para ver mejor si sufren roturas parciales
- Solo podrá estar subido en la escalera un operario
- Mientras se encuentra un operario subido en la misma, otro aguantara la escalera por la base; este operario se puede sustituir si se amarra la escalera firmemente
- A la hora de bajar no se saltará, se bajará hasta el último escalón.
- La escalera sobresaldrá 1 metro aproximadamente sobre el plano a donde se debe ascender.
- Si tiene más de 12 metros se amarrará por los 2 extremos.
- El ascenso se hará de frente a la escalera y con las manos libres de objetos y agarrándose a los peldaños.
- Si se trabaja por encima de 2 metros se utilizará arnés de seguridad, que se deberá anclar a un sitio diferente de la escalera.
- Colocación correcta y estable de la escalera, regla de 1:4; 4 m de altura --> 1 m de separación.

Caída desde escaleras fijas:

- Mantener orden y limpieza
- Tener iluminación adecuada
- Comunicar, corregir deficiencias
- Utilización de calzado adecuado.

Caída desde andamios:

- Todos los andamios y plataformas se construirán de estructura firme y sólida.

- El suelo será plano y adecuado al peso que deba soportar, la anchura mínima será de 0,6 m y estará libre de obstáculos.
- No se depositarán cargas innecesarias en los mismos.
- Todos los andamios de más de 2 m de altura tendrán barandilla a 0,9 m con la suficiente rigidez, así como una barra intermedia y rodapiés a 0,15 m.
- Si los andamios son móviles se deben poder frenar firmemente.
- Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
- Comunica y/o corregir las deficiencias detectadas

Caída desde estructuras, pórticos de naves, puentes grúas:

- Ascenso y descenso con medios y métodos seguros: escaleras adecuadas, etc.
- Estancia en el apoyo utilizando el cinturón de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Utilización de sistema anticaídas.
- Inspección del estado de la torre, estructura, etc.
- Utilización del arnés de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Utilizar escaleras en buen estado.
- Utilizar elementos de sujeción.

Caída de objetos:

Caída por manipulación manual de objetos y herramientas:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
- Señalización de la zona de trabajo.
- No trabajar a diferentes niveles en la misma vertical, si es necesario se utilizaran medios sólidos de separación.
- Tener los materiales necesarios para el trabajo dentro de recipientes adecuados.
- Usar cuerda de servicio o poleas para subir o bajar materiales.

Caída de elementos apilado:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 30 de 92	

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
- Pequeños materiales en cajas.
- Retirar materiales sin alterar estabilidad de los restantes.
- Dispositivos de retención si fueran necesarios (redes, fundas, etc.).
- No abusar en exceso del espacio existente.

Caída de elementos manipulados con aparatos elevadores:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Utilizar el casco de seguridad y calzado adecuado.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Solo se utilizarán aparatos elevadores por personal especializado.
- Nunca se permanecerá debajo de la carga.
- Adecuar los accesorios (eslingas, ganchos, etc.) a la característica de la carga.

Choques y golpes:

Choque contra objetos móviles y fijos:

- Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
- Utilizar el casco de seguridad.
- Utilizar el calzado adecuado.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Tener iluminación adecuada.
- Respetar la señalización.

Choque contra herramientas u otros objetos:

- Utilizar la ropa de trabajo adecuada.
- Utilizar el casco de seguridad.
- Utilizar el calzado adecuado.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Tener iluminación adecuada.
- Utilizar guantes de protección.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 31 de 92	

Maquinaria automotriz y vehículos:

Atropello a peatones:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, etc.).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Desplazarse por lugares indicados para ello.
- Precaución con pasos y accesos a garajes, naves, oficinas, etc.

Golpes y choques entre vehículos:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, etc.).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
- Evitar la fatiga y el sueño.
- Adoptar la velocidad adecuada.

Golpes y choques contra elementos fijos:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, etc.).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
- Evitar la fatiga y el sueño.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 32 de 92	

- Adoptar la velocidad adecuada.

Vuelco de vehículos:

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, etc.).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Utilizar el cinturón de seguridad del vehículo.
- Evitar la fatiga y el sueño.
- Adoptar la velocidad adecuada.

Caída de cargas

- Solo conducción por personal con el permiso adecuado.
- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir las deficiencias detectadas.
- Atención a circunstancias extraordinarias (obras, trabajos, zonas oscuras, lluvia, etc.).
- Revisar periódicamente el estado del vehículo/maquinaria automotriz.
- Colocar adecuadamente la carga (no sobrecargar, bien sujeta, estable y centrada).

Atrapamientos:

Atrapamientos por herramientas manuales:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 33 de 92	

Atrapamientos por herramientas portátiles eléctricas

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.
- Transportar la herramienta desconectada hasta el lugar de trabajo.
- Los elementos móviles estarán protegidos.

Atrapamientos por objetos:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.
- Nunca trabajar debajo de objetos que no estén estables.

Atrapamientos por mecanismos móviles:

- Respetar y cumplir las señalizaciones.
- Tener la iluminación adecuada.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar el casco adecuado.
- Formación de los operarios en la utilización de la maquinaria.
- No emplear prendas holgadas, anillos, pulseras, pelo suelto, ...
- No tocar partes en movimiento.
- Los elementos móviles estarán protegidos.
- Respetar distancias entre máquina y zonas de paso.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 34 de 92	

- Procurar trabajar en espacios amplios.

Cortes:

Corte por herramientas portátiles eléctricas:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por herramientas manuales:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por máquinas fijas:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalizar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por objetos superficiales:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Corte por objetos punzantes:

- Evitar la existencia de puntas o superficies cortantes o elementos incisivos.
- Proteger y señalar las superficies cortantes que no se pueden eliminar.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada trabajo y en buenas condiciones.
- Utilizar guantes de protección mecánica.
- Utilizar casco de seguridad.
- Utilizar ropa adecuada de manga larga.
- Utilizar calzado especial.

Proyecciones:

Impactos por fragmentos o partícula sólidos:

- Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
- Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.
- Delimitar o señalar la zona donde se puedan producir proyecciones
- Utilizar gafas o pantalla facial.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
- Utilizar casco de protección.

Proyecciones líquidas:

- Instalar si es posible las máquinas que puedan originar proyecciones en lugares apartados o compartimentos cerrados.
- Instalar pantallas de separación o mantas para evitar la dispersión de proyecciones.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 36 de 92	

- Delimitar o señalar la zona donde se puedan producir proyecciones
- Utilizar gafas o pantalla facial.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada con manga larga
- Utilizar casco de protección.

Contactos térmicos:

Contactos con fluidos, proyecciones o sustancias calientes/frías:

- Aislar térmicamente las partes susceptibles de producir quemaduras por contacto, delimitar o señalar estas partes, de no ser posible su aislamiento térmico. Utilizar guantes de protección térmica o mecánica.
- Utilizar casco de protección.
- Utilizar ropa de trabajo de características térmicas u otras características adecuadas.

Contactos químicos:

- Disponer los productos químicos en recipientes adecuados y etiquetados en lugares separados.
- Delimitar y separar las zonas donde pueda existir productos químicos.
- Utilizar guantes, ropa de trabajo, calzado, casco, protección ocular o facial y protección respiratoria, según proceda, de características adecuadas.

Contactos eléctricos:

Contactos directos:

En las instalaciones y equipos:

- Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
- Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
- Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
- Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.

- Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
- Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
- Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
- Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
- Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
- En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.

Para trabajos en instalaciones sin tensión:

- Formar e informar a los trabajadores.
- Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
- Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
- Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
- Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
- Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

Contactos indirectos:

En las instalaciones y equipos:

- Formación e información a los trabajadores. Mantener los elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajos envolventes cerrados y señalizados.
- Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
- Disponer de protecciones en todas las líneas en derivación con baja tensión
- Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como guantes aislantes, protección facial u ocular, casco aislante, ropa de trabajo, calzado de protección.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 38 de 92	

- Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
- Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensión de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
- Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento reforzado o estarán provistos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad (0.03 A).
- Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitara que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
- Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
- En el interior de las instalaciones eléctricas o en proximidad de ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.

Para trabajos en instalaciones sin tensión:

- Formar e informar a los trabajadores.
- Desarrollar un procedimiento para el descargo de las instalaciones.
- Colocar equipos de puesta a tierra y en cortocircuito adecuados.
- Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
- Disponer e instalar equipos de protección colectiva tales como: banquetas y/o alfombras aislantes, protectores rígidos aislantes, protectores flexibles aislantes.
- Disponer y utilizar los equipos de bloqueo y de señalización y delimitación.

Sobreesfuerzos:

Sobreesfuerzos al tirar o empujar objetos:

- Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
- Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.

Sobreesfuerzos por uso de herramientas:

- Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 39 de 92	

- Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.

Sobreesfuerzos al levantar, manipular o sostener cargas:

- Utilizar los medios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante
- Potenciar los hábitos correctos de trabajo.
- Formar en los métodos y procedimientos de trabajo seguro en la manipulación de cargas.

Agresión animal:

Insectos:

- Vestir la ropa de trabajo correcta.
- En caso de existencia de insectos, procurar no realizar el trabajo en las horas de mayor insolación.
- Utilizar repelentes o insecticidas.

Ataque de perros:

- Utilizar dispositivos para ahuyentarlos.
- No realizar movimientos bruscos en su presencia.
- Si es necesario, protegerse en el vehículo o habitáculos.

Agresión por otros animales:

- Acudir al servicio de asistencia médica más próximo.

Sobrecarga térmica:

Exposiciones prolongadas al calor:

- Planificar el trabajo para no trabajar en las horas de mayor insolación.
- Utilizar ropa de trabajo correcta.
- Tener la cabeza cubierta.
- Beber agua regularmente.
- Si fuese necesario trabajar a turno.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 40 de 92	

Estrés térmico:

- Cuando se deba trabajar en estas condiciones se debe controlar la sudoración.
- Beber agua frecuentemente.
- Tener previsto el consumo de pastillas de sal.
- Se deberán utilizar procedimientos de trabajo, controlando si es necesario el tiempo de exposición.

Ruido:

- Utilización de los elementos de protección si se sobrepasan los límites reglamentarios (orejeras, tapones etc.).
- Utilizar maquinaria de bajo nivel sonoro.
- En caso necesario reducir el tiempo de exposición.

Vibraciones:

- Utilizar maquinaria de bajo nivel de vibración.
- Utilizar manguitos antivibratorios o "silent-blocks" en máquinas.
- Utilizar protecciones personales en brazos y piernas.

Ventilación:

Ventilación ambiental insuficiente:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Ventilación Excesiva:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.

- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Condiciones de ventilación especial:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Atmosferas bajas en oxígeno:

- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse.
- Prever la necesidad de ventilación forzada.
- Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos.
- Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).
- Se tendrá un método previsto para cada trabajo.
- Se trabajará con equipos autónomos de respiración.

Iluminación:

Iluminación insuficiente:

- Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrante, etc.).
- Modificar el tipo de lámparas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 42 de 92	

- Actuar sobre la superficie reflejante.

Deslumbramientos y reflejos:

- Tener prevista la iluminación adicional o de socorro, en función de la zona (24 V, antideflagrante, etc.).
- Modificar el tipo de lámparas.
- Actuar sobre la superficie reflejante

Agentes químicos:

Exposición a sustancias asfixiantes:

- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
- Utilizar los equipos de respiración autónomos.
- Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

Exposición a atmósferas contaminantes:

- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
- Utilizar los equipos de respiración autónomos.
- Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.
- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

Exposición a sustancias tóxicas:

- Comprobar la cantidad de oxígeno del aire de la zona de trabajo.
- Utilizar los equipos de respiración autónomos.
- Utilizar ropa de protección para riesgos químicos.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 43 de 92	

- Utilizar guantes protectores para riesgos químicos.
- Comprobar calidad del aire.
- Utilizar equipos de protección de las vías respiratorias y si existen dudas, equipos de respiración autónoma.

Carga física:

Movimiento repetitivo:

- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
- Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
- Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Carga estática y postural:

- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
- Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
- Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Carga dinámica:

- Se organizará el trabajo de forma que estos movimientos seden lo menos posible; si no fuera posible se adoptaran pausas o cambios de actividad, dentro de la jornada.
- Se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo.
- Se mantendrá la zona de trabajo libre de materiales o equipos no necesarios.

Cargas climáticas exteriores:

- Se utilizarán las prendas de trabajo adecuadas en función del clima.

Carga mental:

Distribución del tiempo:

- Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 44 de 92	

- Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
- En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
- Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
- Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.

Atención-Complejidad:

- Se organizará el trabajo previendo la necesidad de pausas o paralizaciones.
- Destinar al personal con la cualificación necesaria para la tarea encomendada.
- En trabajos monótonos o repetitivos, organizar el trabajo de modo a establecer la variación de funciones máxima posible.
- Establecer medidas que permitan comunicarse a trabajadores aislados.
- Organización del trabajo adecuado a las horas y turnos.

Condiciones ambientales:

Iluminación del puesto de trabajo:

- Tener provista la iluminación adicional en función de la zona.

Ventilación / Calidad del aire:

- En caso de mala ventilación, se debe trabajar con ventilación forzada.

Humedad / Temperatura:

- Se mantendrá una buena ventilación de la zona de trabajo.

Ruido molesto:

- Si es posible, aislar la fuente productora de ruido.

Configuración del puesto:

Espacios de trabajo:

- Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 45 de 92	

- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- Retirar los equipos innecesarios.

Distribución de equipos:

- Se tendrá en cuenta las influencias provocadas por trabajos próximos.
- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- Retirar los equipos innecesarios.

3.8 Máquinas y equipos

Relación de maquinaria y medios que presentan una atención especial:

- Camión grúa.
- Camión
- Buldócer.
- Retroexcavadora.
- Pilotadora.
- Motovolquetes y carretillas elevadoras.
- Herramientas manuales en general.
- Equipos y herramientas eléctricas.
- Andamios y escaleras.

3.8.1 Camión Grúa

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.

Actuaciones preventivas:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 46 de 92	

- Serán revisados antes de su uso, las eslingas, bragas, estrobos, etc., para comprobar su perfecto estado.
- Los ganchos de cuelgues estarán dotados de pestillo de seguridad.
- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud, en su defecto de calcular, el peso de la carga que se deba levantar.
- Sé prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión del brazo.
- El gruista mantendrá siempre la carga a la vista, en el caso de maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista.
- Queda prohibido levantar más de una carga a la vez.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con la grúa.
- Los materiales que deban ser elevados por la grúa, no estarán sometidos a otro esfuerzo que sea el de su propio peso.
- El operador no desplazara la carga por encima del personal.
- El operador evitará oscilaciones pendulares de la carga para lo cual la carga será guiada mediante cuerdas atadas a la misma.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de acción de la grúa.
- Queda prohibido que el operador abandone la grúa con cargas suspendidas.

Protecciones personales:

El personal llevará en todo momento:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido a los pedales.
- Calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- La carga será guiada mediante cuerdas, en ningún momento se sujetará la carga con las manos mientras esté izada.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 47 de 92	

3.8.2 Camión

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Atropellos

Actuaciones preventivas:

- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados y arrastrar cargas con el camión.
- Se prohíbe la permanencia de personas en el radio de giro del ángulo muerto del camión.
- Queda prohibido que el operador abandone el camión con llaves.

Protecciones personales:

El personal llevará en todo momento:

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido a pedales.
- Calzado para que no se resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina ni en la línea de desplazamiento.

3.8.3 Máquinas de movimiento de tierras

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel.

- Caída de objetos.
- Golpes en movimientos de giro.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Atropello
- Aplastamientos
- Ruidos
- Vibraciones
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.
- Vuelco de vehículo.

Actuaciones Preventivas:

- Se combinarán los trabajos con personal señalista.
- Se señalizarán las zonas de trabajo de máquinas.
- Se señalizará y se establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dumpers debe verter su contenido (rollo de cables, tubos, etc.).
- Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por las máquinas de movimiento de tierras o carretillas elevadoras.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 km/h, tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el PMA de la máquina.
- Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dumpers o carretillas elevadoras (para esta norma, se establece la excepción debida a aquellos dumpers o carretillas elevadora dotados de transportín para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.
- El operador no desplazara la carga por encima del personal con la carretilla elevadora.

Protecciones individuales:

- Botas de seguridad.
- Casco de polietileno.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 49 de 92	

- Cinturón de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Traje impermeable.

Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descargar el cajón, pala, volquete siempre estarán bloqueadas las ruedas delanteras, mediante tablón, calzos hidráulicos o similar y con la marcha atrás.
- No soportará cargas mayores de lo establecido en su P.M.A.

3.8.4 Medios auxiliares. Herramientas de mano y eléctricas

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Herramientas manuales en general.
- Pistola fija-clavos.
- Taladradora portátil.

Herramientas manuales en general

Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.

Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Actuaciones preventivas

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Cualquier defecto o anomalía será comunicado lo antes posible.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 51 de 92	

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza. No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna. No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar. Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos. Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas. No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo. No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa. Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca. Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

Pistola Fija-Clavos

Riesgos más frecuentes

- Golpes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Descargas eléctricas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 53 de 92	

- Exposiciones al ruido.

Actuaciones preventivas

- El personal dedicado al uso de la pistola fija-clavos, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por impericia.
- En ningún caso debe dispararse sobre superficies irregulares, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- En ningún caso debe intentarse realizar disparos inclinados, puede perder el control de la pistola y sufrir accidentes.
- Antes de dar un disparo, cerciórese de que no hay nadie al otro lado del objeto donde dispara.
- Antes de disparar debe comprobarse que el protector está en posición correcta.
- No debe intentarse realizar disparos cerca de las aristas.
- No debe dispararse apoyado sobre objetos inestables.
- El operario que utilice la pistola fija-clavos deberá usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo, botas de cuero de seguridad, auriculares, gafas antiimpactos y cinturón de seguridad si lo precisarán.

Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Guantes de seguridad.

Taladradora portátil

Riesgos más frecuentes

- Golpes en las manos y los pies.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 54 de 92	

- Caídas al mismo nivel.
- Descargas eléctricas.
- Exposiciones al ruido.

Actuaciones Preventivas

- El personal dedicado al uso de la taladradora portátil será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia. Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.
- Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.
- Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.
- No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.
- La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Guantes de seguridad.

