

Reformado al 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, junio de 2022

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del proyecto: Reformado al PTA "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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 1 de 88	

Documento 1

Memoria descriptiva

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 2 de 88	

Índice general

1. Antecedentes	4
2. Objeto del reformado	5
3. Modificaciones	7
4. Normativa aplicable	7
5. Valoración de trámite ambiental	12
6. Disposición general y descripción de las instalaciones	12
6.1 Emplazamiento	12
6.1.1 Coordenadas	12
6.1.2 Relación de bienes y derechos afectados	13
6.2 Descripción de la instalación	13
6.2.1 Zona de Media Tensión 30 kV	13
6.2.2 Parque Intemperie de Alta Tensión 132 kV	17
6.2.3 Sala de control y Baja Tensión	18
7. Parámetros básicos de diseño	19
8. Niveles de aislamiento y distancias de seguridad	21
8.1 Niveles de aislamiento nominales	21
8.2 Distancias horizontales	21
8.3 Distancias verticales	22
9. Descripción de las instalaciones y equipos	23
9.1 Sistema de 30 kV	23
9.1.1 Características eléctricas	23
9.1.2 Aparamenta de 30 kV	23
9.1.3 Celdas de Media Tensión de 30 kV	24
9.1.4 Transformadores de Tensión Inductivos 30 kV	29
9.1.5 Transformadores de intensidad de 30 kV	30
9.1.6 Conductores aislados MT 30 kV	32
9.1.7 Aisladores de apoyo de 30 kV	34
9.2 Sistema 132 kV	35
9.2.1 Características eléctricas	35
9.2.2 Aparamenta de 132 kV	35
9.2.3 Transformador de Potencia	36
9.2.4 Conductores 132 kV	49
9.3 Servicios auxiliares	50

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 3 de 88	

9.3.1	Transformador de servicios auxiliares.....	51
9.3.2	Grupo Electrógeno	52
9.3.3	Armario general de corriente alterna	54
9.3.4	Cuadros de distribución	55
9.3.5	Instalación de alumbrado	55
9.3.6	Sistema de 125 Vcc y armario de baterías.....	56
9.3.7	Sistema de 48 Vcc	59
9.4	Sistema de Puesta a Tierra	59
9.4.1	Puesta a tierra inferior.....	60
9.4.2	Puesta a tierra superior	61
9.5	Sistema de protecciones	61
9.5.1	Protecciones en 132 kV	66
9.5.2	Protecciones de 30 kV	74
9.6	Equipos de Medida Fiscal.....	75
9.7	Sistema de Control.....	75
9.8	Sistema de Comunicaciones	78
9.9	Sistema de Seguridad.....	78
9.10	Protección contra incendios	79
9.10.1	Detección de incendios	79
9.10.2	Extinción de incendios	80
9.11	Obra Civil.....	80
9.12	Movimiento de tierras.....	81
9.12.1	Protección de la plataforma frente a escorrentías.....	82
9.12.2	Muros de escollera u hormigón armado	83
9.12.3	Cierre perimetral de la subestación.....	83
9.12.4	Cimentaciones.....	84
9.12.5	Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite	84
9.12.6	Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales	85
9.12.7	Edificio	85
10.	Plazo de ejecución de las obras.....	87
11.	Resumen del presupuesto	88

1. Antecedentes

Solicitada la Autorización Administrativa Previa ante la D.G. de Energía de la Consejería de Hacienda y Financiación Europea de la Junta de Andalucía mediante el proyecto técnico administrativo denominado "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy", se opta por reducir la implantación de la subestación para un menor impacto visual en la zona, así como la optimización de gestión de residuos, reduciendo la ocupación del terreno en la parcela a ocupar.

Este reformado nace de la necesidad de adaptar dicho proyecto a las nuevas dimensiones de la subestación y su correspondiente configuración.

El Proyecto "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy", 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 Fotovoltáicas con Evacuación en Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy.

Siendo el titular de la instalación:

- Nombre del titular: Tayan Investment 13, S.L.
- NIF/CIF: B-88454384.
- Dirección del titular: C/ Velázquez, nº 18, 2º Izq. - C.P.: 28.001 – Madrid
- Persona de contacto: Arantxa Pérez.
- Teléfono de contacto: +34 682 645 710
- Email de contacto: aperez@tayanenergy.com

2. Objeto del reformado

El objeto del presente Reformado de Proyecto es reflejar los cambios referidos a la nueva configuración de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy, situada en el término municipal de Jimena de la Frontera, en la provincia de Cádiz.