3.9 Fichas de evaluación de riesgos

3.9.1 Método de evaluación de riesgo

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
PROBABILIDAD	BAJA	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado M
	MEDIA	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado M	Riesgo importante I
	ALTA	Riesgo moderado M	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

TIPO DE RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial	No se requiere acción específica.
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva en general. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño.
Importante	Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

3.9.2 Riesgos de implantación

ACTIVIDAD: IMPLANTACIÓN															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caidas de personas al mismo nivel		X			X	X			X				X		
Atropellos y golpes contra objetos		X		X	X	X	X		X		X				
Caidas de materiales		X			X	X	X		X				X		
Incendios	X			X			X			X			X		
Riesgo de contacto eléctrico	X				X		X			X			X		
Derrumbamiento de acopios	X						X	X		X			X		
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.															
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).															
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.3 Riesgos de replanteo

ACTIVIDAD: REPLANTEO															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caídas al mismo nivel		X			X	X			X				X		
Caídas a distinto nivel	X			X		X				X			X		
Caída de objetos	X				X	X			X					X	
Golpes en brazos, piernas, con la maza al clavar estacas y materializar puntos de referencia		X			X				X				X		
Proyección de partículas de acero	X			X	X				X					X	
Golpes contra objetos		X		X	X	X			X				X		
Atropellos por maquinaria o vehículos, por presencia cercana a la misma en labores de comprobación	X			X		X	X			X			X		
Ambientes de Polvo en suspensión			X		X			X					X		
Riesgo de accidentes de tráfico dentro y fuera de la obra	X					X	X			X			X		
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas			X		X			X					X		
Riesgos de picaduras de insectos y reptiles	X				X					X			X		
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.															
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).															
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.4 Riesgos de despeje y desbroce

ACTIVIDAD: DESPEJE Y DESBROCE															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caídas al mismo nivel		X				X			X				X		
Caídas a distinto nivel	X			X		X				X			X		
Caídas de objetos		X		X	X	X			X				X		
Choques o golpes contra objetos o personas	X			X		X				X			X		
Vuelcos, desplazamientos o colisión de máquinas	X					X			X					X	
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas			X		X			X					X		
Ambiente pulverulento			X		X			X					X		
Contaminación acústica		X			X			X						X	
Contactos eléctricos directos	X					X	X			X			X		
Contactos eléctricos indirectos	X					X	X			X			X		
Puesta en marcha imprevista	X					X				X			X		
Rotura de piezas y mecanismos	X				X		X			X			X		
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.															
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).															
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.5 Riesgos en el movimiento de tierras y nivelación

ACTIVIDAD: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y NIVELACIÓN															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Deslizamiento o desplome de tierras y/o rocas, derrumbes de las paredes de excavación	X			X		X	X			X			X		
Deslizamientos de personas por taludes		X		X		X	X		X				X		
Desprendimientos de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria		X		X	X	X	X			X		X			
Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras		X		X	X	X	X			X		X			
Caidas de personal, vehículo, maquinaria u objetos a distinto nivel	X						X		X					X	
Caidas de personas al interior de una zanja		X		X		X	X			X		X			
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas			X		X			X					X		
Problemas de circulación interna (embarramiento) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación		X				X		X						X	
Interferencias con conducciones enterradas	X					X	X		X					X	
Sobreesfuerzos		X					X		X				X		
Ruido ambiental		X					X	X						X	
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores. Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos). Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.6 Riesgos en la excavación en pozos y zanjas

ACTIVIDAD: EXCAVACIÓN EN POZOS Y ZANJAS															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Atropellos y colisiones debidos a la maquinaria	X			X		X	X			X			X		
Desprendimientos del terreno por filtraciones, sobrecargas, vibraciones, etc.	X			X		X	X			X			X		
Caidas de personas al mismo nivel		X			X	X			X				X		
Caidas de personas a distinto nivel		X		X		X	X			X		X			
Atrapamientos de personas por la maquinaria	X			X		X	X			X			X		
Inundación	X					X	X	X							X
Golpes por o contra objetos, máquinas, etc.		X		X		X	X		X				X		
Caidas de materiales o herramientas		X		X	X	X	X		X				X		
Los derivados por contactos con conducciones enterradas	X					X	X			X			X		
Inhalación de agentes tóxicos o pulverulentos	X				X		X		X					X	
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores. Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos). Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.7 Riesgos en los rellenos

ACTIVIDAD: RELLENOS															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Accidentes de vehículos por exceso de carga o mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas	X						X		X					X	
Caída de material de las cajas de los vehículos	X			X		X	X		X					X	
Caída de personal de vehículos en marcha, cuando van en sus cajas y/o sus carrocerías	X						X		X					X	
Accidentes del personal por falta de responsable que dirija cada maniobra de carga y descarga	X					X	X		X					X	
Atropellos de personal en maniobras de vehículos	X					X	X			X			X		
Accidentes en el vertido de material, al circular los camiones en marcha atrás	X					X	X			X			X		
Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo		X				X	X			X		X			
Vibraciones sobre las personas				X	X		X	X						X	
Polvo ambiental				X	X		X	X						X	
Ruido puntual y ambiental		X			X			X							X
Caída de objetos por desprendimiento	X			X	X	X	X			X				X	
Atrapamiento por vuelco de máquinas	X			X		X	X		X					X	
Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos		X				X	X		X				X		
Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina	X				X	X	X		X					X	
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.															
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).															
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.8 Riesgos en los trabajos con ferralla

ACTIVIDAD: TRABAJOS CON FERRALLA. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Golpes por o contra objetos		X				X	X		X					X	
Cortes y heridas principalmente en manos, piernas y pies por objetos o material			X		X	X		X						X	
Atrapamientos o aplastamientos en operaciones de carga y descarga	X				X	X	X			X				X	
Sobreesfuerzos		X		X		X	X		X					X	
Caídas al mismo nivel		X		X	X	X	X		X					X	
Caídas a distinto nivel		X		X	X	X	X			X		X			
Caídas de objetos o materiales		X		X	X	X	X		X					X	
Desprendimientos de tierras o piedras	X			X			X			X				X	
Cortes en las manos con alambres de atado		X			X			X							X
Partículas y radiación en los ojos por oxicorte	X				X	X	X		X					X	
PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.															
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).															
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.															

3.9.9 Riesgos en los trabajos de manipulación de hormigón

ACTIVIDAD: TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DE HORMIGÓN															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caída de personas y/u objetos al mismo nivel		X			X			X						X	
Caída de personas y/u objetos a distinto nivel		X		X	X	X			X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes		X			X	X			X				X		
Pinchazos y golpes por o contra objetos, materiales, etc.		X			X	X			X				X		
Contactos con el hormigón		X			X			X						X	
Hundimientos	X			X			X		X					X	
Atrapamientos		X		X		X			X				X		
Vibraciones por manejo de la aguja vibrante			X		X			X					X		
Electrocución	X			X			X			X			X		
Riesgos higiénicos por ambientes pulverulentos		X			X			X						X	
Sobreesfuerzos	X			X			X		X					X	
Ruido puntual y ambiental		X			X			X						X	
Salpicaduras en los ojos		X			X		X		X				X		

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.10 Riesgos en los trabajos de encofrado y desencofrado

ACTIVIDAD: TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Desprendimientos de las maderas o chapas por mal apilado o colocación de las mismas		X		X	X	X			X				X		
Caída de piezas, paneles de encofrado o herramientas de los tajos al vacío		X		X	X	X			X				X		
Caída de tableros o piezas de madera		X		X	X	X			X				X		
Caída de personas a distinto nivel	X			X	X	X	X			X			X		
Caída de personas al mismo nivel		X			X	X			X				X		
Golpes en las manos al clavar puntas o en la colocación de las chapas		X			X				X				X		
Cortes por o contra objetos, máquinas o material, etc.	X				X	X			X					X	
Cortes al utilizar la mesa de sierra circular		X		X		X			X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes		X			X	X			X				X		
Contactos eléctricos	X					X				X			X		
Sobreesfuerzos	X								X					X	
Golpes por o contra objetos		X		X	X	X			X				X		
Dermatitis por contacto con el hormigón		X			X		X		X				X		
Desprendimientos de las paredes de excavación, atropamientos entre éstas y los paneles de encofrado	X			X		X	X			X			X		

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.11 Riesgos en los trabajos en la subestación

ACTIVIDAD: SUBESTACIÓN															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Salpicadura en ojos por soldadura y moladora		X			X	X	X		X				X		
Cortes en manos por manipulación de hierros		X			X	X	X		X				X		
Caídas del mismo a distinto nivel		X		X	X	X				X		X			
Caídas de objetos sobre personas	X			X	X	X				X			X		
Heridas por máquinas cortadoras		X		X	X	X			X				X		
Electrocuciones		X		X	X	X	X			X		X			
Ruido		X			X	X		X							X
Atrapamiento por maquinaria		X		X		X	X		X				X		
Atropello por vehículos y máquinas	X					X	X			X			X		
Quemaduras		X			X		X		X				X		
Incendios	X			X	X		X			X			X		
Contacto con sustancias nocivas	X				X		X		X						X
Sobreesfuerzos	X			X			X		X						X

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.12 Riesgos en el montaje de las celdas de MT

ACTIVIDAD: MONTAJE DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caída de personas a distinto nivel		X		X	X	X			X				X		
Caída de personas al mismo nivel		X		X		X		X						X	
Caída de objetos por desplome	X					X	X		X					X	
Caída de objetos por manipulación		X		X	X	X	X		X				X		
Caída de objetos desprendidos		X		X	X	X	X		X				X		
Golpes y contactos con elementos móviles de las máquinas		X			X	X	X		X				X		
Golpes por objetos o herramientas		X			X	X			X				X		
Proyección de fragmentos o partículas	X			X	X				X						X
Atrapamientos por o entre objetos		X		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos		X		X	X	X	X			X		X			
Sobreesfuerzos		X				X	X		X				X		
Incendios	X			X		X	X		X						X

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.13 Riesgos en el montaje de cuadros de mando y protección

ACTIVIDAD: MONTAJE DE CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caída de personas a distinto nivel		X		X	X	X			X				X		
Caída de personas al mismo nivel		X		X		X		X						X	
Caída de objetos por desplome	X					X	X		X					X	
Caída de objetos por manipulación		X		X	X	X	X		X				X		
Caída de objetos desprendidos		X		X	X	X	X		X				X		
Golpes y contactos con elementos móviles de las máquinas		X			X	X	X		X				X		
Golpes por objetos o herramientas		X			X	X			X				X		
Proyección de fragmentos o partículas.	X			X	X				X					X	
Atrapamientos por o entre objetos		X		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos		X		X	X	X	X			X		X			
Sobreesfuerzos		X				X	X		X				X		
Incendios	X			X		X	X		X					X	

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.14 Riesgos en la ejecución de conducciones eléctricas subterráneas

ACTIVIDAD: EJECUCIÓN DE CONDUCCIONES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Golpes por o contra objetos		X			X	X			X				X		
Atrapamientos		X		X		X	X			X		X			
Caída de personas al mismo nivel		X		X		X		X						X	
Caída de personas a distinto nivel		X		X		X			X				X		
Caída de materiales o herramientas	X				X	X			X					X	
Cortes por herramientas manuales, máquinas o materiales	X			X	X				X					X	
Sobreesfuerzos		X					X		X				X		
Electrocuciones	X			X	X	X	X			X			X		

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.15 Riesgos en el tendido y conexionado de conductores

ACTIVIDAD: TENDIDO Y CONEXIONADO DE CONDUCTORES															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caída de personas a distinto nivel		X		X	X	X	X		X				X		
Caída de personas al mismo nivel		X		X		X		X						X	
Caída de objetos por desplome		X		X	X	X			X				X		
Caída de objetos por manipulación		X		X	X	X			X				X		
Caída de objetos desprendidos		X		X	X	X			X				X		
Golpes y contactos con elementos móviles de las máquinas	X			X	X	X			X					X	
Golpes por objetos o herramientas		X		X	X	X			X				X		
Proyección de fragmentos o partículas	X			X	X	X			X					X	
Atrapamientos por o entre objetos		X		X		X			X				X		
Contactos eléctricos		X		X	X	X	X			X	X				
Sobreesfuerzos	X						X	X							X
Incendios	X			X		X	X		X					X	

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.16 Riesgo en los trabajos de albañilería

ACTIVIDAD: ALBAÑILERÍA															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Proyección de partículas		X		X	X		X		X					X	
Salpicadura de pastas y morteros		X		X	X		X		X					X	
Golpes en las manos		X		X	X	X	X		X					X	
Caidas al mismo nivel		X		X		X	X		X					X	
Caidas a distinto nivel		X		X	X	X	X			X		X			
Salpicaduras en los ojos		X		X	X		X		X					X	
Dermatitis		X		X	X	X			X					X	
Cortes y heridas		X		X	X		X		X					X	
Aspiración de polvo		X		X	X		X		X					X	
Sobreesfuerzos		X					X		X					X	
Golpes en extremidades		X		X	X	X	X			X		X			
Riego de contacto eléctrico con máquinas		X		X	X	X	X			X		X			

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.17 Riesgo en los trabajos de carpintería

ACTIVIDAD: CARPINTERÍA															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caidas a distinto nivel		X		X	X	X	X			X		X			
Caidas al mismo nivel		X		X		X	X		X				X		
Caída de elementos de carpintería		X		X	X	X	X		X				X		
Caída de cargas suspendidas		X		X	X		X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes		X		X	X		X		X				X		
Cortes y heridas		X		X	X		X		X				X		
Golpes en miembros por objetos o		X		X	X	X	X		X				X		
Atrapamiento de dedos por objetos		X		X	X	X	X			X		X			
Sobreesfuerzos		X					X		X				X		
Riesgo de contacto eléctrico con maquinas		X		X	X	X	X			X		X			

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.18 Riesgo en los trabajos en cubierta

ACTIVIDAD: CUBIERTA															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caidas a distinto nivel		X		X	X	X	X			X		X			
Caidas al mismo nivel		X		X		X	X		X				X		
Caída de materiales		X		X	X	X	X		X				X		
Caída de cargas suspendidas		X		X	X		X		X				X		
Cortes y heridas		X		X	X		X		X				X		
Golpes en miembros por objetos o		X		X	X	X	X		X				X		
Hundimiento de elementos en cubierta		X		X	X	X	X			X		X			
Sobreesfuerzos		X					X		X				X		
Riesgo de contacto eléctrico con herramientas		X		X	X	X	X			X		X			

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.19 Riesgo en los trabajos en instalaciones de fontanería y sanitarias

ACTIVIDAD: INSTALACIONES DE FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caídas a distinto nivel	X			X	X	X	X			X		X			
Caídas al mismo nivel		X		X		X	X		X				X		
Caída de objetos sobre operarios		X		X	X	X	X		X				X		
Heridas y cortes en manos y piernas		X		X	X		X		X				X		
Atrapamientos con máquinas		X		X		X	X		X				X		
Proyección de partículas		X		X	X		X		X				X		
Posturas Forzadas		X					X		X				X		
Dermatitis		X		X	X	X			X				X		
Riesgo de contacto eléctrico con herramientas		X		X	X	X	X			X		X			

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.20 Riesgos en los trabajos de pintura

ACTIVIDAD: PINTURA															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caídas a distinto nivel		X		X	X	X	X			X		X			
Caídas al mismo nivel		X		X		X	X		X				X		
Caída de objetos sobre operarios		X		X	X	X	X		X				X		
Proyección de pinturas		X		X	X		X		X				X		
Sobreesfuerzos		X					X		X				X		
Fatiga muscular		X					X		X				X		
Dermatitis		X		X	X	X			X				X		
Riesgo de contacto eléctrico con herramientas		X		X	X	X	X			X		X			
Intoxicación por vapores		X			X	X	X		X				X		

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.21 Riesgos en los trabajos de revestimiento

ACTIVIDAD: REVESTIMIENTOS															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Caídas a distinto nivel		X		X	X	X	X			X		X			
Caídas al mismo nivel		X		X		X	X		X				X		
Caída de objetos sobre operarios		X		X	X	X	X		X				X		
Golpes en miembros por objetos o		X		X	X	X	X		X				X		
Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales		X		X	X		X		X				X		
Dermatitis por contacto con cemento		X		X	X	X			X				X		
Proyección de partículas		X		X	X		X		X				X		
Sobreesfuerzos		X					X		X				X		

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

3.9.22 Riesgos en los trabajos de señalización provisional de obra

ACTIVIDAD: SEÑALIZACIÓN PROVISIONAL DE OBRA															
Identificación y causas previstas, del peligro detectado.	Probabilidad			Prevención decidida				Consecuencias			Nivel de Riesgo				
	B	M	A	COL	EPI	SEÑ	PRO	LD	D	ED	IN	I	M	TO	T
Atropellos	X			X		X	X			X				X	
Golpes contra objetos	X			X	X	X			X					X	
Atrapamientos	X					X	X			X				X	
Afecciones respiratorias	X				X			X							X
Los inherentes al mal tiempo		X			X			X						X	
Caídas al mismo nivel		X				X			X					X	
Cortes en manos	X				X			X							X
Afecciones de piel	X				X			X							X

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA

Los medios de protección colectiva y los equipos de protección individual a emplear se indican en los puntos anteriores.
Se empleará señalización de los riesgos en el trabajo y en su caso de seguridad vial (ver planos).
Procedimientos de prevención: Se indican en los puntos anteriores.

Donde:

- COL: Protecciones colectivas.
- EPI: Equipo de protección individual.
- SEÑ: Señalización.
- PRO: Procedimiento específico.

3.10 Actuaciones de emergencia

Las contratistas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Estas direcciones y teléfonos deberán figurar en lugar o lugares visibles en la obra.

3.10.1 En caso de evacuación

Cuando el responsable del centro de trabajo determine la evacuación del local ante una situación de emergencia, debe hacerse lo antes posible, manteniendo la calma y siguiendo las instrucciones del personal encargado de dirigir la evacuación.

Si no se conoce la zona hay que guiarse por la señalización de evacuación y salidas de emergencia.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 66 de 92	

No hay que detenerse inmediatamente después de salir del edificio, especialmente en aquellos centros de trabajo de gran ocupación. Se bloquearía la salida y se dificultaría la evacuación del resto de los ocupantes.

Si en el momento en que se produce la emergencia se encontrase con algún trabajador de la Empresa principal debe realizar la evacuación junto a él ya que posee un mayor conocimiento de la instalación.

En aquellas instalaciones que cuenten con un Estudio de emergencia y evacuación, existen puntos de encuentro donde deben concentrarse todos los ocupantes.

Durante la evacuación de una zona de trabajo se debe acudir al punto de encuentro; debiendo concentrarse los empleados en un punto que permita el recuento y la confirmación de que nadie se ha quedado dentro. En caso de no conocer este punto de encuentro, se deberá elegir el "lugar suficientemente seguro" más cercano a la entrada principal de la instalación.

"Como lugar suficientemente seguro se debe considerar, en general el espacio abierto exterior público o privado, capaz de garantizar el libre desplazamiento de las personas y la recepción de ayudas exteriores. "

Si Vd. descubre un fuego use un extintor si sabe manejarlo. Avise antes a otras personas. Nunca actúe sólo. En caso de que siga el fuego abandone el lugar.

Si no se encuentra solo, comunique la situación de emergencia al responsable del centro de trabajo. En caso de que se ordene la evacuación:

- No pierda tiempo en recoger objetos ni prendas de valor.
- Salga de la instalación por la salida más próxima
- Evite la propagación del humo y de las llamas cerrando puertas y ventanas (sin llave), apartando los combustibles.
- No utilice el ascensor
- Sin correr diríjase a la calle o al punto de encuentro establecido
- Siga en todo momento las instrucciones de la persona que está al mando.
- No abandone nunca el punto de encuentro hasta que los responsables de la emergencia sepan que se encuentra a salvo. Evitará que le busquen peligrosamente en el interior del edificio incendiado

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 67 de 92	

3.10.2 En caso de accidente

Evite que el accidente se propague y que alcance a otras personas (incluidos usted mismo). Proteja al accidentado, sin perder de vista el entorno que rodea el lugar de accidente.

Ha de retirarse al accidentado ante peligro de derrumbamientos o en calzadas con paso de vehículos, procure señalar el lugar del accidente.

En función de la gravedad y distancia:

- Acudir al Servicio Médico de su Empresa.
- Al Centro Asistencial más cercano.
- Al Hospital más próximo.
- Posible petición de ayuda a los Servicios de Urgencia Especializados, ambulancias, bomberos, policía, protección civil:
 - La llamada telefónica debe realizarse conforme a unas normas previamente preparadas revisadas periódicamente.
 - Ha de disponerse de una lista actualizada con los teléfonos de los Servicio de emergencia.
- En la llamada indique:
 - La gravedad del accidente, cuántas personas están implicadas y cuando se ha producido.
 - La situación exacta del accidente y la mejor vía de acceso.

Adecuar el terreno para una posible cura de urgencia, si es posible sin mover al accidentado, disponer a mano de un botiquín de urgencias.

Procurar comodidad al accidentado y una postura correcta para que respire de forma cómoda. Atención especial a las llamadas Constantes Vitales, respiración y pulso, auxiliando a los diversos accidentados por orden de gravedad.

Si la situación se ha estacionado arropar al accidentado, procurarle compañía y afecto y esperar la llegada de los equipos sanitarios

Awise a los responsables de la instalación y/o al Servicio de Vigilancia, si lo hubiere, de todas las anomalías que detecte y que, a su Juicio, puedan originar un incendio, o cualquier otra situación de emergencia.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 68 de 92	

3.10.3 Frente al riesgo eléctrico

Mantenga limpio y en orden el puesto de trabajo.

No acumular materiales, papeles, prendas de vestir, u otros objetos, sobre las máquinas en funcionamiento o sobre los radiadores.

No sobrecargar las líneas eléctricas. Atención al empleo de derivaciones y enchufes múltiples. Comprobar la tensión de los nuevos receptores antes de conectarse a la red.

Evitar las conexiones y la situación de aparatos eléctricos junto a las cortinas, u otros elementos combustibles.

No puentear los diferenciales.

Desconectar los aparatos a su cargo al abandonar el puesto de trabajo.

Todas las personas que intervienen en la ejecución de trabajos deben ser informadas de los riesgos existentes por la proximidad a circuitos eléctricos y las formas de eliminarlos o protegerse. Se darán a conocer las distancias de seguridad a respetar y las medidas adecuadas de protección, así como la conducta que debe seguirse en el caso de producirse un accidente.

El contacto con un circuito eléctrico provoca, generalmente, el disparo de los dispositivos de corte de corriente y si así ocurre, la tensión automáticamente será restablecida en un período de tiempo muy breve. Por ello, debe avisarse inmediatamente al personal de mantenimiento cuando ocurra un contacto.

No se deben tocar a las personas en contacto con un circuito eléctrico. Se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

La instalación eléctrica y los equipos deberán ser conformes con las prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión indicadas en la reglamentación electrotécnica.

Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.

- Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos;

para el/o se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y Se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan con la normativa específica aplicable.

- Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivarse del propio incendio.
- Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

Electricidad estática

- En todo lugar o proceso donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente, la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. A tal efecto, deberán ser objeto de una especial atención:
- Los procesos donde se produzca una fricción continuada de materiales aislantes o aislados.
- Los procesos donde se produzca una vaporización o pulverización y el almacenamiento, transporte o trasvase de líquidos o materiales en forma de polvo, en particular, cuando se trate de sustancias inflamables.
- Para evitar la acumulación de cargas electrostáticas deberá tomarse alguna de las siguientes medidas, o combinación de las mismas, según las posibilidades y circunstancias específicas de cada caso:
 - Eliminación o reducción de los procesos de fricción.
 - Evitar, en lo posible, los procesos que produzcan pulverización, aspersion o caída libre.
 - Utilización de materiales antiestáticos (poleas, moquetas, calzado, etc.) o aumento de su conductividad (por incremento de la humedad relativa, uso de aditivos o cualquier otro medio).

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 70 de 92	

- Conexión a tierra, y entre sí cuando sea necesario, de los materiales susceptibles de adquirir carga, en especial, de los conductores o elementos metálicos aislados.
- Utilización de dispositivos específicos para la eliminación de cargas electrostáticas. En este caso la instalación no deberá exponer a los trabajadores a radiaciones peligrosas.
- Cualquier otra medida para un proceso concreto que garantice la no acumulación de cargas electrostáticas.

3.11 Libro de incidencias

Durante la realización de las obras se hará uso del LIBRO DE INCIDENCIAS, según lo dispuesto en el artículo 13 del R.D. 1627/1997.

El objetivo de este documento es establecer las prescripciones medioambientales con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos ambientales ligados a la actividad de construcción de infraestructuras asociadas a la actividad y como componente fundamental del proyecto.

Se ha prestado atención a la inclusión dentro del proyecto tipo de un apartado ambiental que recoja una serie de requerimientos mínimos a cumplir antes, durante y al finalizar la realización de las infraestructuras.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará junto con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto y Declaraciones de Impacto de la administración, cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 71 de 92	

4. Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud

4.1 Objeto

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en el documento MEMORIA del presente Estudio, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

4.2 Normativa de aplicación

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Partes no derogadas.
- LEY 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Anexo IV.
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- REAL DECRETO 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 72 de 92	

- 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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- REAL DECRETO 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.
- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, 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
- REAL DECRETO 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 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.

4.3 Condiciones generales

El presente Pliego de Condiciones técnicas particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones en materia de SEGURIDAD Y SALUD en el TRABAJO, de la Empresa como Contratista adjudicatario del proyecto de, con respecto a este ESTUDIO de SEGURIDAD y SALUD.
- Concretar la calidad de la PREVENCIÓN decidida.
- Exponer las NORMAS PREVENTIVAS de obligado cumplimiento en los casos determinados por el PROYECTO constructivo y exponer las NORMAS PREVENTIVAS que son propias de la Empresa.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la PREVENCIÓN que se prevé utilizar con el fin de garantizar su éxito.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 73 de 92	

- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la PREVENCIÓN decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de SEGURIDAD Y SALUD que sirva para implantar con éxito la PREVENCIÓN diseñada.

Todo eso con el objetivo global de conseguir la obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de SEGURIDAD Y SALUD, y que han de entenderse como a transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

4.4 Obligaciones en materia de Seguridad y salud

- El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.
- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.
- Asimismo, se abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.
- El Real Decreto 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 - El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente este Estudio de Seguridad y Salud constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no

podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

- o La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.
- o Parar aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.
- o La definición de estos servicios, así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero.
- o El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.
- o El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- o El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- o La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- o Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- o Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 75 de 92	

4.5 Seguros

4.5.1 Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

4.6 Disposiciones facultativas

4.6.1 Coordinador Seguridad y Salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E. -Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles-. El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

4.6.2 Obligaciones en relación con la seguridad

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud, y que son de señalar las siguientes:

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 76 de 92	

- a) Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- b) Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.
- c) Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.
- d) Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.
- e) Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerles en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.
- f) Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.
- g) Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.
- h) Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.
- i) Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.
- j) Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.
- k) Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.
- l) Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.

4.6.3 Estudio y Estudio Básico

Los Artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

4.6.4 Información y formación

La Empresa contratista queda obligada a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 77 de 92	

conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

4.6.5 Accidente laboral

Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

- El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.
- En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:
 - El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
 - En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
 - En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.
 - Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

A.) Accidente leve

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 78 de 92	

- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

B) Accidente grave

- Al Coordinador de seguridad y salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

C) Accidente mortal

- Al Juzgado de Guardia.
- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

Actuaciones administrativas

Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral:

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidente sin baja laboral.
 - Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidente con baja laboral.
 - Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- Accidente grave, muy grave o mortal.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 79 de 92	

- o Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

4.6.6 Aprobación Certificaciones

- El Coordinador en materia de seguridad y salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.
- Una vez al mes la Constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

4.6.7 Precios Contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

4.6.8 Libro de Incidencias

El Artículo 13 del Real Decreto 1627/1997 regula las funciones de este documento.

Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 80 de 92	

Las hojas deberán ser presentadas en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación. Las anotaciones podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, 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.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

4.6.9 Libro de Órdenes

Las órdenes de Seguridad y Salud se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

4.6.10 Paralización de Trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la ley 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 artículo 13, apartado 1º del real decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, 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.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 81 de 92	

4.7 Disposiciones técnicas

4.7.1 Servicios de higiene y bienestar

La Empresa pondrá conforme se especifica en la Memoria, una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

- No se prevé la colocación los servicios de comedor, vestuarios y duchas, debido a que el edificio objeto de estudio está dotado de éstos. A su vez se exime de la obligación de dichas dotaciones, pudiendo en todo momento ser atendido los operarios de las obras por los servicios de hostelería propios de la citada ciudad.
- La empresa se compromete a que estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.
- No se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado.
- La conexión de estas Casetas de Obra al servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.
- La conexión del servicio de agua potable se realizará a la cañería del suministro provisional de Obras.

4.7.2 Equipos de Protección Individual (EPI's)

- El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI's).
- Los EPI's deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 82 de 92	

- El Anexo III del Real Decreto 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual-.

El Anexo I del Real Decreto 773/1997 detalla una Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual-.

En el Anexo IV del Real Decreto 773/1997 se relaciona las -Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual-.

El Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPI's), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPI's fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto.

El Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, del Ministerio de Presidencia. Seguridad e Higiene en el Trabajo - Comunidad Europea, modifica algunos artículos del Real Decreto 1407/1992.

Respecto a los medios de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán de cumplir las siguientes condiciones:

- **A.) Las protecciones individuales deberán estar homologadas.**
 - Tendrán la marca CE.
 - Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:
 - Que tenga la homologación MT.
 - Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.
 - Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.
 - De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 83 de 92	

- **B.) Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior, tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.**
 - De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.
 - Se investigarán los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.
 - Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio, así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
 - Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.

4.7.3 Equipos de Protección Colectiva

El Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.
- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

Redes perimetrales

Si hiciera falta la protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral sobre el montaje de estructuras, se hará mediante la utilización de redes sobre pescantes tipo horca.

Las mallas que conformen las redes serán de poliamida trenzada en rombo de 0,5 mm y malla de 7 cm. Llevarán cuerda perimetral de cerco anudada a la malla y para realizar los empalmes, así como para el arriostamiento de los tramos de malla a las pértigas, y será mayor de 8 mm.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 84 de 92	

Los tramos de malla se coserán entre ellos con el mismo tipo de cuerda de poliamida y nunca con alambres o cable, de forma que no dejen huecos.

El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de acero embebidas en el forjado cada 50 cm., mediante cuerda de poliamida de las mismas características.

La Norma UNE 81-65-80 establece las características y requisitos generales que han de satisfacer las redes de seguridad utilizadas en determinados lugares de trabajo para proteger a las personas expuestas a los riesgos derivadas de caída de altura.

Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

- La Ordenanza de Trabajo de Construcción, Vidrio y Cerámica, de 28 de agosto de 1970, regula las características y condiciones de los andamios en los Artículos 196 a 245.
- Directiva 89/392/CEE modificada por la 91/368/CEE para la elevación de cargas y por la 93/44/CEE para la elevación de personas sobre los andamios suspendidos.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica 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, en materia de trabajos temporales en altura.
- Las protecciones colectivas requieren de una vigilancia en su mantenimiento que garantice la idoneidad de su funcionamiento para el fin que fueron instaladas. Esta tarea debe de ser realizada por el Delegado de Prevención, apartado -d-, artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, quien revisará la situación de estos elementos con la periodicidad que se determine en cada caso y que como pauta general se indica a continuación.
 - Elementos de redes y protecciones exteriores, en general, barandillas, antepechos, etc. (semanalmente).
 - Elementos de andamiaje, apoyos, anclajes, arriostramientos, plataformas, etc. (semanalmente).
 - Estado del cable de las grúas torre independientemente de la revisión diaria del gruísta (semanalmente).
 - Instalación provisional de electricidad, situación de cuadros auxiliares de plantas, cuadros secundarios, clavijas, etc. (semanalmente).

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 85 de 92	

- Extintores, almacén de medios de protección personal, botiquín, etc. (mensualmente).
- Limpieza de dotaciones de las casetas de servicios higiénicos, vestuarios, etc. (semanalmente).

4.7.4 Señalización

Señalización de riesgos en el trabajo

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de noviembre de 1995 de prevención de riesgos laborales.

Señalización vial

Esta señalización cumplirá con el nuevo -Código de Circulación- y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

Características técnicas

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

Montaje de las señales

- Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.
- Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontraran con esta actividad circulen confiadamente, por tanto, es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

Protecciones durante la colocación de la señalización

- Los operarios que realicen este trabajo tendrán que ir equipados con el siguiente material:
 - Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
 - Guantes.
 - Botas de seguridad.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 86 de 92	

- Casco de seguridad.

4.7.5 Útiles y Herramientas Portátiles

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.
- El Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos **1644/2008** y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

Maquinaria

- La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre).
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- Reales Decretos 1644/2008 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas, Real Decreto 1595/1986, de 26 de mayo, modificado por el Real Decreto 830/1991 de 24 de mayo.
- Aplicación de la Directiva del Consejo 89-392-CEE, Real Decreto 1644/2008, de 27 de noviembre, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

4.7.6 Instalaciones Provisionales

- Se atenderán a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV
- • El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión -Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto- y sus instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.
- El calibre o sección del cableado serán de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar, según UNE 21.027 ó UNE 21.150 y aptos para servicios móviles.
- Para instalaciones interiores los cables serán de tensión asignada mínima 300/500 V, según UNE 21.027 ó UNE 21.031, y aptos para servicios móviles.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Su instalación será conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21. Se señalizará el -paso del cable- mediante una cubrición permanente de tablonés que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del -paso eléctrico- a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:
 - Azul claro: Para el conductor neutro.
 - Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.
 - Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.
- En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

- Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos, así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.
- Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
- Las medidas generales para la protección contra los choques eléctricos serán las indicadas en la ITC-BT-24, teniendo en cuenta:
 - a) Medidas de protección contra contactos directos:
 - Se realizarán mediante protección por aislamiento de las partes activas o por medio de barreras o envolventes.
 - b) Medidas de protección contra contactos indirectos:
 - Cuando la protección de las personas contra los contactos indirectos está asegurada por corte automático de la alimentación, según esquema de alimentación TT, la tensión límite convencional no debe ser superior a 24 V de valor eficaz en corriente alterna ó 60 V en corriente continua.
 - Cada base o grupo de bases de toma de corriente deben estar protegidas por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual como máximo a 30 mA; o bien alimentadas a muy baja tensión de seguridad MBTS; o bien protegidas por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.
- Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.
- Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

Instalaciones provisionales para los trabajadores

- La Empresa contratista pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:
- Vestuario que dispondrá de percheros, sillas y calefacción.
- Servicios higiénicos que dispondrán de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.
- Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras.
- Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.
- Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 89 de 92	

- La conexión del servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

4.8 Disposiciones económicas administrativas

- Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme el Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.
- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.
- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en las Condiciones de Índole Facultativo.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 90 de 92	

5. Presupuesto de seguridad y salud

El resultado y valoración del presente presupuesto de seguridad y salud se refiere exclusivamente a mínimos que se exigirá al contratista principal para una cuadrilla de 20 hombres entre oficiales de 1ª electricidad, 2ª electricidad, auxiliares y maquinistas.

Si el contratista, en el desempeño de las tareas necesarias para el buen funcionamiento de la obra, tuviera necesidad de aumentar el número de trabajadores, se aumentará el presupuesto de seguridad al menos en las partidas proporcional de equipación de EPIs. Será el Coordinador en materia de S&S quien determine el correspondiente aumento de las partidas presupuestarias.

El cumplimiento del presente Estudio Básico de Seguridad no exime de la responsabilidad de cumplimiento del Plan General que se elabore e implante para esta obra por el Responsable de Seguridad contratado en expreso por la Propiedad para el desempeño de estas funciones.

Seguridad y salud				
Ítem.	Descripción	Cantidad	Coste Unitario (€)	Total (€)
1	Botiquín de obra			
	Botiquín de obra con todos los componentes para primeros auxilios en caja metálica con cierre e inscripción exterior, instalado en caseta de obra.	4,8	22,16	106,368
	Sub-Total:			106,368
2	Equipos de protección personal			
	Casco de seguridad homologado.	20	1,57	31,4
	Par de botas de cuero de seguridad.	20	21,74	434,8
	Par de guantes con aislamiento eléctrico homologado.	20	4,04	80,8
	Protector auditivo antirruído.	20	12,11	242,2
	Gafas antipolvo y antiimpacto, homologadas.	20	8,49	169,8
	Chaleco reflectante con bandas de señalización homologado.	20	9,28	185,6
	Ud. cinturón de seguridad doble cierre, homologado, s/ N.T.R. MT-13, 21 y 22.	6	28,15	168,9
	Sub-Total:			1.313,5
3	Equipos de protección colectiva			
	Reconocimiento médico obligatorio para todo el personal de la obra, por facultativo autorizado.	20	57	1140
	Formación en seguridad e higiene en el trabajo.	20	14,38	287,6
	Sub-Total:			1.427,6
4	Señalización			
	Placas identif. de peligros y señalización, compuesta por: 12 botiquín, 10 usos obligatorios, 10 señalización evacuación, 25 otros usos.	22,8	13,76	313,728
	Sub-Total:			313,728
5	Instalación provisional de servicios en obra			
	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de dimensiones 3,45x2,05x2,30 m (7,00	10	320	3.200

Seguridad y salud				
Ítem.	Descripción	Cantidad	Coste Unitario (€)	Total (€)
	m ²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, placa turca, dos platos de ducha y lavabo de tres grifos, puerta de madera en placa turca y cortina en ducha. Según R.D. 486/97.			
	Sub-Total:			3.200
Resumen de presupuesto				
	Total presupuestado			6.361,20

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

Documento 5

Gestión de residuos

Índice general

1. Objetivo y ámbito de aplicación.....	3
2. Legislación nacional.	4
2.1 Residuos.	4
2.2 Vertidos.	4
2.3 Emisiones.....	5
2.4 General.....	6
3. Descripción de la obra.....	7
4. Requisitos ambientales.	8
4.1 Requisitos de carácter general.....	8
4.2 Condicionados de los organismos de la Administración.....	8
4.3 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible.....	8
4.4 Cambios de aceites y grasas.....	8
4.5 Campamento de obra.....	9
4.6 Gestión de residuos.....	9
4.7 Incidentes con consecuencias ambientales.....	9
4.8 Requisitos específicos para la obra civil.....	10
4.9 Requisitos específicos para el montaje electromecánico.....	10
4.10 Acondicionamiento final de la obra.....	11
5. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.....	12
5.1 Objeto.....	12
5.2 Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición en base al Real Decreto 105/2008.....	12
5.3 Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición en base al Real Decreto 105/2008.....	13
5.4 Flujo administrativo de competencias.....	14
5.5 Descripción general de los trabajos.....	15
5.6 Estimación de residuos a generar.....	15
5.7 Medidas de prevención y minimización de los residuos a generar.....	16
5.8 Medidas de separación, manejo y almacenamiento de los residuos en obra.....	20
5.9 Destinos finales de los residuos generados.....	22
5.10 Valoración del coste previsto de gestión.....	24
6. Pliego de prescripciones técnicas.	25

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 3 de 31	

1. Objetivo y ámbito de aplicación.

El objetivo de este documento es establecer las prescripciones medioambientales con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos ambientales ligados a la actividad de construcción de infraestructuras asociadas a la actividad y como componente fundamental del proyecto.

Se ha prestado atención a la inclusión dentro del proyecto tipo de un apartado ambiental que recoja una serie de requerimientos mínimos a cumplir antes, durante y al finalizar la realización de las infraestructuras.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará junto con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto y Declaraciones de Impacto de la administración, cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 4 de 31	

2. Legislación nacional.

2.1 Residuos.

- LEY 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- REAL DECRETO 717/2010 de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- REAL DECRETO 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- REAL DECRETO 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- REAL DECRETO 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 782/1998, de 30 de abril, para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de Envases y Residuos de envases.
- REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- LEY 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. (BOE 1 de mayo de 1997)
- REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Legislación específica Autonómica y local

2.2 Vertidos.

- 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.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 5 de 31	

- REAL DECRETO 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.
- REAL DECRETO 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y criterios y estándares para declaración suelos contaminados.
- REAL DECRETO 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Legislación específica Autonómica y local.

2.3 Emisiones.

- REAL DECRETO 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- REAL DECRETO 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- LEY 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE 16 de noviembre 2007)
- REAL DECRETO 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- REAL DECRETO 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión.
- LEY 1/2005, de 9 de marzo por la que se regula el régimen del Comercio de Derechos de Emisión de gases de efecto invernadero. (BOE 10 de marzo de 2005).
- Legislación específica Autonómica y local.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 6 de 31	

2.4 General.

- LEY 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- LEY 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- LEY 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. (BOE 24 octubre 2007)
- REAL DECRETO 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- 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.
- LEY 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- REAL DECRETO 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- REAL DECRETO 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- LEY 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. (BOE 24 de Julio de 2001).
- LEY 22/1988, de 28 de julio, de Costas (BOE 29 de Julio de 1988).
- Legislación específica Autonómica y local.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 7 de 31	

3. Descripción de la obra.

Las características generales para el proyecto de la Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy, son las siguientes:

- Localización: Término municipal de Jimena de la Frontera, provincia de Cádiz.
- Tipo de obra: Nueva construcción.
- Existencia o no de demolición: No.
- Superficie de la obra: La superficie de la subestación es de aproximadamente 5325 m²
- Tiempo estimado ejecución: 14 meses.