La implantación de la subestación será optimizada para un menor impacto visual en la zona, así como la optimización de gestión de residuos, reduciendo el espacio a ocupar en la parcela tal y como se indica en la siguiente imagen:

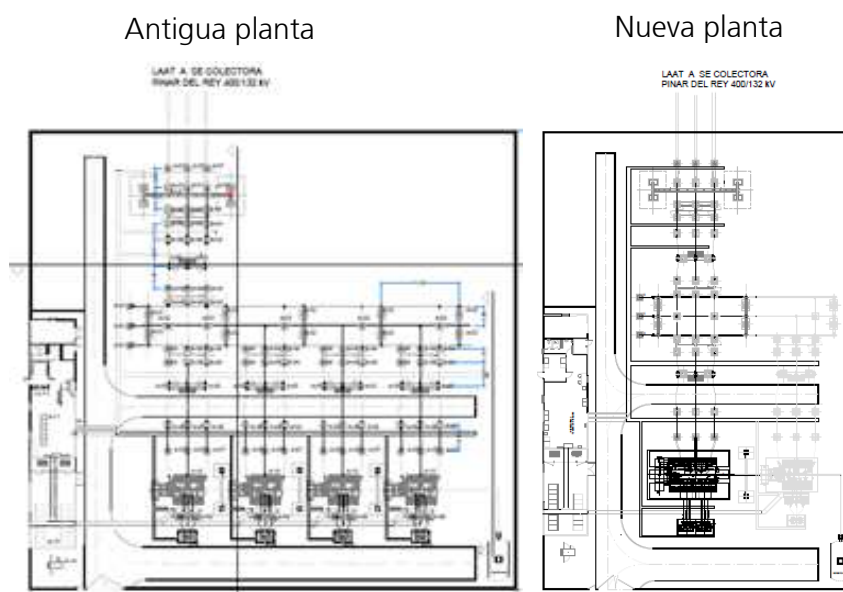


Ilustración 1. Croquis antigua y nueva implantación.

La nueva subestación pasara de tener cuatro calles de transformación de 132/30KV (50 MVA) a una única calle, con un transformador de 132/30KV (250MVA). Dejando previsto una zona de reserva para posibles ampliaciones en el futuro.

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 26,65 km. Esta línea será mixta aérea-subterránea y su recorrido y trazado 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.

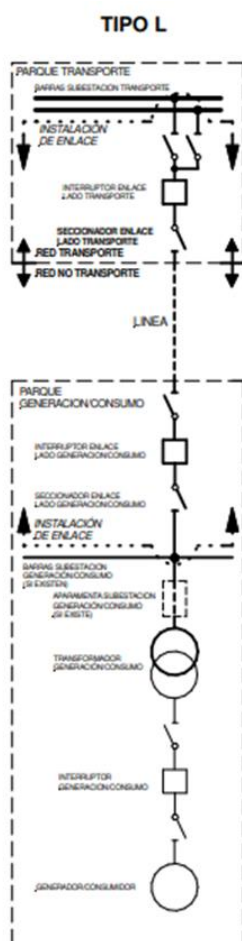



Ilustración 2. Modelo Conexión a la Red de Transporte Tipo L.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 7 de 88	

3. Modificaciones

Como se ha comentado en el apartado anterior la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy se proyectará para minimizar el impacto ambiental de la zona, así como la optimización de gestión de residuos, con una disposición de menor implantación, reduciendo su parcela de ocupación. Esta modificación afectará a los siguientes aspectos del proyecto presentado:

- Reducción de las dimensiones de la parcela de la propia subestación.
- Reducción de los equipos correspondientes al parque de AT.
- Reducción de cuatro transformadores de 132/30 KV (50MVA), a un único transformador de 132/30-30 KV (250/125-125) MVA.

Para reflejar los cambios anteriormente descritos, se adjunta en el presente reformado una nueva revisión de todos los planos que acompañan al proyecto, quedando todos los anteriores reemplazados.

4. Normativa aplicable

Para la elaboración del presente reformado de 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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 10 de 88	

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 aparamenta eléctrica:
- CEI 62271-1 y UNE-EN 62271-1. Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta 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. Aparamenta 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 12 de 88	

5. 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.

6. 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.

6.1 Emplazamiento

6.1.1 Coordenadas

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

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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 13 de 88	

- Zona: 30S
- Coordenadas UTM X1 → N: 4034078,01m, E: 285636,99 m.
- Coordenadas UTM X2 → N: 4034078,01m, E: 285686,99 m.
- Coordenadas UTM X3 → N: 4034005,01m, E: 285636,99 m.
- Coordenadas UTM X4 → N: 4034005,01m, E: 285687,00 m.

6.1.2 Relación de bienes y derechos afectados

La subestación se ubica en las siguientes parcelas:

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

6.2 Descripción de la instalación

La subestación queda dividida en las siguientes zonas:

6.2.1 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.

Tras la nueva configuración de la subestación, en cada barra de 30 kV se tendrá al menos, una celda de línea y la celda de acometida al 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.

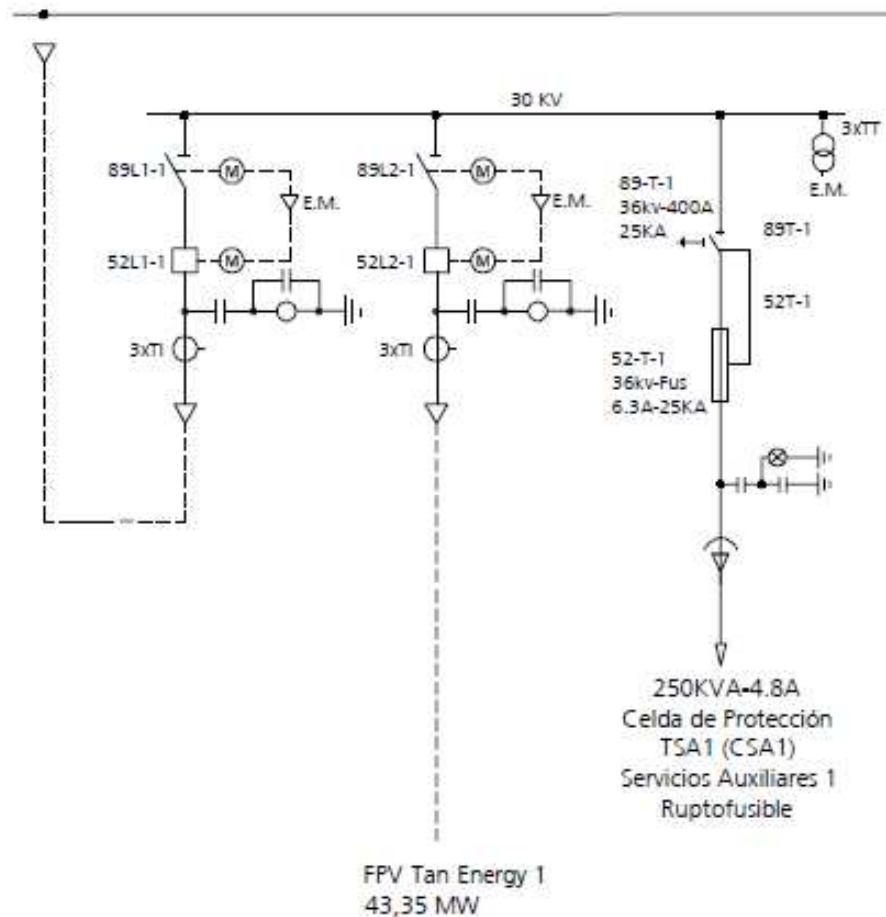


Ilustración 3. Ejemplo de Celdas de MT en el Bus FV Tan Energy 1. (Para TSA).

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 la celda de acometida del 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.