Para más detalles se puede consultar la memoria descriptiva y planos del presente proyecto.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 8 de 31	

4. Requisitos ambientales.

4.1 Requisitos de carácter general

Se contemplará un estricto cumplimiento de los requisitos medioambientales legales que en cada momento establecidos en los distintos ámbitos: europeo, estatal, autonómico y municipal. Las Especificaciones ambientales de construcción de subestaciones que regirán la ejecución de la obra indicarán todos los requisitos a cumplir en relación a los trabajos.

4.2 Condicionados de los organismos de la Administración

Durante el proceso de Autorización Administrativa los organismos públicos y entidades que puedan ser afectadas por el desarrollo del proyecto emitirán los condicionados correspondientes que serán aplicados en el desarrollo de la ejecución de la obra.

4.3 Áreas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible

Para evitar que las zonas de almacenamiento temporal o de trasiego de combustible se dispongan sobre suelo desnudo o sin mecanismos de retención de posibles derrames, se contará con una bandeja metálica sobre la que se colocaran los recipientes que contengan combustible.

La bandeja será estanca, con un bordillo mínimo de 10 cm y con capacidad igual o mayor que la del mayor de los recipientes que se ubiquen en ella. Será necesario disponer de una lona para tapar la bandeja con el fin de evitar que en caso de lluvia se llene de agua, a no ser que el almacenamiento se realice bajo cubierta.

En el caso de que sea necesario disponer de grupos electrógenos, su tanque de almacenamiento principal deberá tener doble pared y todas las tuberías irán encamisadas. Si no es así se colocarán sobre bandeja estanca de las características anteriormente descritas.

4.4 Cambios de aceites y grasas

No se verterán aceites y grasas al suelo, por lo que se tomarán todas las medidas preventivas necesarias.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 9 de 31	

El cambio de aceites de la maquinaria se realizará en un taller autorizado. Si ello no fuera posible se efectuará sobre el terreno utilizando siempre los accesorios necesarios (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable) para evitar posibles vertidos al suelo.

4.5 Campamento de obra

El campamento de obra dispondrá de los contenedores necesarios para los residuos sólidos urbanos que generen las personas que trabajan en la obra.

No serán utilizadas fosas sépticas/pozos filtrantes en la instalación sin autorización de la Confederación Hidrográfica correspondiente. Preferentemente se usarán depósitos estancos de acumulación o de wáter químico, que serán desmontados una vez hayan finalizados los trabajos. El mantenimiento de estos sistemas será el adecuado para evitar olores y molestias en el entorno de los trabajos.

4.6 Gestión de residuos

La gestión de los residuos se realizará conforme a la legislación específica vigente.

Será según lo establecido en los siguientes documentos:

- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. Incluido como anexo al presente documento.
- Plan de gestión de residuos de construcción y demolición: Entregado por el contratista y aprobado por la dirección facultativa.

4.7 Incidentes con consecuencias ambientales

Se consideran incidencias medioambientales aquellas situaciones que por su posible afección al medio requieren actuaciones de emergencia.

Los principales incidentes que pueden tener lugar son incendios y fugas/derrames de material contaminante.

El riesgo de incendios viene asociado principalmente al almacenamiento y manipulación de productos inflamables. Se establecerán todas las medidas de prevención de incendios y se prestará especial

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 10 de 31	

atención para que los productos inflamables no entren en contacto con fuentes de calor: trabajo de soldaduras, recalentamiento de máquinas, cigarrillos etc. En el lugar de trabajo se contará con los extintores adecuados.

Además de las medidas de prevención de fugas y derrames (descritas en apartados anteriores) se contará en obra con los materiales necesarios para la actuación frente a derrames de sustancias potencialmente contaminantes.

4.8 Requisitos específicos para la obra civil

Limpieza de cubas de hormigonado

Se delimitará y señalizará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación.

La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.

4.9 Requisitos específicos para el montaje electromecánico

Llenado de equipos con aceite

Cuando se llenan de aceite las máquinas de potencia se tomarán las máximas precauciones para evitar posibles accidentes con consecuencias medioambientales.

No se comenzará el llenado de equipos hasta que no estén operativos los fosos de recogida de aceite.

Como complemento y para evitar un accidente, debajo de todos los empalmes de tubos utilizados en la maniobra se deberán situar recipientes preparados para la recogida de posibles pérdidas, con el tamaño suficiente para evitar vertidos al suelo.

Llenado de equipos con SF6

El llenado de equipos con SF6 se llevará a cabo por personal especializado, evitándose así fugas de gas a la atmósfera. Las botellas de SF6 (vacías y con SF6 que no se ha utilizado en el llenado) serán retiradas por el proveedor para garantizar la adecuada gestión de las mismas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 11 de 31	

4.10 Acondicionamiento final de la obra

Una vez finalizados todos los trabajos se realizará una revisión del estado de limpieza y conservación del entorno de la subestación, con el fin de proceder a la recogida de restos de todo tipo que pudieran haber quedado acumulados y gestionarlos adecuadamente.

Se procederá a la rehabilitación de todos los daños ocasionados sobre las propiedades derivados de la ejecución de los trabajos.

Se revisará la situación de todas las servidumbres previamente existentes y el cumplimiento de los acuerdos adoptados con particulares y administración, acometiendo las medidas correctoras que fueran precisas si se detectan carencias o incumplimientos.

Donde sea viable, se restituirá la forma y aspecto originales del terreno.

De forma inmediata a la finalización de la obra y en el caso que sea necesario, se revegetarán las superficies desprovistas de vegetación que pudieran estar expuestas a procesos erosivos y si así se ha definido, se realizarán los trabajos de integración paisajística de la instalación.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 12 de 31	

5. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

5.1 Objeto

El presente Estudio de residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para minimizar la generación de residuos, segregar y almacenar correctamente los residuos generados y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos. El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho R.D.

5.2 Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición en base al Real Decreto 105/2008

Conforme a este Decreto en el proyecto simplificado se debe incluir un Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado de Obligaciones del Poseedor de Residuos.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 13 de 31	

- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el Estudio de Gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este Real Decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

5.3 Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición en base al Real Decreto 105/2008

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 que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

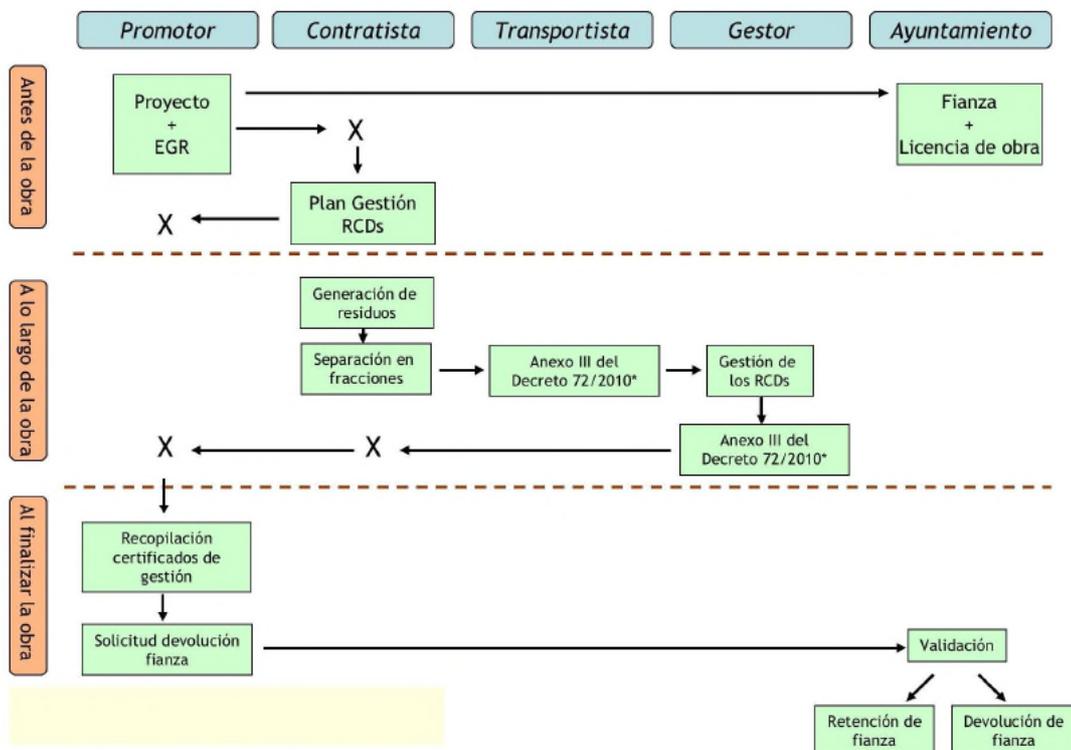
El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a

un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

5.4 Flujo administrativo de competencias

En el siguiente diagrama se recogen las competencias y obligaciones de las partes implicadas en la producción, gestión y transporte de los residuos de construcción y demolición:



	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 15 de 31	

5.5 Descripción general de los trabajos

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Realización de acopios, campamento de obra e instalación de medios auxiliares.
- Movimiento de tierras: excavaciones (cimentaciones), movimientos y traslados de tierras.
- Obra civil: cimentaciones, hormigonados, drenajes etc.
- Montaje electromecánico: aparamenta eléctrica, servicios auxiliares etc.
- Limpieza de obra y restauración.
- Actividades auxiliares (oficina).

5.6 Estimación de residuos a generar

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos):

Tipo residuo	Código LER
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
Excedentes de excavación	170101
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402

Tipo residuo	Código LER
Restos asimilables a urbanos	200301
Restos asimilables a urbanos. Contenedor amarillo: metales y plásticos (si se segregan)	150102/150104/150105/150106
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
RESIDUOS PELIGROSOS	
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Asimismo, la estimación de cantidades, que se incluye en la tabla siguiente, es aproximada, teniendo en cuenta la

información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el Proyecto Técnico Administrativo. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.

Gestion Residuos				
ITEM.	Tipo de Residuo	Codigo	Unidad	Cantidad
1	Excedentes de excavacion	170101	m3	1.687,9
2	Restos de hormigon	170101	m3	10,3
3	Lodos Fosas Septicas	200304	kg	1.223,7
4	Papel y carton	200101	kg	138,3
5	Maderas	170201	kg	2.230,8
6	Plastios (embases y embalajes)	170203	kg	145,6
7	Chatarras metalicas	170405 170407 170401 170402	kg	1.953,9
8	Restos asimilables a urbanos	200301	kg	144,7
9	Restos asimilables a urbanos. Contenedor Amarillo: Metals y plasticos	150102 150104 150105 150106	kg	122,8
10	Tropos impregandos	150202	kg	11,5
11	Tierras contaminadas	170503	m3	4,4
12	Embases que han contenido sustancias peligrosas	150110 150111	kg	29,5
13	Aceites usados (hidraulicos)	1302__	kg	0,0
14	Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	1.500,0

5.7 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:

- Adquisición de materiales.
- Comienzo de la obra.
- Puesta en obra.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 17 de 31	

- Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- **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.

- **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.

- **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 pétreo (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.
- **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.
- **Cerámicas mortero y hormigón:**
 - Reutilización, en la medida de lo posible en la propia obra: rellenos.
- **Medios auxiliares (palés de madera), envases y embalajes:**
 - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado.
 - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales.
 - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido (ej. Botellas de SF6 vacías o medio llenas).
 - Los palés de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible.
- **Residuos metálicos:**
 - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado
- **Aceites y grasas:**
 - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
 - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
 - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido.
- **Tierras contaminadas**
 - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
 - Disponer de bandeja metálica para almacenamiento de combustibles
 - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
 - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Si no es así colocar en una bandeja estanca o losa de hormigón impermeabilizada y con bordillo.
 - Controlar al máximo las operaciones de llenado de equipos con aceites para evitar que se produzca cualquier vertido. No realizar llenados de máquinas de potencia sin estar operativos los fosos de recogida de aceite. Colocar recipientes o material absorbente debajo de todos los empalmes de tubos utilizados durante la maniobra, para la recogida de posibles pérdidas.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 20 de 31	

- Buenas prácticas en los trasiegos.

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.

5.8 Medidas de separación, manejo y almacenamiento de los residuos en obra

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

Segregación

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

En el campamento de obra, se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 21 de 31	

Almacenamiento

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, éstos serán almacenados de forma separada en el lugar de trabajo, según vaya a ser su gestión final, como se ha indicado en el punto anterior.

Par las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 833/1988 y Ley 22/2011, de 28 de julio), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales.
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas, etc.), papeles (sacos de mortero, etc.) y otros. Deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Además de las zonas definidas, el campamento de obra deberá disponer de uno o más contenedores, con su correspondiente tapadera (para evitar la entrada del agua de lluvia) para los residuos sólidos urbanos (restos de comidas, envases de bebidas, etc.) que generen las personas que trabajan en la obra. Estos contenedores deberán estar claramente identificados, de forma que todo el personal de la obra sepa donde se almacena cada tipo de residuo.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 22 de 31	

5.9 Destinos finales de los residuos generados

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

- Residuos no peligrosos.
 - RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.
 - Excedentes de excavación, escombros, y excedentes de hormigón: como ya se ha comentado se tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.
 - Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.
- Residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valoración como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el Plan de gestión de residuos de construcción se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos.
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos).
- Autorizaciones de vertederos y depósitos.
- Documentos de aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos).

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de "Gestión de residuos generados en las obras de construcción". Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de control y seguimiento (residuos peligrosos).
- Notificaciones de traslado (residuos peligrosos).
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos.
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación.

Año:	Proyecto:	Instalación:	Actividad:	Hoja de	
Tipo de Residuo	Fecha (o periodo) de Generación	Cantidad Generada ⁽¹⁾	Tipo de Gestión ⁽²⁾	Fecha de Gestión	Observaciones
NO PELIGROSOS:					
- ESCOMBROS			VERTEDERO AUTORIZADO		
- EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN					
- RSU: restos de comida, plásticos...			CONTENEDOR MUNICIPAL		
- PAPEL Y CARTÓN					
- MADERAS					
- PLÁSTICOS					
- CHATARRAS					
- OTROS					
PELIGROSOS:					
- ACEITES USADOS					
- TRAJOS IMPREGNADOS CON GRASAS, DISOLVENTES, ETC.					
- ENVASES QUE HAN CONTENIDO SUSTANCIAS PELIGROSAS (Ver pictograma)					
- TIERRAS CONTAMINADAS					
OTROS					

5.10 Valoración del coste previsto de gestión

En la tabla siguiente se incluye una estimación de los costes de la gestión de los residuos. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

Gestión Residuos					
Ítem.	Tipo de Residuo	Código	Unidad	Cantidad	Total (€)
1	Excedentes de excavación	170101	m ³	1.012,76	5063,67
2	Restos de hormigón	170101	m ³	6,20	69,13
3	Lodos Fosas Sépticas	200304	kg	734,20	32,33
4	Papel y cartón	200101	kg	82,96	1,39
5	Maderas	170201	kg	1.338,48	40,03
6	Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	87,36	2,72
7	Chatarras metálicas	170405	kg	1.172,32	6,97
		170407			
		170401			
		170402			
8	Restos asimilables a urbanos	200301	kg	86,84	0,28
9	Restos asimilables a urbanos. Contenedor Amarillo: metales y plásticos	150102	kg	73,68	0,3
		150104			
		150105			
		150106			
10	Trapos impregnados	150202	kg	6,88	15,15
11	Tierras contaminadas	170503	m ³	2,64	79,54
12	Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110	kg	17,72	42,49
		150111			
13	Aceites usados (hidráulicos)	1302__	kg	0	0
14	Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	1.600,00	2.240,00
		Total			7.594,00

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 25 de 31	

6. 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 aceptada 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, transferencia 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.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 26 de 31	

- 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, superen 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.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 27 de 31	

- 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.

En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:

- 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 656/2017):
 - 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).
- Situación de los residuos:
 - 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 833/1988, 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 1357/2014, 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/.
- 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.

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 30 de 31	

- 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

- o 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	Documentación	Legislación
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 de 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

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

Documento 6

Presupuesto

	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-BUD-309.00.01	Revisión: 00
	Página 2 de 8	

Índice general

1. Presupuesto	3
2. Resumen del presupuesto.....	8

1. Presupuesto

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (€)	Costo Total (€)
Obra Civil					
1	Movimiento de tierras				
	Poda y desbroce superficial	pa	1	8.782,20	8.782,20
	Excavacion manual en material suelto	pa	1	10.593,40	10.593,40
	Relleno compactado manual con material propio	pa	1	10.090,23	10.090,23
	Eliminación de material excedente	pa	1	7.808,93	7.808,93
	Colocacion de material grava	pa	1	4.736,19	4.736,19
	Sub-Total:				42.010,95
2	Bancada transformadores				
	Ejecución bancada transformador principal incluyendo carril	ud	2	17.306,31	34.612,61
	Ejecución bancada transformador ssaa incluyendo carril	ud	2	12.374,30	24.748,60
	Construcción depósito recogida aceite de transformadores, incluyendo excavación, armaduras, escalera, etc. totalmente terminado	ud	1	25.650,00	25.650,00
	Sub-Total:				85.011,21
3	Canalización eléctrica y drenajes				
	Excavación zanja, relleno para tendido drenaje inferior, incluyendo parte proporcional de arquetas	pa	1	10.111,50	10.111,50
	Sub-total:				10.111,50
4	Edificio de control y celdas				
	Construcción de edificio de control y celdas, ejecución prefabricada en hormigón. modular, incluyendo solera de hormigón, armaduras, compartimentación interior, etc, totalmente terminado	pa	1	113.265,00	113.265,00
	Sub-total:				113.265,00

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (€)	Costo Total (€)
5	Cimentación				
	Cimentación estructuras y equipos adecuada para los esfuerzos a soportar, construida a base de hormigón con anclajes correspondientes embebidos	pa	1	41.850,00	41.850,00
	Sub-total:				41.850,00
6	Vallado exterior				
	Vallado perimetral con puertas de acceso debidamente señalizadas. la valla estará compuesta por cerramiento de tubo de acero y cerrado metálico, incluyendo fijaciones, pletinas, tornillería, anclajes,	pa	1	5.580,00	5.580,00
	Sub-total:				5.580,00
	Total de Obra civil				297.828,66
Suministro de Equipos y Materiales					
7	Suministro de equipos y materiales 132 kV				
	Transformador de potencia 132/30 kV 50 MVA, ONAN; inc t.c. en bushings, tablero de regulación automática y tablero de medición y protección.	ud	4	620.353,80	2.481.415,20
	Transformador de intensidad 132 kV	ud	15	9.314,69	139.720,28
	Transformador de tensión 132 kV	ud	6	8.550,00	51.300,00
	Interruptor tripolar 132 kV - 3150A SF6	ud	5	136.688,67	683.443,35
	Autoválvula 132 kV -10kA	ud	15	5.850,00	87.750,00
	Aislador de apoyo 132 kV	ud	20	808,16	16.163,10
	Seccionador de línea tripolar 245kV 2000A 40kA con p.a.t	ud	1	17.059,18	17.059,18
	Seccionador de barra tripolar 245kV 2000A 40kA sin p.a.t	ud	5	17.059,18	85.295,88
	Sistema de embarrado y conexiones 132 kV	pa	1	69.525,00	69.525,00
	Estructura metalica	pa	1	83.259,00	83.259,00
	Sub-Total:				3.714.930,98