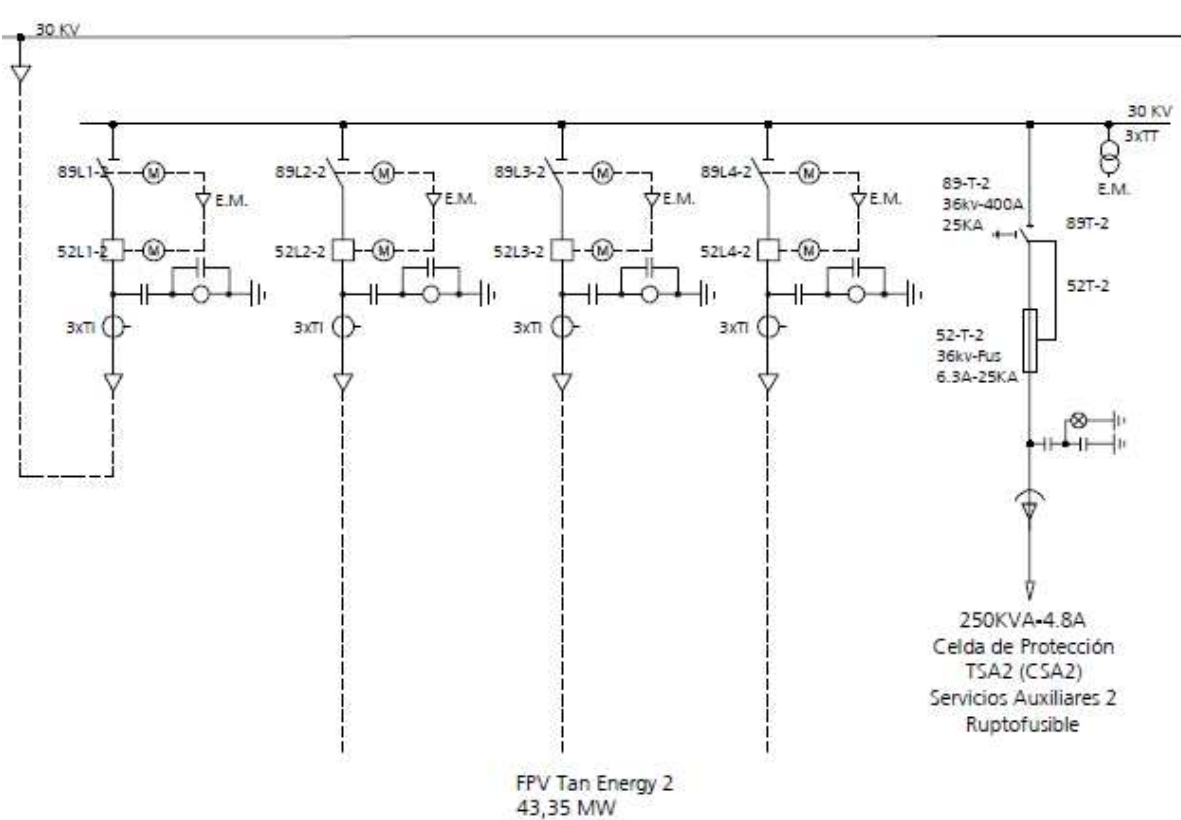


Ilustración 4. Ejemplo de Celdas de MT en el Bus FV Tan Energy 2. (Con TSA).

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.

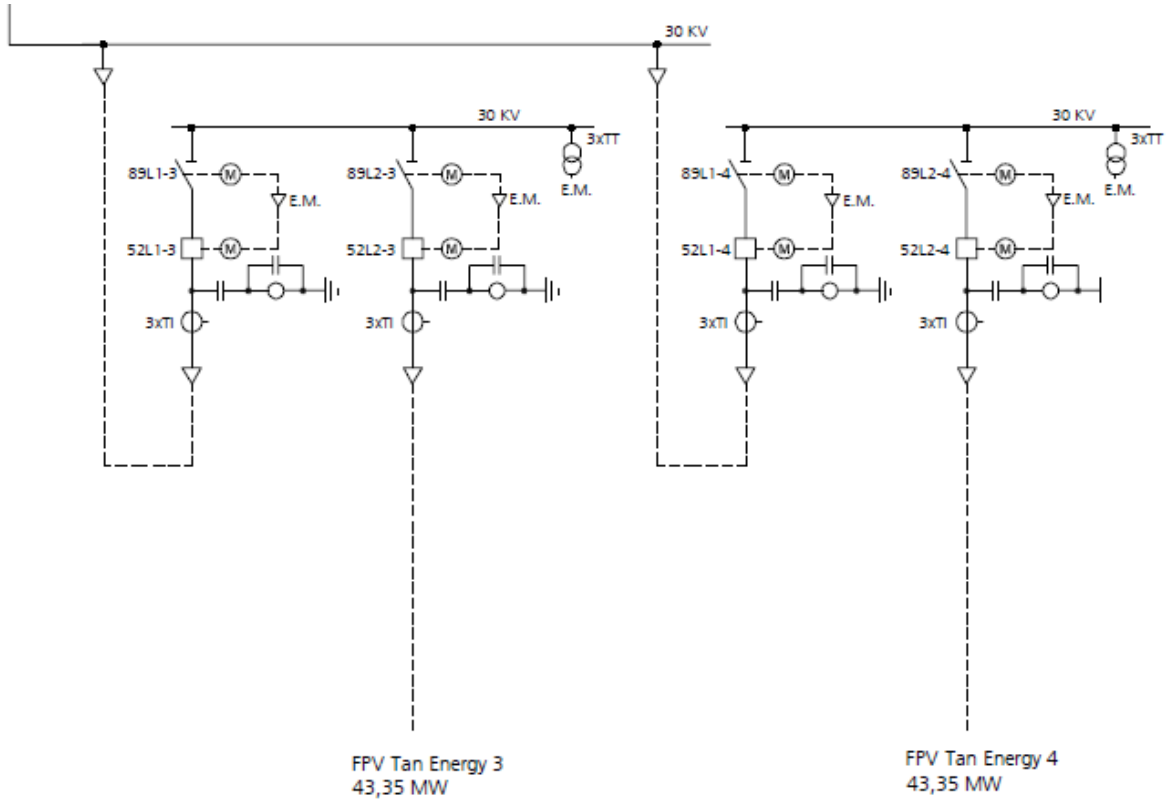



Ilustración 5. Ejemplo de Celdas de MT en el Bus FV Tan Energy 3 y Tan Energy 4. (Sin TSA).

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 al 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 17 de 88	

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 Vn>36 kV.
- Detectores de tensión 30 kV y 132 kV.
- Guantes aislantes 30 kV Clase II.
- Juego de tierras portátiles.

6.2.2 Parque Intemperie de Alta Tensión 132 kV


El parque de 132 kV de la SE será de tipo AIS, y tras la nueva configuración de la subestación estará formado por una única posición 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.
- Una (1) posición de transformador 132/30-30 kV de 250/125-125 MVA.

Posición de Transformador de 132/30-30 kV, 250/125-125 MVA

La posición dispondrá de:

- Un (1) Transformador de Potencia 132/ 30-30 kV, 250/125-125 MVA, YNd11-d11, 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 18 de 88	

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.


6.2.3 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 posición de línea
 - 1 posición 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.

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 19 de 88	

- 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.

7. 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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 20 de 88	

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 aparamenta 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 aparamenta	2.000 A	1.250 A
Intensidad nominal posición de línea	251 A	N.A.
Intensidad nominal posición de transformador	125 A	934 A
	126 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 21 de 88	

8. Niveles de aislamiento y distancias de seguridad

8.1 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.

8.2 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 22 de 88	

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.

Tras la nueva configuración de la subestación se establecen las siguientes distancias entre ejes de aparellaje y anchura de calle.

- Distancia entre ejes de aparellaje 3.500 mm
- Anchura de calle 14.000 mm

8.3 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 23 de 88	

9. Descripción de las instalaciones y equipos

9.1 Sistema de 30 kV

9.1.1 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 (Um): 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".

9.1.2 Aparamenta de 30 kV

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

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 24 de 88	


- Seis (6) Autoválvulas de 30 kV / 10 kA.
- Seis (6) Aisladores apoyo de 36 kV, C6-170.
- Dos (2) Seccionador tripolares 36 kV con mando manual.
- Dos (2) Reactancia trifásica Zn.
- Dos (2) Transformador Toroidal para detección de corrientes de defecto en MT.

9.1.3 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 25 de 88	

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.

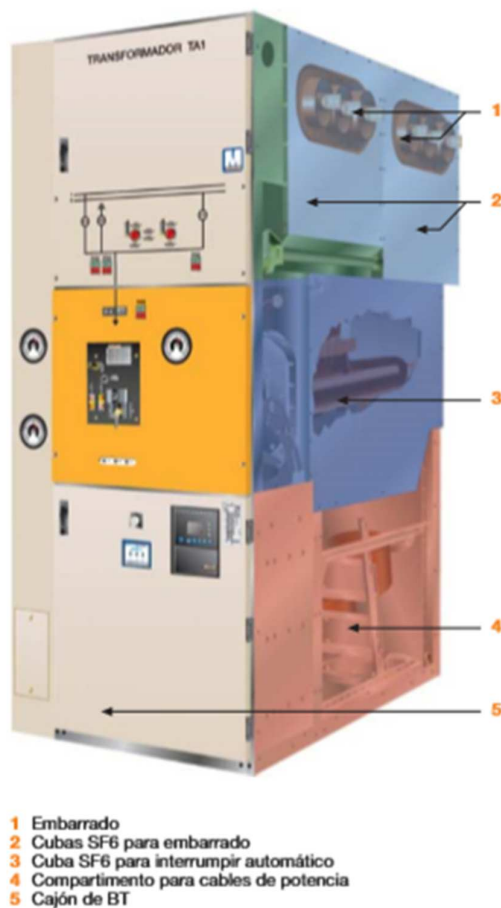


Ilustración 6. Celda de MT MESA CBGS-2.