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (€)	Costo Total (€)
8	Suministro de equipos y materiales 30 kV				
	Reactancia de p.a.t.	ud	4	17.296,51	69.186,02
	Aislador C6-170	ud	12	81,00	972,00
	Autoválvula 30kV – 10kA	ud	12	1.350,00	16.200,00
	Seccionador 36kV – 1600A – 31,5kA	ud	4	3.462,74	13.850,96
	Transformador de SSAA 250kVA 30/0,4 kV	ud	2	9.000,00	18.000,00
	Grupo electrógeno diesel trifásico 250kVA 400/230v	ud	1	34.875,00	34.875,00
	Suministro y montaje de celda de posición de transformador de potencia, de aislamiento en SF6, nivel de aislamiento asignado 36 kV, intensidad asignada 1250A, dotada de interruptor automático y TI con 4 secundarios	ud	4	19.106,82	76.427,28
	Suministro y montaje de celda de posición de línea de parque, de aislamiento en SF6, nivel de aislamiento asignado 36 kv, intensidad asignada 1250 A.	ud	4	19.106,82	76.427,28
	Suministro y montaje de celda de transformador de SSAA, de aislamiento en SF6, nivel de aislamiento asignado 36 kv, intensidad asignada 400A	ud	2	13.446,36	26.892,72
	Suministro y montaje de celda de medida, de aislamiento en SF6, nivel de aislamiento asignado 36 kv, intensidad asignada 1250 A.	ud	4	8.604,00	34.416,00
	Sub-Total:				367.247,27
9	SSAA, paneles de control, protección y medición				
	Armario de protección de trafo UCP	ud	5	33.257,97	166.289,85
	Armario Unidad Control Subestación UCS	ud	1	55.800,00	55.800,00
	Armario de protección de línea UCL	ud	1	38.246,67	38.246,67
	Armario de medida (equipado con contadores, registradores y modems)	ud	2	7.747,79	15.495,57
	Armarios de SSAA	pa	1	23.396,81	23.396,81
	Armario telecontrol con modem gsm/gprs	ud	1	13.545,25	13.545,25
	Cajas de centralización e interconexiones celdas-armarios	ud	1	46.670,01	46.670,01
	Sistema de control y protección	ud	1	110.167,02	110.167,02
	Baterías y equipos compactos de rectificador-batería de 125v	ud	2	13.724,59	27.449,17
	Cables de control y sistema scada	pa	1	25.650,00	25.650,00
	Sub-Total:				522.710,35

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (€)	Costo Total (€)
10	Sistema de puesta a tierra				
	Sistema de puesta a tierra enterrada, con conductor de cobre de 95mm ² , con con picas, uniones de tierras, excavación y hormigonado de implantación	pa	1	22.615,56	22.615,56
	Sistema de puesta a tierra superior, con conductor de cobre, incluyendo las conexiones, soportes y pararrayos activos	pa	1	5.424,30	5.424,30
	Sub-Total:				28.039,86
11	Alumbrado exterior				
	Columnas, proyectores estancos, derivaciones, cajas, cables y tubos	pa	1	16.042,50	16.042,50
	Sub-total:				16.042,50
	Total de Suministria, Equipos y Materiales				4.648.970,96
Ingeniería, Montaje y Otros					
12	Servicios varios				
	Servicios auxiliares obra, vigilancia, almacenamiento y transporte	pa	1	74.700,00	74.700,00
	Sub-total:				74.700,00
13	Montaje electromecánico				
	Montaje electromecánico equipos y estructuras	pa	1	131.687,82	131.687,82
	Sub-total:				131.687,82
14	Ingeniería, pruebas y puesta en servicio				
	Ingenierías de obra civil y eléctricas (control y protecciones)	pa	1	32.776,73	32.776,73
	Pruebas y puesta en servicio, incluyendo legalizaciones	pa	1	15.358,50	15.358,50
	Sub-total:				48.135,23
	Total de Ingeniería, Montaje y Otros				254.523,05
Gestión de Residuos					
15	Gestión de residuos				
	Gestión de residuos generados durante el desarrollo del proyecto	pa	1	6.834,60	6.834,60
	Sub-total:				6.834,60
	Total Gestión de Residuos				6.834,60

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (€)	Costo Total (€)
Seguridad y Salud					
16	Seguridad y salud				
	Seguridad y salud	pa	1	5.725,08	5.725,08
	Sub-total:				5.725,08
	Total Sys				5.725,08
Presupuesto Total de Ejecución Material					5.213.882,34 €
Gastos Generales (9%)					469.249,41 €
Beneficio Industrial (6%)					312.832,94 €
Presupuesto Total de Contrata					5.995.964,69 €

 Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-BUD-309.00.01	Revisión: 00
	Página 8 de 8	

2. Resumen del presupuesto

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy		
Ítem	Descripción	Costo Total (€)
1	Obra Civil	297.828,66
2	Suministro de Equipos y Materiales	4.648.970,96
3	Ingeniería, montaje y otros	254.523,05
4	Gestión de residuos	6.834,60
5	Seguridad y Salud	5.725,08
Presupuesto Total de Ejecución Material		5.213.882,34 €
Gastos Generales (9%)		469.249,41 €
Beneficio Industrial (6%)		312.832,94 €
Presupuesto Total de Contrata		5.995.964,69 €

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto asciende a la cantidad de **cinco millones novecientos noventa y cinco mil novecientos sesenta y cuatro euros con sesenta y nueve céntimos (5.995.964,69 €)**

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, diciembre de 2020

Documento 7

Planos

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-DWG-309.00.01	Revisión: 00
	Página 2 de 4	

Índice general

1. Planos	3
-----------------	---

1. Planos

A continuación, se muestra un listado de planos que acompañan al presente proyecto:

Listado de planos		
Código	Rev	Título
INA-01-013357-DWG-300.00.01-h1	R00	Plano de situación de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-300.00.03-h1	R00	Plano de ubicación de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.04.02-h1	R00	Esquema unifilar desarrollado de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.04.02-h2	R00	Esquema unifilar de protección y medida de Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-101.13.01-h1	R00	Planta general de OC de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.01.01-h1	R00	Planta de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.01.01-h2	R00	Sección A-A' de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.01.01-h3	R00	Sección B-B' de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.01.01-h4	R00	Sección C-C' de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.02.02-h1	R00	Planta edificio eléctrico de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h1	R00	Planta de red de tierra inferior de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy

Listado de planos		
Código	Rev	Título
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h2	R00	Detalles de la red de tierra inferior de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h3	R00	Puesta a tierra de los equipos de 132 kV (1) de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h4	R00	Puesta a tierra de los equipos de 132 kV (2) de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h5	R00	Puesta a tierra de los equipos de 132 kV (3) de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h6	R00	Puesta a tierra de los equipos de 36 kV de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.49.01-h7	R00	Puesta a tierra del pararrayos de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-309.50.01-h1	R00	Planta de red de tierra superior de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy



SE Colectora 132/30 kV Tan Energy

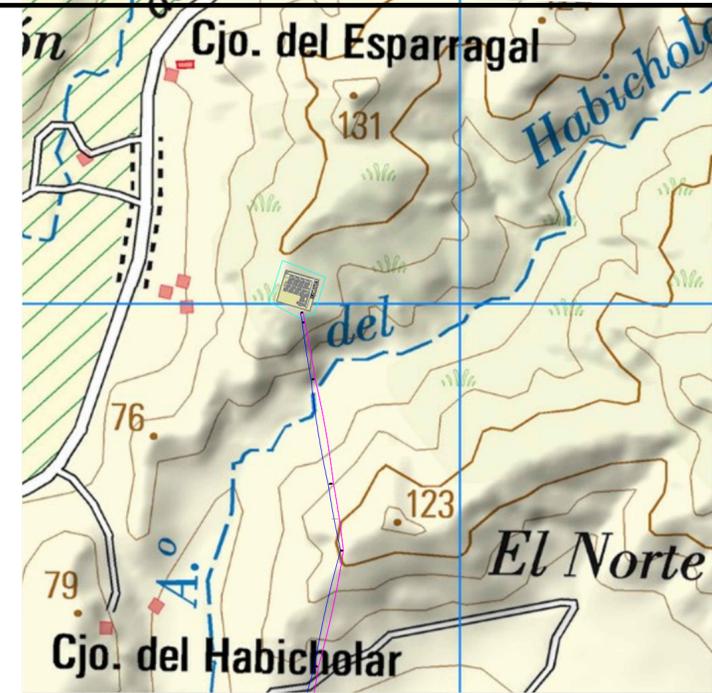


1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	

Promotor	Tayan Investment 13, S.L.
Escala	Sin escala
	Numérica
	Gráfica

Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy
Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Situación

ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
Tamaño:	A2	Revisión: R00
Hojas:	1 de 1	
Nº Plano	INA-00-013357-DWG-300.00.01	



1	15/12/2020	AMA	APR	VGZ	JCCR	ARL	Creación de documento
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio

Promotor	Tayan Investment 13, S.L.
Escala	1/20000 Numérica

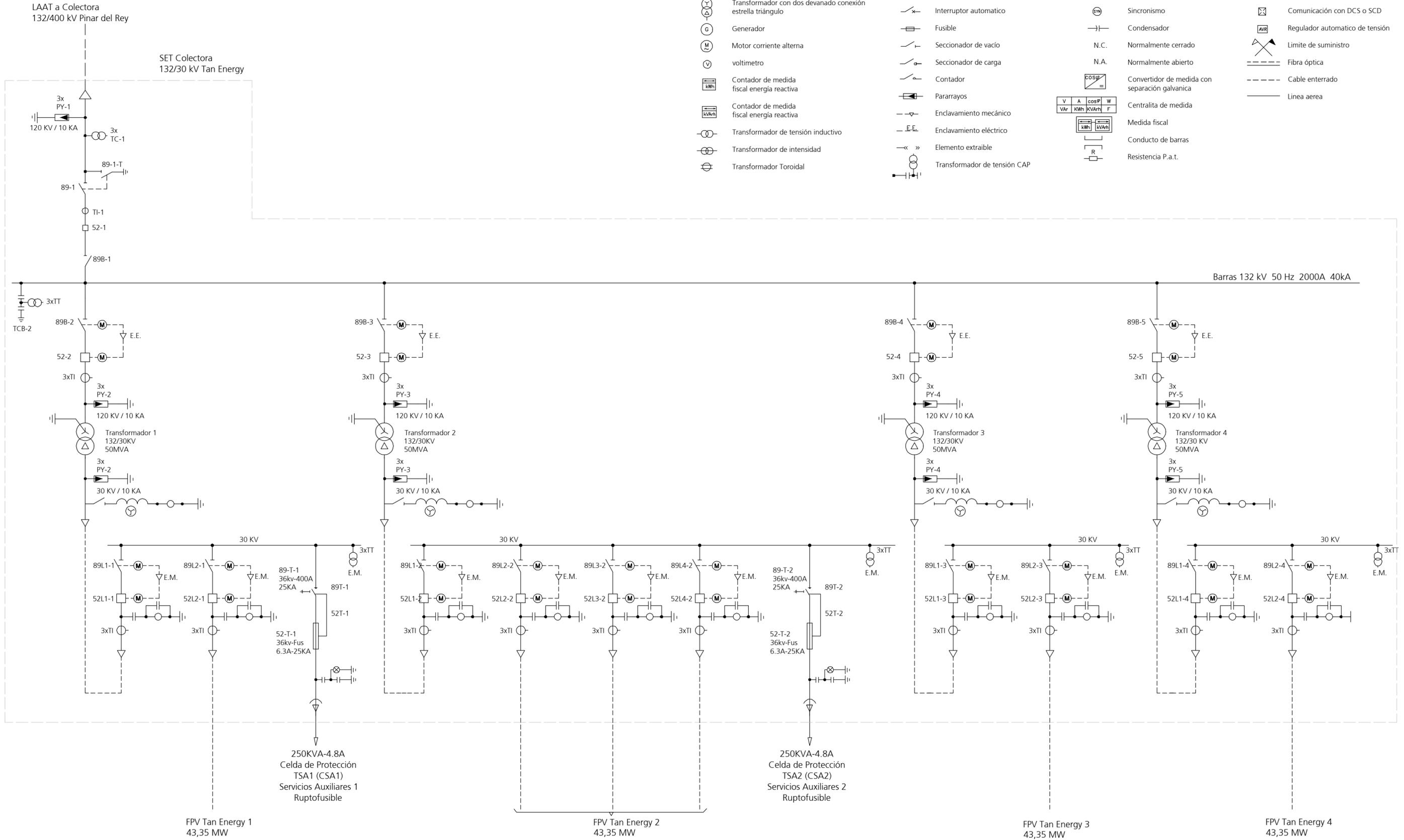
Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy
Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Plano de Ubicación

 Transmisión e infraestructuras		
Tamaño:	A1	Revisión: R00
Hojas: 1 de 1		Nº Plano
INA-00-013357-DWG-309.00.03		



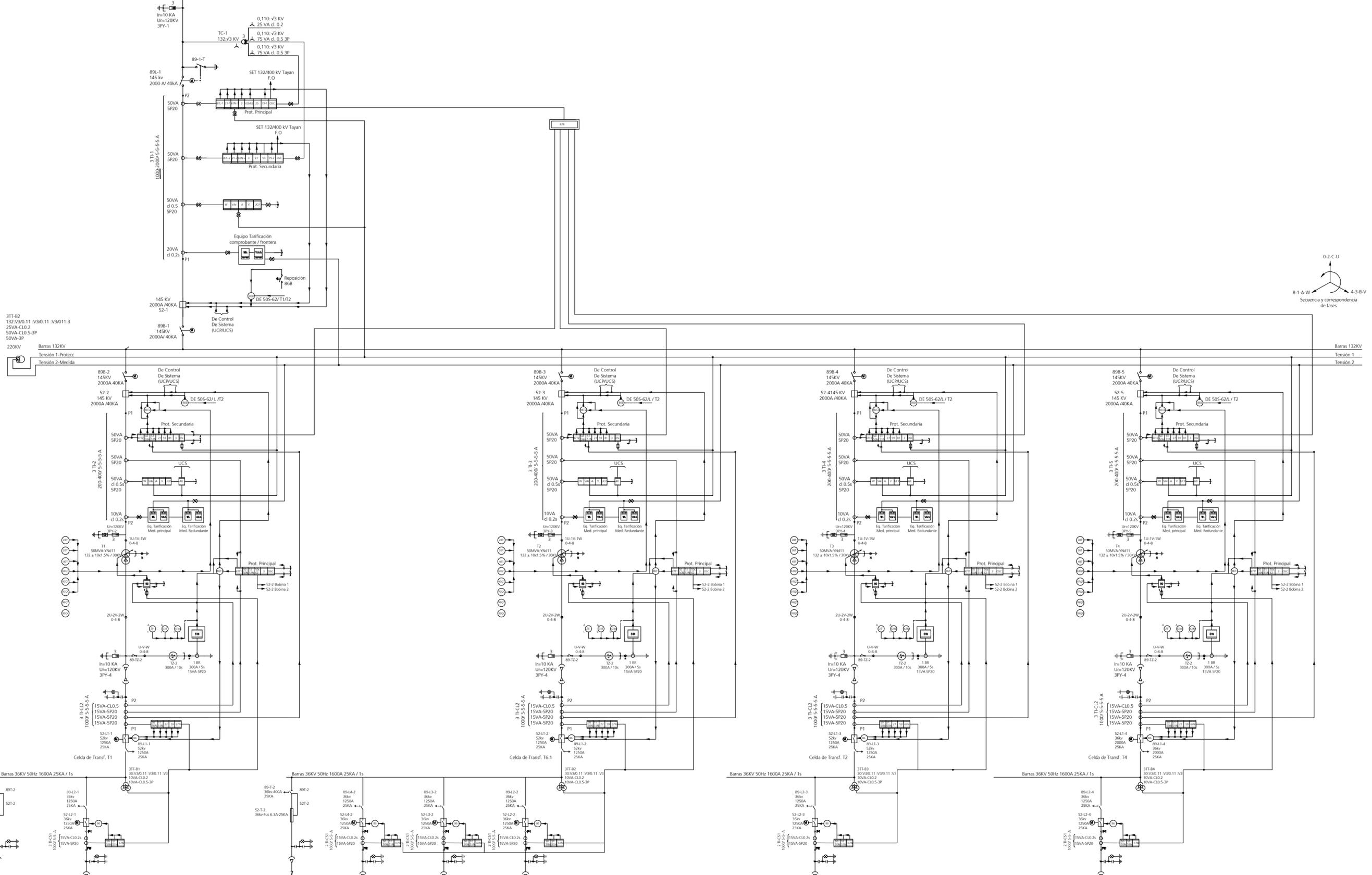
Leyenda

- Transformador trifasico cambiador de tomas en carga conexión estrella triángulo
- Transformador con dos devanado conexión estrella triángulo
- Generador
- Motor corriente alterna
- voltmetro
- Contador de medida fiscal energía reactiva
- Contador de medida fiscal energía reactiva
- Transformador de tensión inductivo
- Transformador de intensidad
- Transformador Toroidal
- Transformador de intensidad "B"
- Resistencia
- Interruptor automatico
- Fusible
- Seccionador de vacío
- Seccionador de carga
- Contador
- Pararrayos
- Enclavamiento mecánico
- Enclavamiento eléctrico
- Elemento extraíble
- Transformador de tensión CAP
- Botella terminal
- Conmutador de voltmetro
- Sincronismo
- Condensador
- N.C. Normalmente cerrado
- N.A. Normalmente abierto
- Centralita de medida
- Medida fiscal
- Conducto de barras
- Resistencia P.a.t.
- Seccionador de tierra
- Detector de presencia de tensión
- Comunicación con DCS o SCD
- Regulador automatico de tensión
- Limite de suministro
- Fibra óptica
- Cable enterrado
- Línea aérea



								Promotor Tayan Investment 13, S.L.		Proyecto Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy			ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
								Escala Sin escala Numérica Gráfica		Título Esquema Unifilar desarrollado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy					
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento								
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio								

LAAT a Colectora
132/400 kV Pinar del Rey



250KVA-4.8A
Celda de Protección
TSA1 (CSA1)
Servicios Auxiliares 1
Ruptofusible

PV Tan Energy 1 (30KV)

250KVA-4.8A
Celda de Protección
TSA2 (CSA2)
Servicios Auxiliares 2
Ruptofusible

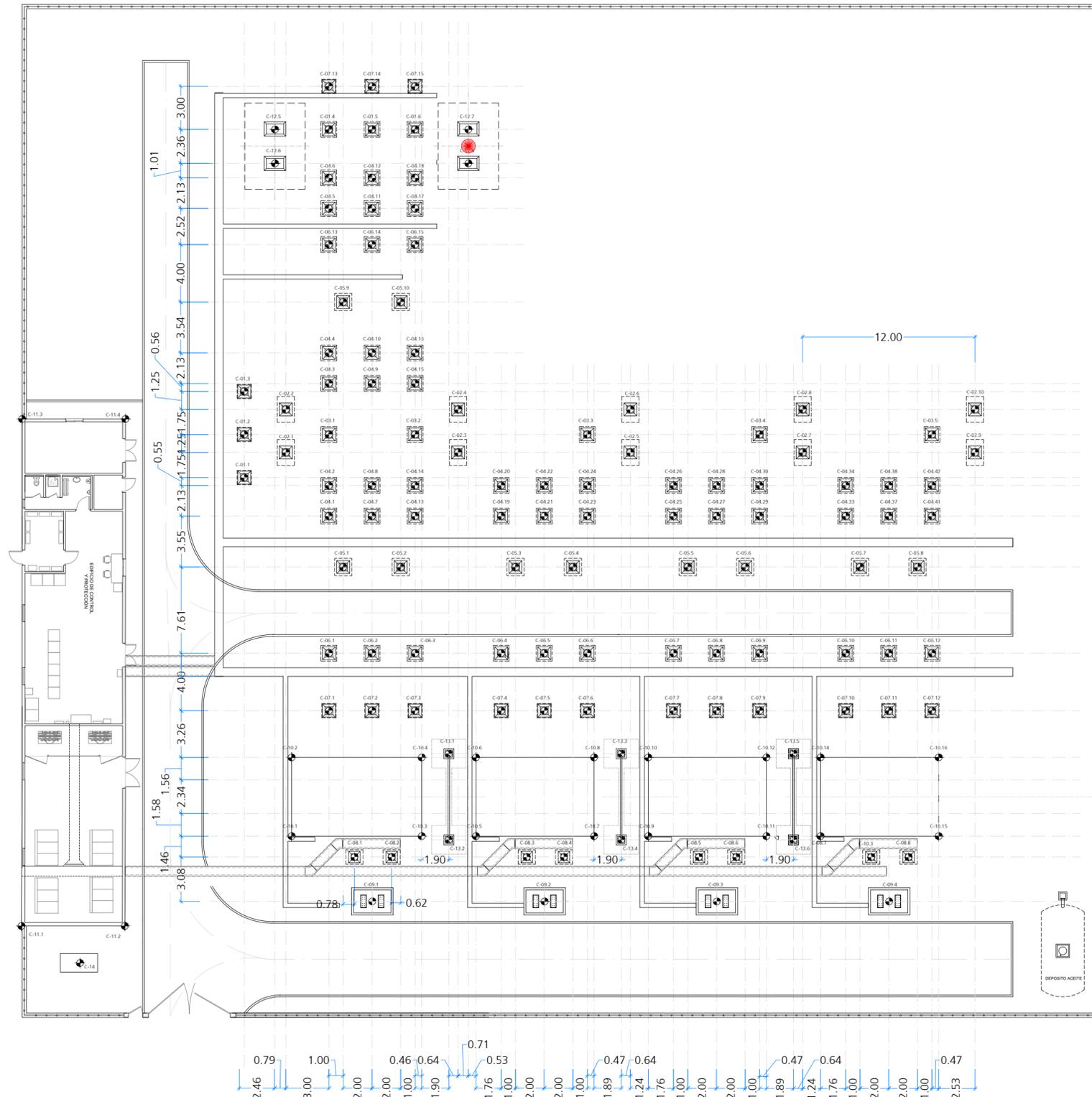
PV Tan Energy 2 (30KV)