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 9.1.4 del presente documento.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 27 de 88	

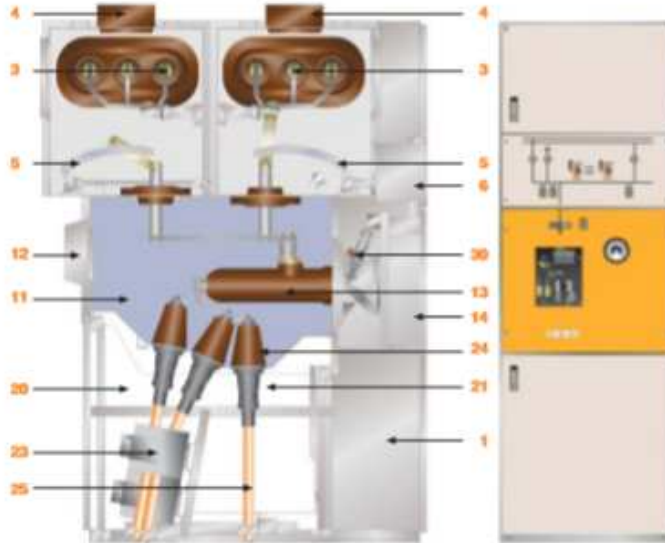
El compartimento de SF6 es el más importante de la celda, ya que es la zona en la que se realiza el cierre o apertura del circuito en MT aguas debajo de la barra. Constará de los siguientes elementos de corte/aislamiento:

- 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

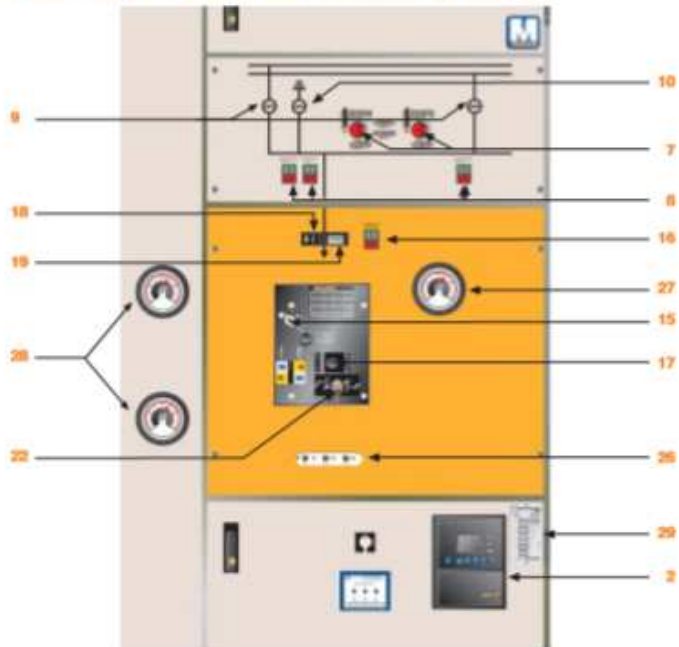


Ilustración 72. Detalle frontal y lateral de una celda de MT.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 29 de 88	

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.

9.1.4 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.

1. Terminales primarios
2. Aislador (resina)
3. Arrollamiento primario
4. Núcleo
5. Caja de terminales secundarios
6. Base
7. Terminal de tierra

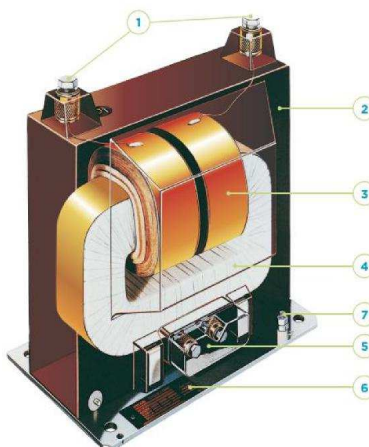


Ilustración 8. Sección del transformador de tensión MT en interior.