PV Tan Energy 3 (30KV)

PV Tan Energy 4 (30KV)

1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio

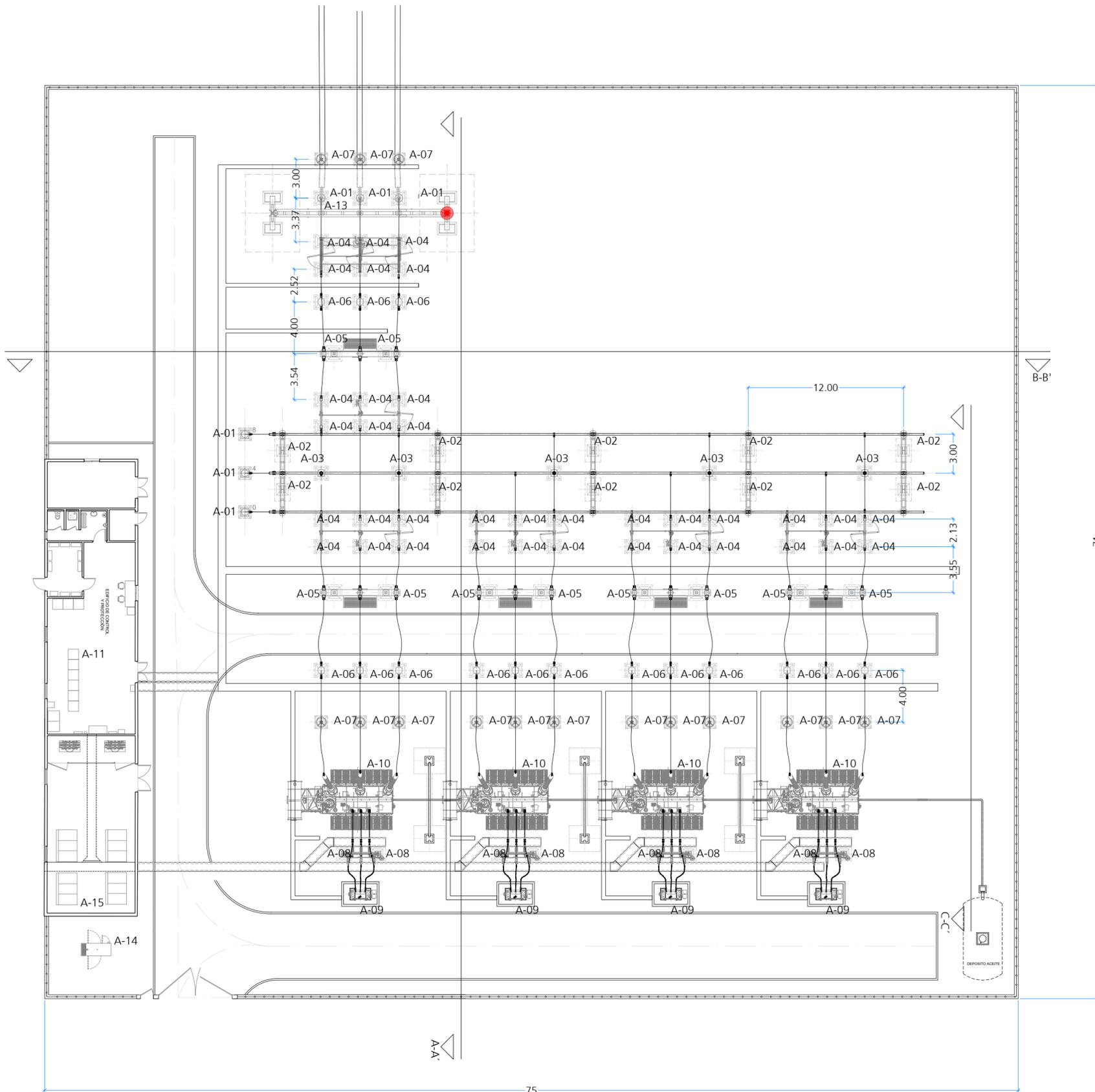
Promotor	Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	<p>Transmisión e infraestructuras</p>
Escala	Sin escala	Título	Esquema Unifilar de protección y medida SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
				Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 2 de 2
				Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.04.02



Identificador	Descripción
(C-01)	Transformador de tensión 132kV
(C-02)	Pórtico barras principales
(C-03)	Aislador de apoyo
(C-04)	Seccionador tripolar 132kV-2000A
(C-05)	Interruptor automático 132kV-2000A
(C-06)	Transformador de intensidad 132kV
(C-07)	Pararrayos autoválvula 132kV
(C-08)	Pórtico seccionador 45/30kV-1600A
(C-09)	Reactancia limitadora
(C-10)	Transformador de potencia
(C-11)	Edificio de control
(C-12)	Cimentación pórtico Línea 132KV
(C-13)	Cimentación muro cortafuegos
(C-14)	Cimentación Generador Diesel

								Promotor	Proyecto		ABENGOA Transmisión e infraestructuras			
								Escala	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy					
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	1/250		Título SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta General de OC		Tamaño: A2	Revisión: R00	Hojas: 1 de 1
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Numérica		Gráfica	N° Plano INA-00-013357-DWG-101.13.01			

LAAT A SE COLECTORA
PINAR DEL REY 400/132 KV



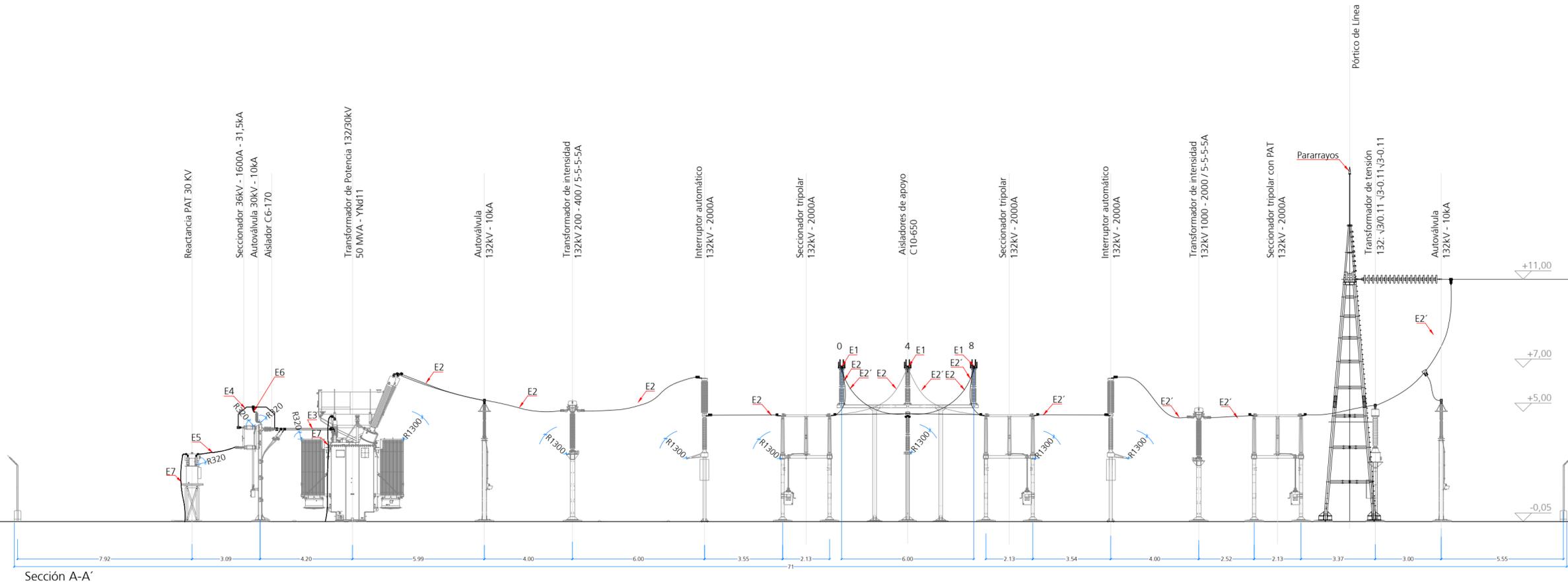
Identificador	Descripción
(A-01)	Transformador de tensión 132kV
(A-02)	Pórtico barras principales
(A-03)	Aislador de apoyo
(A-04)	Seccionador tripolar 132kV-2000A
(A-05)	Interruptor automático 132kV-2000A
(A-06)	Transformador de intensidad 132kV
(A-07)	Pararrayos autoválvula 132kV
(A-08)	Pórtico seccionador MT-1600A
(A-09)	Reactancia limitadora
(A-10)	Transformador de potencia 132/30KV,50MVA
(A-11)	Edificio de control
(A-12)	Pararrayos
(A-13)	Portico Línea 132KV
(A-14)	Generador Diesel
(A-15)	Celdas 36 KV

1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	

Promotor	Tayan Investment 13, S.L.
Escala	1/250
	Numérica

Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy
Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta

ABENGOA Transmisión e infraestructuras	
Tamaño: A2	Revisión: R00
Nº Plano	Hojas: 1 de 4
INA-00-013357-DWG-309.01.01	

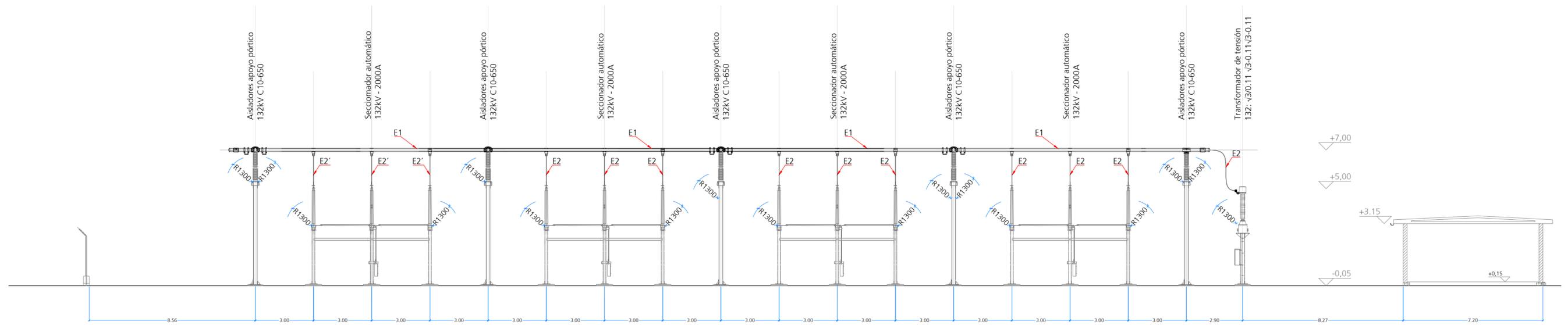


Línea 132kV a SE
COLECTORA PINAR DEL
REY 400/132 kV

Sección A-A'

Listado de embarrados y conductores	
Identificador	Descripción
E1	Embarrado rígido principal 132kV Al Ø150/134mm
E2	Embarrado flexible 132kV Al Ø36mm (simplex)
E2'	Embarrado flexible 132kV Al Ø36mm (duplex)
E3	Embarrado rígido principal MT Al Ø63/47mm
E4	Embarrado rígido secundario MT Cu Ø25/19mm
E5	Conductor flexible MT Al Ø14mm
E6	Conductor flexible MT Cu Ø12,2mm
E7	Conductor aislado MT Cu Ø19,8mm

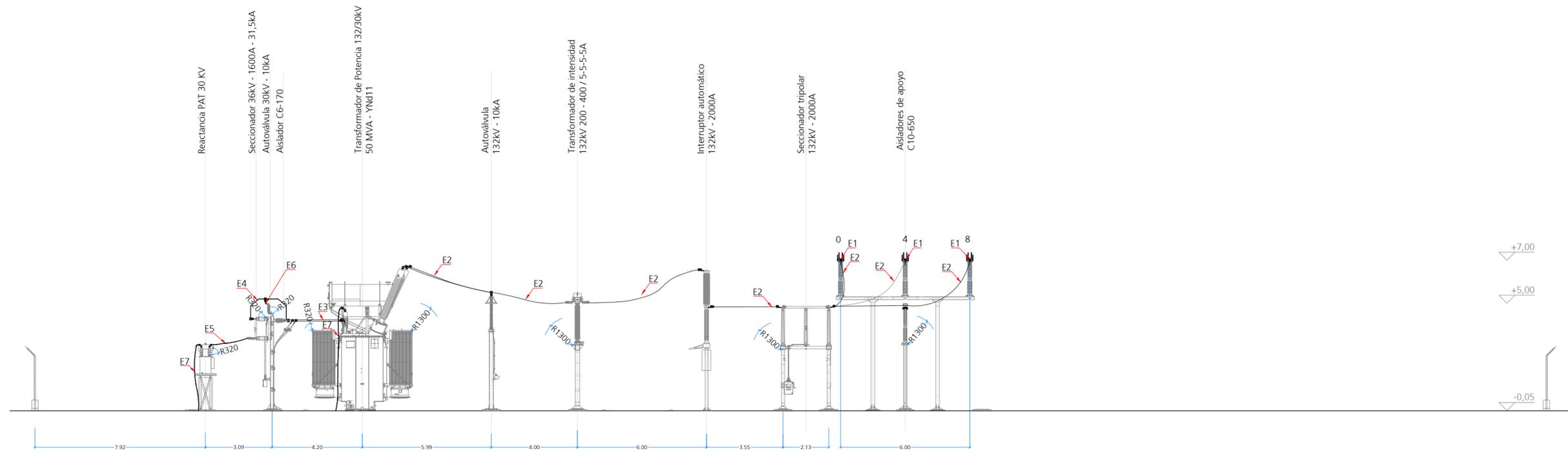
								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 2 de 4
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/300 Numérica	 Gráfica	Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.01.01



Sección B-B'

Listado de embarrados y conductores	
Identificador	Descripción
E1	Embarrado rígido principal 132kV Al Ø150/134mm
E2	Embarrado flexible 132kV Al Ø36mm (simplex)
E2'	Embarrado flexible 132kV Al Ø36mm (duplex)
E3	Embarrado rígido principal MT Al Ø63/47mm
E4	Embarrado rígido secundario MT Cu Ø25/19mm
E5	Conductor flexible MT Al Ø14mm
E6	Conductor flexible MT Cu Ø12,2mm
E7	Conductor aislado MT Cu Ø19,8mm

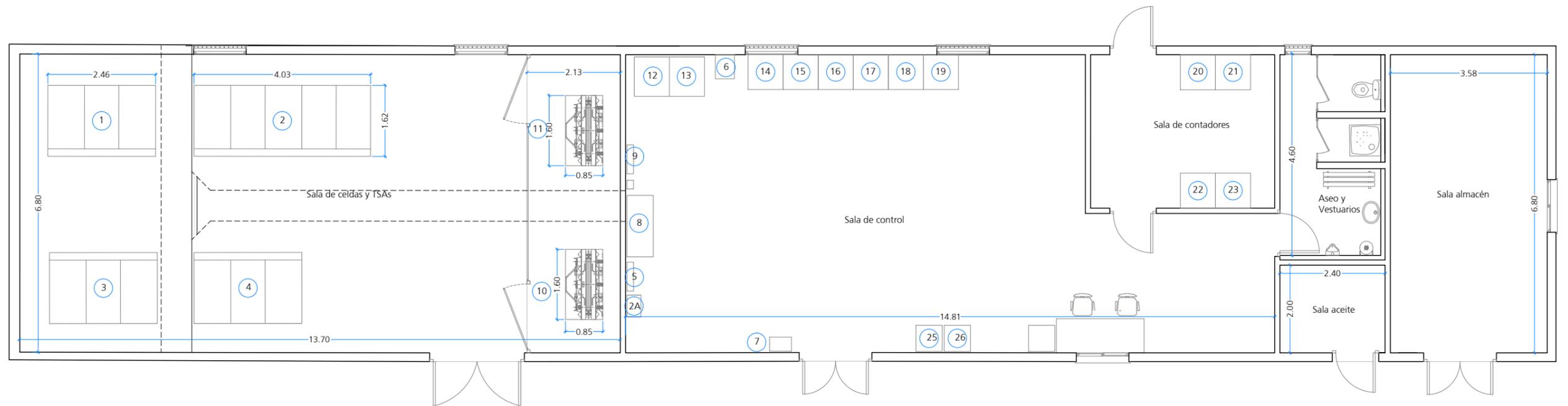
								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala	Título SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Sección B-B'	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 3 de 4
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/300 Numérica	 Gráfica	Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.01.01



Sección C-C'

Listado de embarrados y conductores	
Identificador	Descripción
E1	Embarrado rígido principal 132kV Al Ø150/134mm
E2	Embarrado flexible 132kV Al Ø36mm (simplex)
E2'	Embarrado flexible 132kV Al Ø36mm (duplex)
E3	Embarrado rígido principal MT Al Ø63/47mm
E4	Embarrado rígido secundario MT Cu Ø25/19mm
E5	Conductor flexible MT Al Ø14mm
E6	Conductor flexible MT Cu Ø12,2mm
E7	Conductor aislado MT Cu Ø19,8mm