9.1.5 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 31 de 88	

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 9. 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 32 de 88	

9.1.6 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 del transformador de potencia. Con el nuevo transformador de potencia (125-125 MVA), se dispondrán 2 semiembarrados de 30 kV, de cada uno de estos devanados 125 MVA del nuevo trafo. Las características de estos embarrados rígidos serán las siguientes:

Aleación:	Almelec AW-6063 T6
Diámetro exterior/interior:	100/88 mm
Sección total del conductor:	1.772 mm ²
Intensidad admisible permanente a 85 °C:	2.520 A

Tabla 9. Características del embarrado rígido 30 kV.

El cálculo de estos embarrados rígidos 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 34 de 88	



Ilustración 10. 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.


9.1.7 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.

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 35 de 88	

9.2 Sistema 132 kV

9.2.1 Características eléctricas

En este apartado se definen las características eléctricas y técnicas dl sistema de 132kV del parque de AT. Tras la nueva configuración de la subestación, se reduce de cuatro transformadores de 30/132 KV (50MVA), a un único transformador de 30-30/132 KV (125-125/250) MVA, siendo el único equipo del parque de AT que modifica sus especificaciones técnicas.

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 (Um): 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

9.2.2 Aparamenta de 132 kV

Toda la aparamenta de 132kV del parque de AT descrita en el proyecto original continúa con las mismas características eléctricas, a excepción del transformador de potencia.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 36 de 88	

De forma que en este apartado solo se incluyen las características eléctricas de este nuevo equipo, quedando reemplazado los datos de los transformadores del proyecto original.

Tras los cambios en la configuración de la subestación el parque de 132 kV de la SE estará formada por una única posición de transformador y una posición de línea.

Posición de Transformador de 132 kV

La posición de transformador dispondrá de:

- Un (1) Transformador de Potencia 132/30-30 kV, 250-125/125 MVA, YNd11-d11, 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.

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.

9.2.3 Transformador de Potencia

El nuevo diseño de la Subestación colectora 132/30 kV Tan Energy, como ya se ha mencionado anteriormente está proyectado con un único transformador de potencia nominal 250/125-125 MVA,

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 37 de 88	

con relación de transformación 132/30-30 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 \pm 10x1,5%/30-30 kV
Potencia:	250/125-125 MVA
Grupo de conexión:	YNd11-d11
Cambiador de tomas:	Regulación automática en carga
Intensidad del primario:	2405,62 A (Por devanado de 125MVA)
Intensidad del secundario:	1093,4 A
Capacidad de cortocircuito:	40 kA a 132 kV
Tensión de cortocircuito:	> 12,5 \pm 7,5%

Tabla 11. Características del Transformador de Potencia 132/30-30 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 38 de 88	

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:

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 39 de 88	

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 nuevo 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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 40 de 88	

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 nueva 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. 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 41 de 88	

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 11. Relé Buchholz para transformador de potencia.

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 43 de 88	

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 12. 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.

- 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.

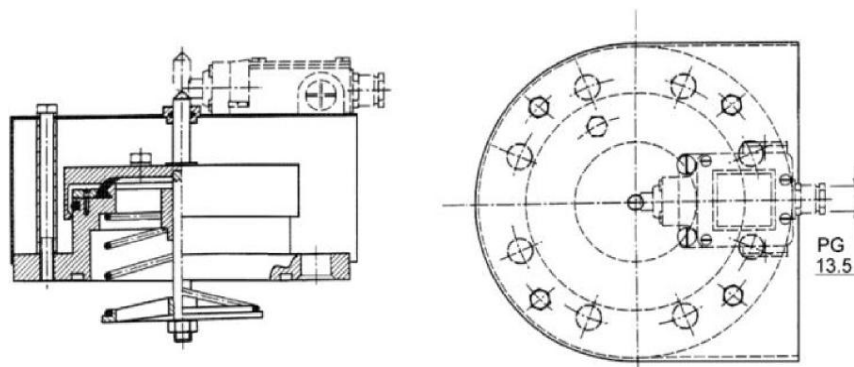


Ilustración 13. Detalle de relé liberador de presión.

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.