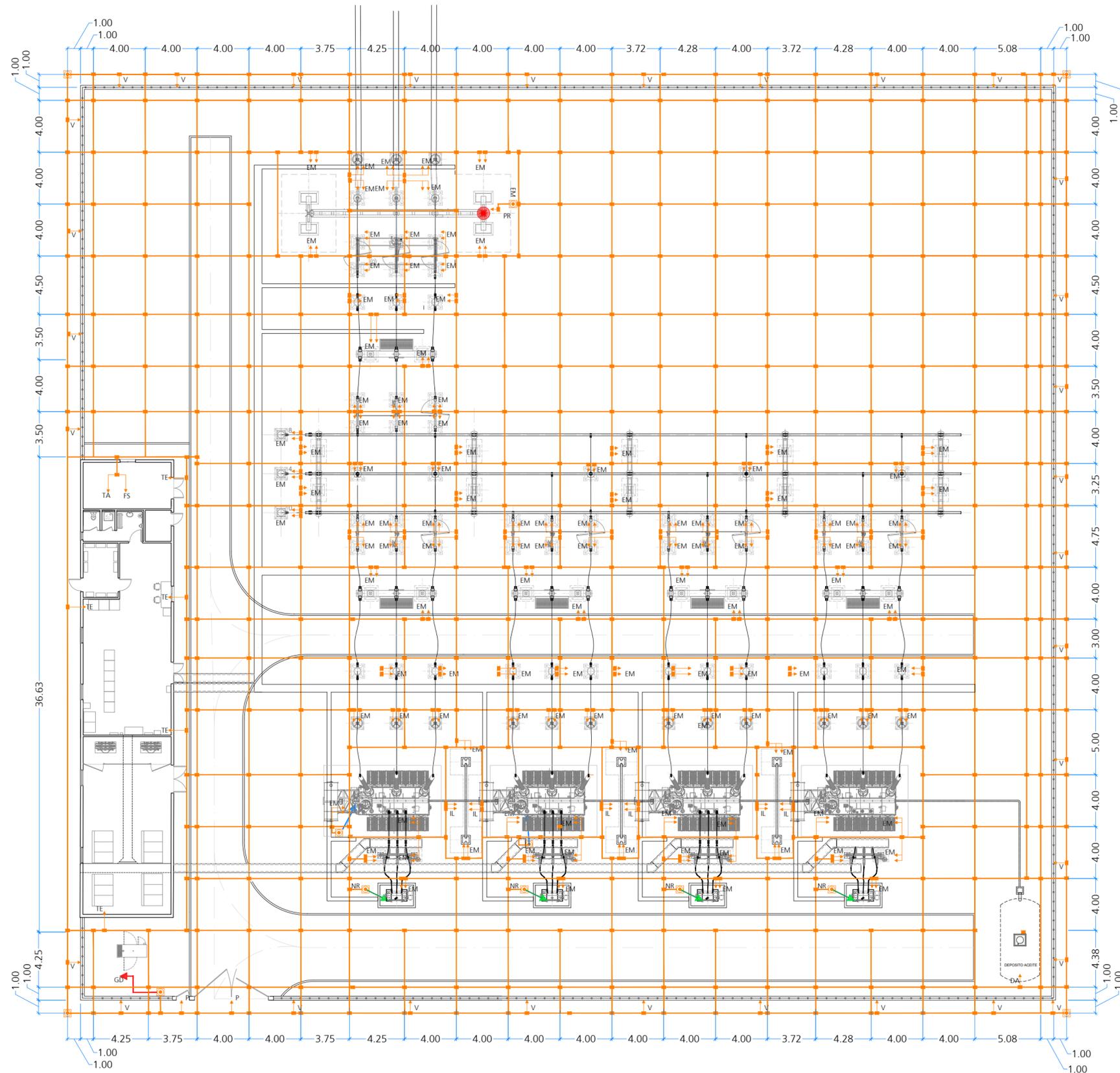
								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala	Título SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Sección C-C'	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 4 de 4 Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.01.01
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/150 Numérica	 Gráfica	



Leyenda					
Identificador	Descripción	Identificador	Descripción	Identificador	Descripción
①	Conjunto de celdas FV Tan Investment 1	⑩	Transformador SSAA 1	⑲	Unidad de control de posición línea
②	Conjunto de celdas FV Tan Investment 2	⑪	Transformador SSAA 2	⑳	Armario de medida 1
③	Conjunto de celdas FV Tan Investment 3	⑫	Rectificador baterías 1	㉑	Armario de medida 2
④	Conjunto de celdas FV Tan Investment 4	⑬	Rectificador baterías 2	㉒	Armario de medida 3
⑤	Cuadro iluminación, fuerza y aire acondicionado	⑭	Unidad control subestación	㉓	Armario de medida 4
⑥	Central detección de incendios	⑮	Unidad control de posición T1	㉔	Equipo de conmutación AC
⑦	Central anti-intrusión	⑯	Unidad control de posición T2	㉕	Cuadro comunicaciones PFV-UCS
⑧	Cuadro Serv. Aux. principal 400-230V AC	⑰	Unidad control de posición T3	㉖	Repartidor óptico
⑨	Cuadro Serv. Aux. 125V DC	⑱	Unidad control de posición T4		

							Promotor	Tayan Investment 13, S.L.		Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		ABENGOA Transmisión e infraestructuras
							Escala	1/100		Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta edificio eléctrico		
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Escala 1/100 Numérica		Gráfica 		Nº Plano	INA-01-013357-DWG-309.02.02
1	16/12/2020	AMA	APR	VGZ	JCCR	ARL	Creación de documento						

LAAT A SE COLECTORA
PINAR DEL REY 400/132 KV



Leyenda	
Simbolos	Descripción
	NR Neutro reactancia (1x120 mm² Cu XLPE)
	TR Neutro Transformador (1x120 mm² Cu XLPE)
	GD Generador diésel (1x120 mm² Cu XLPE)
	EM Estructura metálica (1 x 95 mm²)
	P Puerta metálica (1 x 95 mm²)
	V Vallado (1 x 95 mm²)
	FS Fosa séptica (1 x 95 mm²)
	TA Tanque de agua (1 x 95 mm²)
	DA Depósito de aceite (1 x 95 mm²)
	TE Terminal de tierra edificio (1 x 95 mm²)
	IL Soporte iluminación (1 x 95 mm²)
	PR Soporte pararrayos (1 x 95 mm²)
	Conductor Cu desnudo 95 mm²
	Cable aislado neutro NR 1x120 mm² Cu XLPE
	Cable aislado neutro TR 1x120 mm² Cu XLPE
	Cable aislado GD 1x120 mm² Cu XLPE
	Terminal de conexión por compresión tipo "C"
	Arqueta de P.A.T. con registro
	Arqueta de conexión con malla existente

1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio

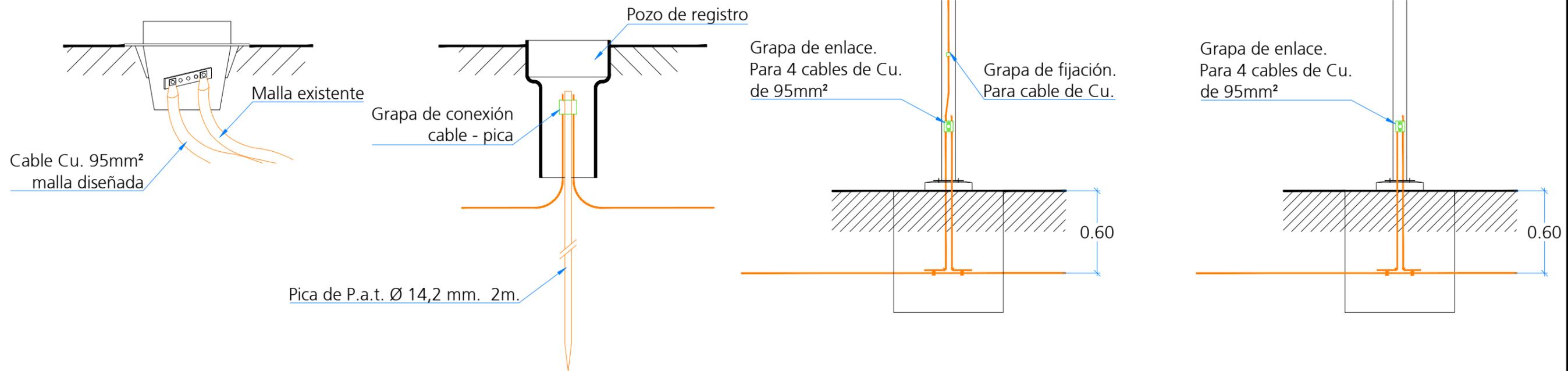
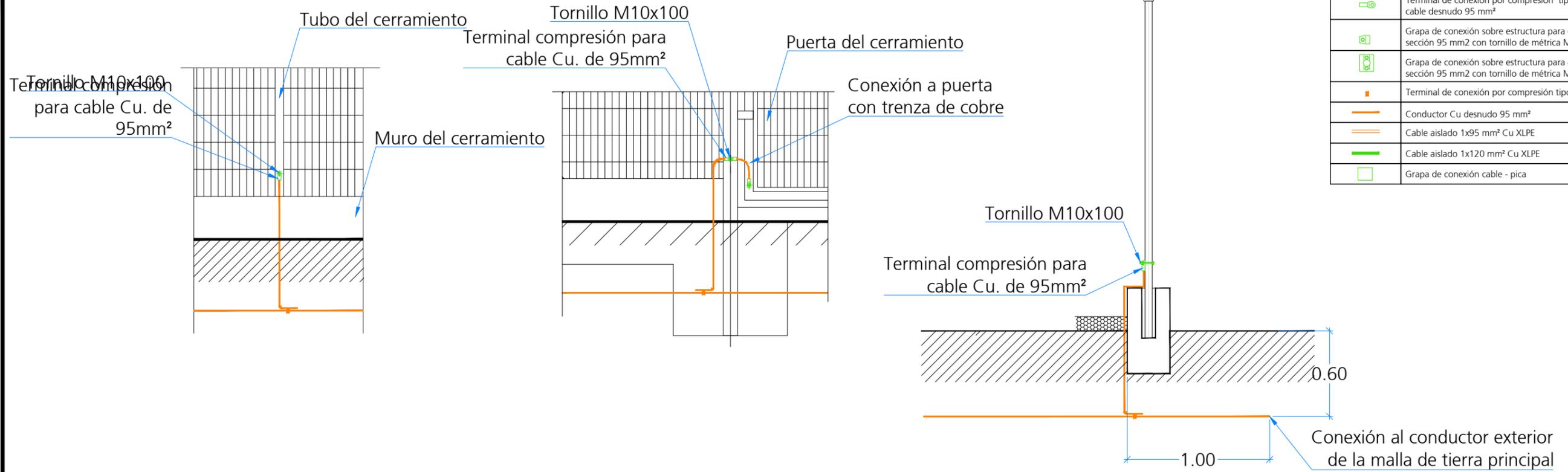
Promotor	Tayan Investment 13, S.L
Escala	1/250
	Numérica

Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy
Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta SE. Tierra

ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
Tamaño: A2	Revisión: R00	Hojas: 1 de 7
Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.49.01		



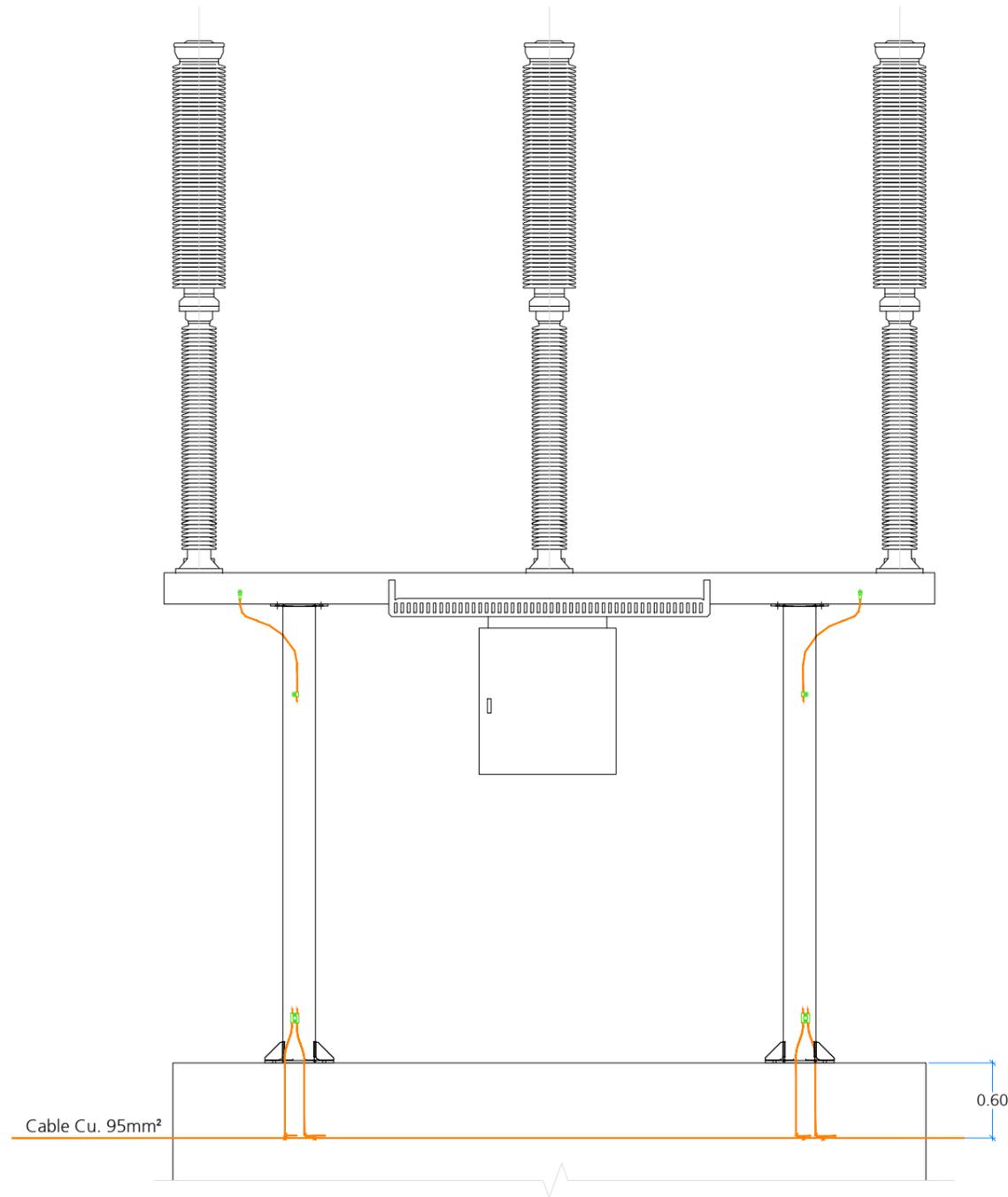
Leyenda	
Simbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm² con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm² con tornillo de métrica M12
	Terminal de conexión por compresión tipo "C"
	Conductor Cu desnudo 95 mm²
	Cable aislado 1x95 mm² Cu XLPE
	Cable aislado 1x120 mm² Cu XLPE
	Grapa de conexión cable - pica



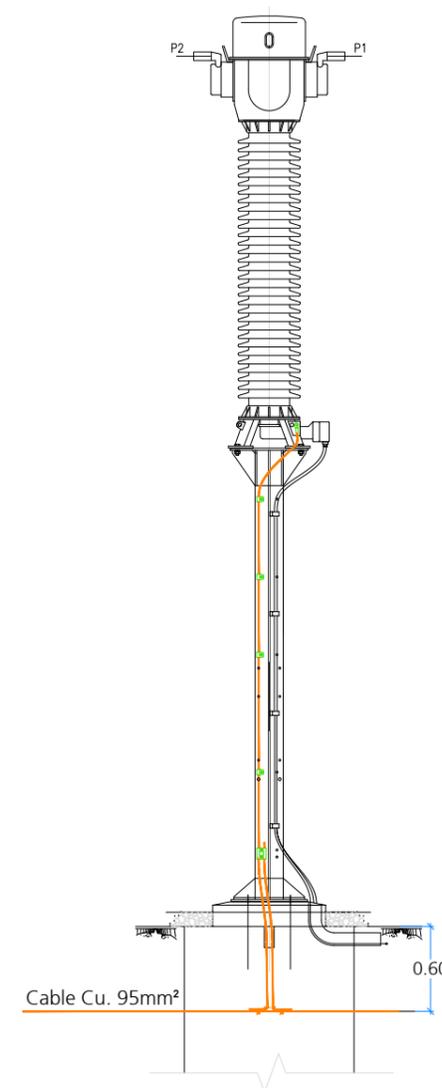
							Promotor	Tayan Investment 13, S.L		Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		 Transmisión e infraestructuras
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala	1/30	Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Detalles de red de tierra		
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Escala: 1/30 Numérica Gráfica		INA-00-013357-DWG-309.49.01			

Leyenda	
Símbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm ²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Terminal de conexión por compresión tipo "C"
	Conductor Cu desnudo 95 mm ²
	Cable aislado 1x95 mm ² Cu XLPE
	Cable aislado 1x120 mm ² Cu XLPE
	Grapa de conexión cable - pica

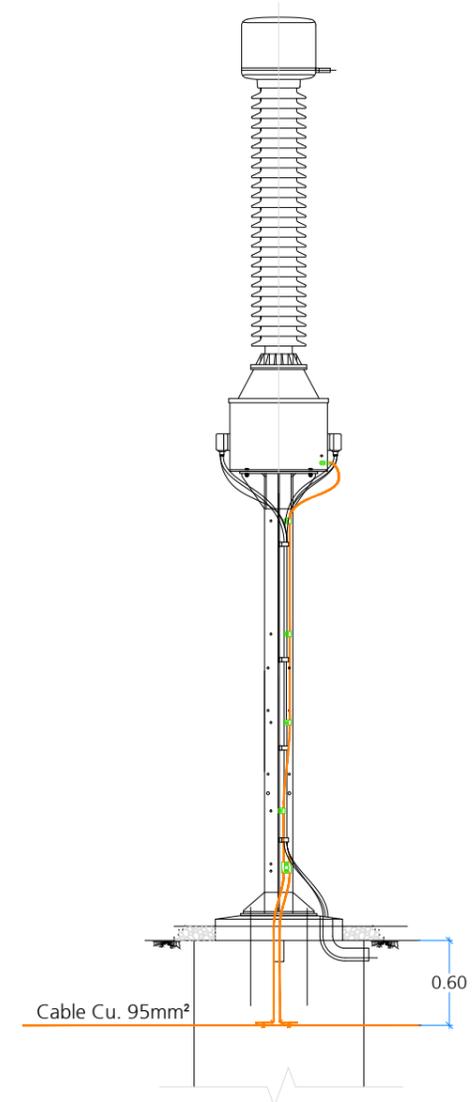
Conexión a tierra interruptor tripolar 132 kV



Conexión a tierra Transformador de intensidad 132 kV



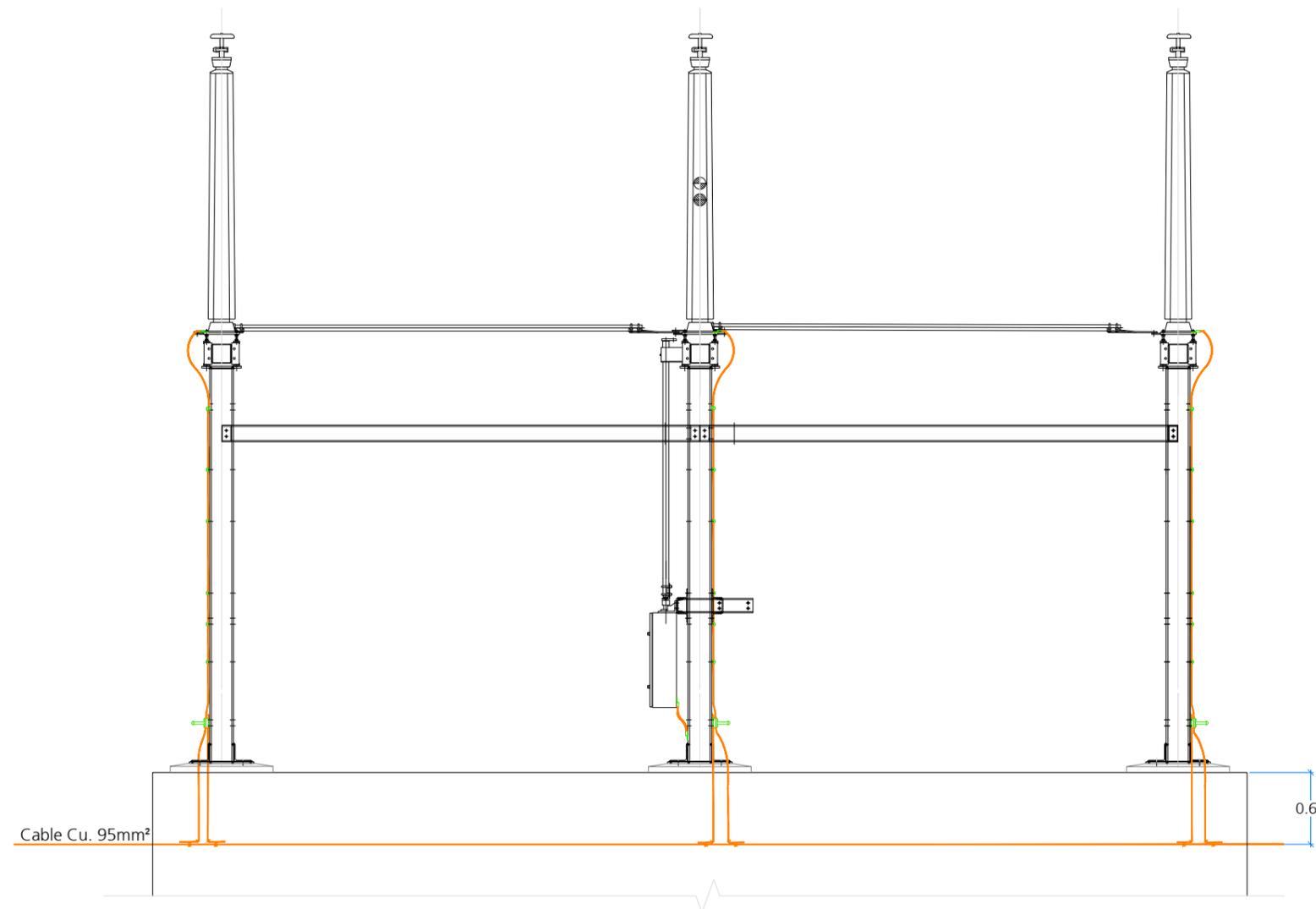
Conexión a tierra Transformador de tensión inductivo 132 kV



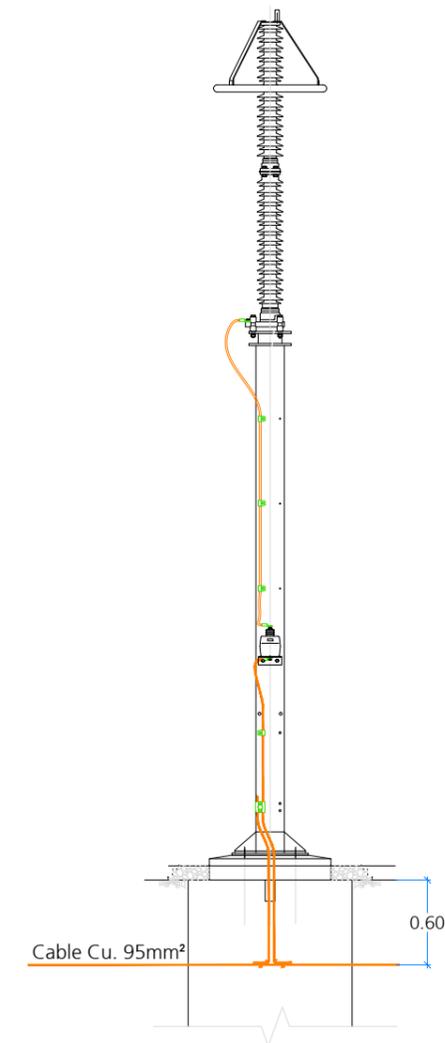
							Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras	
							Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 3 de 7
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/50 Numérica	 Gráfica	Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.49.01

Leyenda	
Símbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm ²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Terminal de conexión por compresión tipo "C"
	Conductor Cu desnudo 95 mm ²
	Cable aislado 1x95 mm ² Cu XLPE
	Cable aislado 1x120 mm ² Cu XLPE
	Grapa de conexión cable - pica

Conexión a tierra seccionador tripolar 132 kV



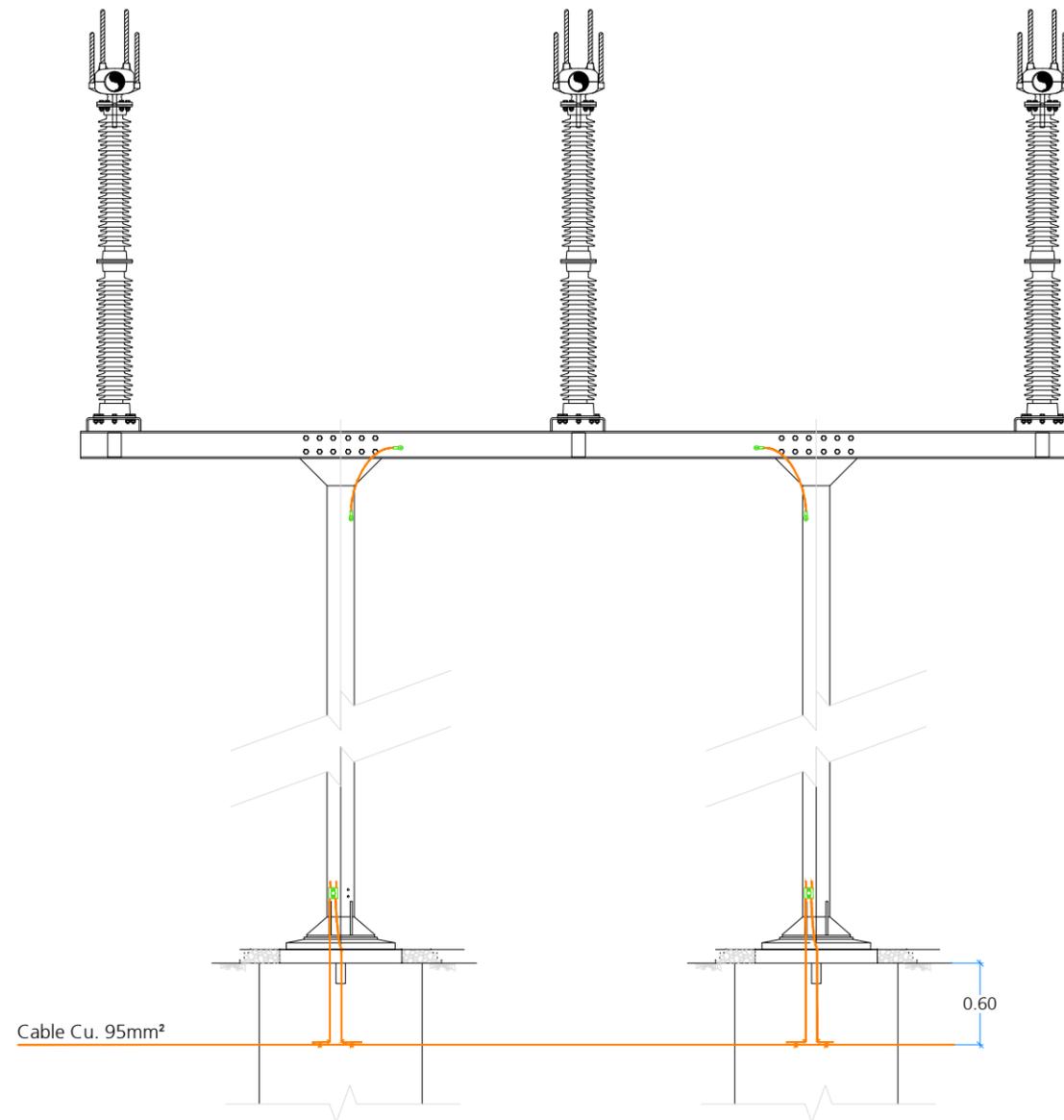
Conexión a tierra autovalvula 132 kV



							Promotor	Tayan Investment 13, S.L		Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		 Transmisión e infraestructuras
							Escala	1/50		Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 132 kV		
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio			Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.49.01		Revisión: R00	Hojas: 4 de 7
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento						

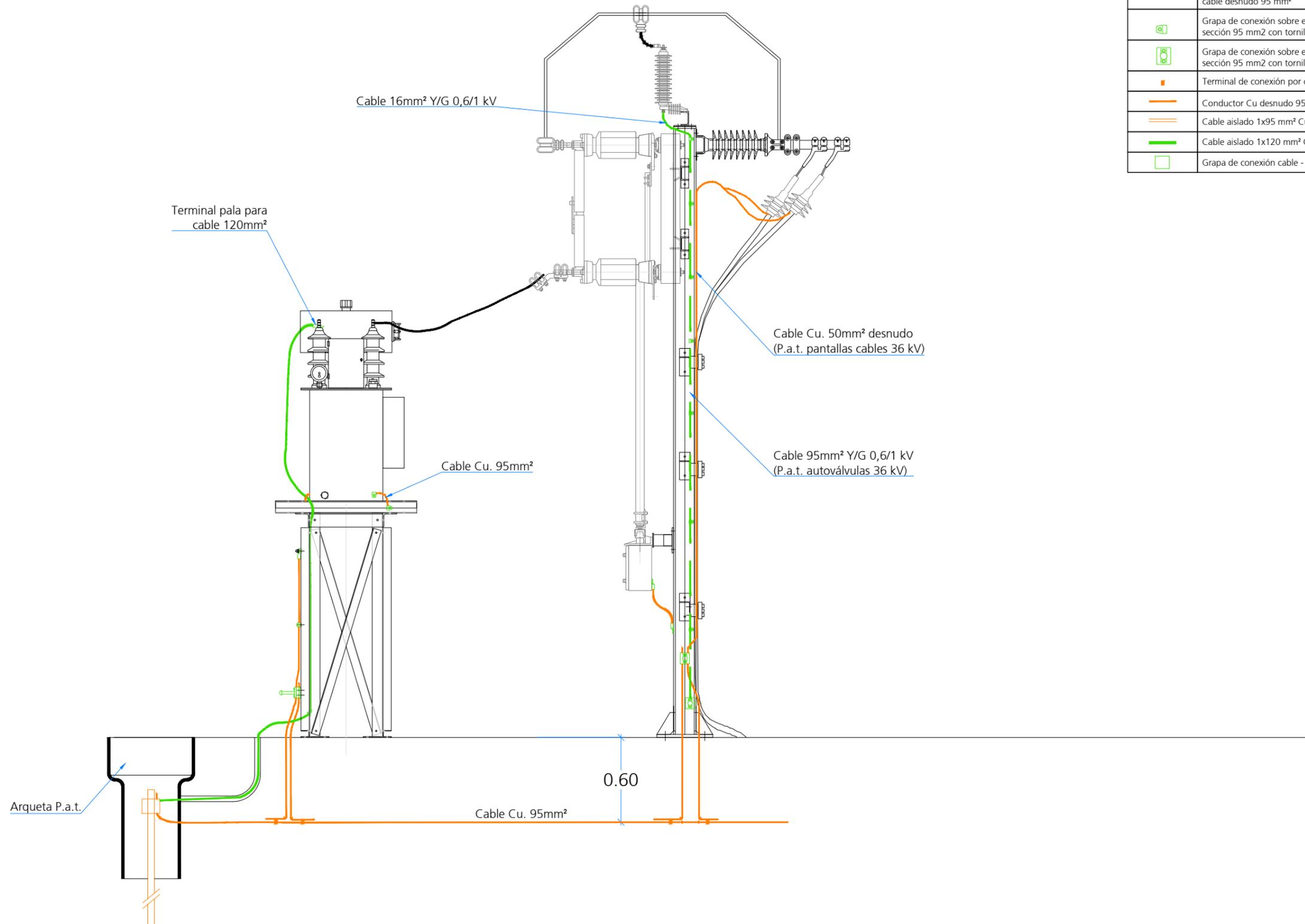
Leyenda	
Simbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm ²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Terminal de conexión por compresión tipo "C"
	Conductor Cu desnudo 95 mm ²
	Cable aislado 1x95 mm ² Cu XLPE
	Cable aislado 1x120 mm ² Cu XLPE
	Grapa de conexión cable - pica

Conexión a tierra pórtico de barras 132 kV



							Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras			
							Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy				
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala 1/50 Numérica	Título SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 132 kV	Tamaño: A2	Revisión: R00	Hojas: 5 de 7
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio			 Gráfica	Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.49.01	

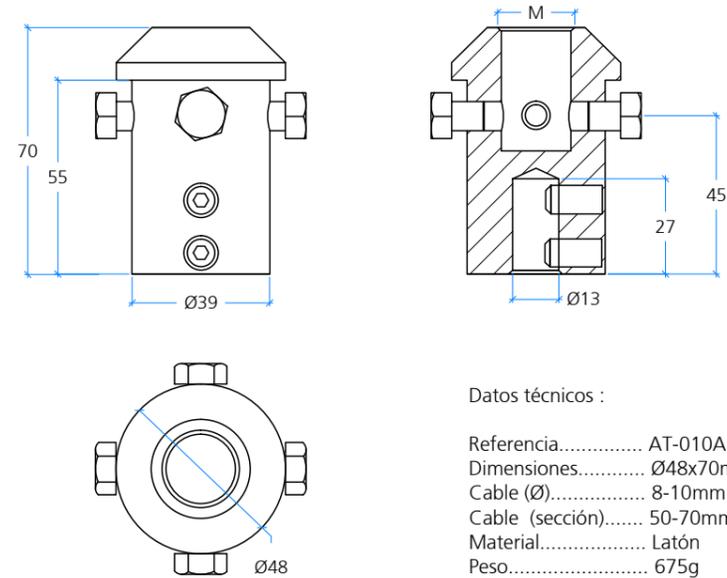
Conexión a tierra pórtico seccionador + reactancia 36 kV



Leyenda	
Simbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm ²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm ² con tornillo de métrica M12
	Terminal de conexión por compresión tipo "C"
	Conductor Cu desnudo 95 mm ²
	Cable aislado 1x95 mm ² Cu XLPE
	Cable aislado 1x120 mm ² Cu XLPE
	Grapa de conexión cable - pica

								Promotor	Tayan Investment 13, S.L		Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy			 Transmisión e infraestructuras
								Escala	1/30		Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 36 kV			
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Escala 1/30 Numérica		 Gráfica		Revisión: R00 Hojas: 6 de 7 N° Plano INA-00-013357-DWG-309.49.01			

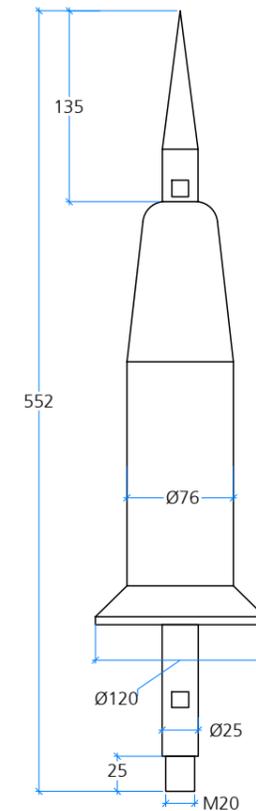
Pieza de adaptación latón. Esc. 1:2



Datos técnicos :

Referencia..... AT-010A
 Dimensiones..... Ø48x70mm
 Cable (Ø)..... 8-10mm
 Cable (sección)..... 50-70mm²
 Material..... Latón
 Peso..... 675g
 Rosca..... M20
 Normativa..... Cumple con UNE 21186,
 NF C 17-102, IEC 62305

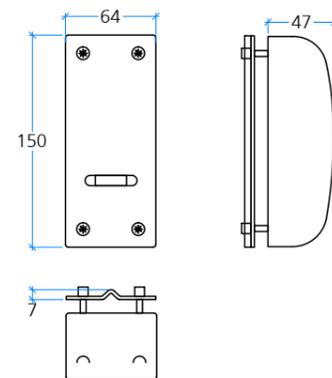
Electropulsante Esc 1:5



Datos técnicos :

Referencia..... AT-1560
 Dimensiones..... 120x120x551mm
 Material..... Acero inoxidable AISI 316L
 Peso..... 4635g
 Estanqueidad..... IP67
 Temperatura trabajo..... -25°C a 88°C
 Aislamiento interno..... Resina de poliuretano
 Fijación..... Rosca macho M20

Contador electromecánico de rayos. Esc 1:5

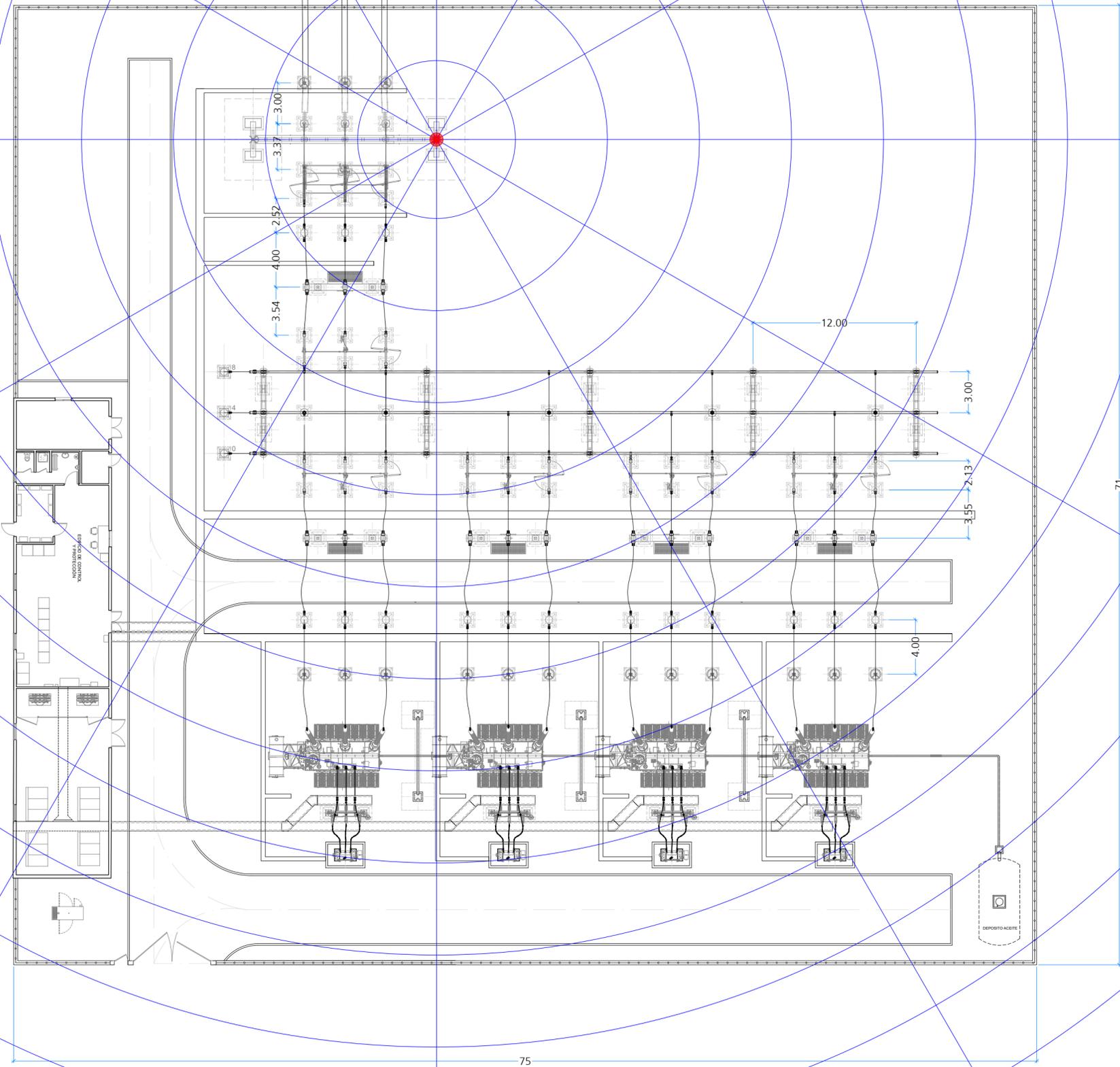


Datos técnicos :

Referencia..... AT-034G
 Dimensiones..... 156x66x61mm
 Material..... Policarbonato
 Peso..... 1000g
 Incluye..... Plancha soporte y 4 tornillos M4x25
 Normativa..... Cumple con UNE 21186, NFC 17-102,
 IEC62305

								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 7 de 7
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Varias Numérica Gráfica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra del pararrayos	Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.49.01

LAAT A SE COLECTORA
PINAR DEL REY 400/132 kV



1	15/12/2020	AMA	JMCG	JCR	JCCR	ARL	Creación de documento	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	

Promotor	Tayan Investment 13, S.L.
Escala	1/250 Numérica



Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy
Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Red de tierras superior

ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
Tamaño: A2	Revisión: R00	Hojas: 1 de 1
Nº Plano INA-00-013357-DWG-309.50.01		