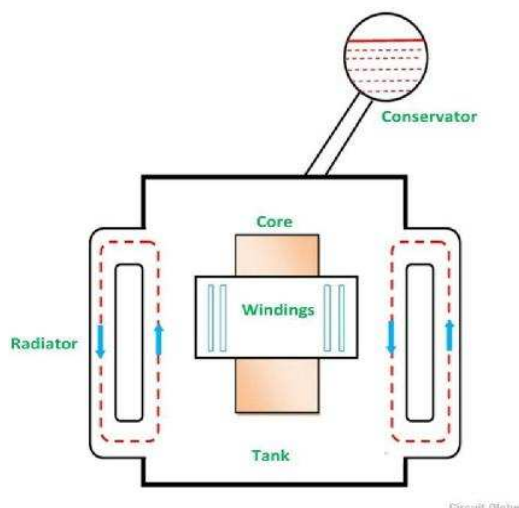


Ilustración 14. Esquema de sistema de refrigeración ONAN.

- **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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 47 de 88	

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.

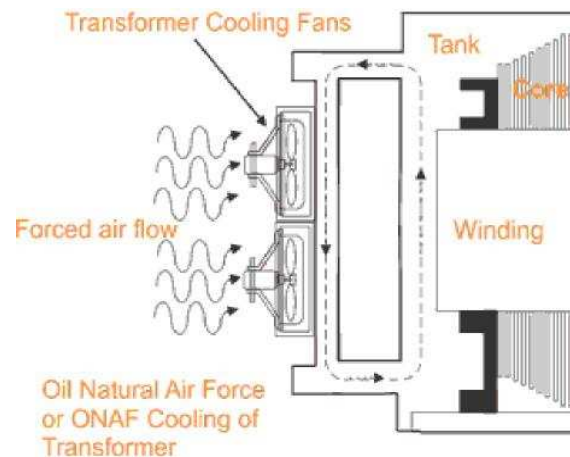



Ilustración 15. Esquema de sistema de refrigeración ONAF.

- Regulador de tomas

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



Ilustración 16. Cambiador de tomas en carga.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 48 de 88	

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 49 de 88	

9.2.4 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.

Todas las interconexiones entre el embarrado rígido y equipos con este conductor estarán en formación duplex.

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:	2 (duplex)
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 14. 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:

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 50 de 88	

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 15. Características del embarrado rígido 132 kV.

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

9.3 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 trazo 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.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 51 de 88	

- 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.

9.3.1 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
Peso total (kg)	610

Tabla 16. Características del transformador de servicios auxiliares.

9.3.2 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 53 de 88	

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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 54 de 88	

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

Tabla 17. Características generales grupo electrógeno.

9.3.3 Armario general de corriente alterna

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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 55 de 88	

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.

9.3.4 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

9.3.5 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.

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 56 de 88	

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.

9.3.6 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 58 de 88	

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.

9.3.7 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.

9.4 Sistema de Puesta a Tierra

La malla de puesta a tierra está proyectada para las nuevas dimensiones de la parcela, 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:

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 60 de 88	

- 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.

9.4.1 Puesta a tierra inferior

La instalación de puesta a tierra enterrada está proyectada para las nuevas dimensiones de la parcela, se propondrá una malla metálica, enterrada como máximo a un metro de profundidad, compuesta por

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 61 de 88	

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.

9.4.2 Puesta a tierra superior

La puesta a tierra superior está proyectada para las nuevas dimensiones de la parcela. 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.

9.5 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.

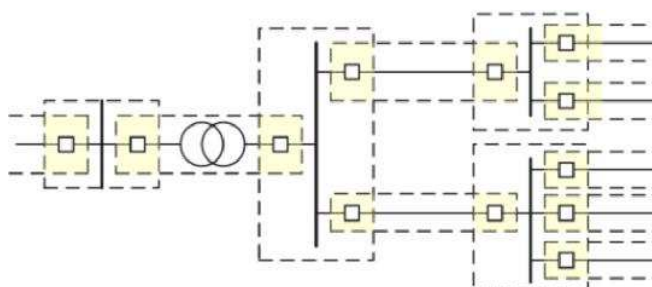


Ilustración 21. Zonas de protección de una subestación.

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 63 de 88	

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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 64 de 88	

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 65 de 88	

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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 66 de 88	

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.

9.5.1 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.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 67 de 88	

- 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 68 de 88	

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 69 de 88	

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:

$$I^2 t = K$$

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

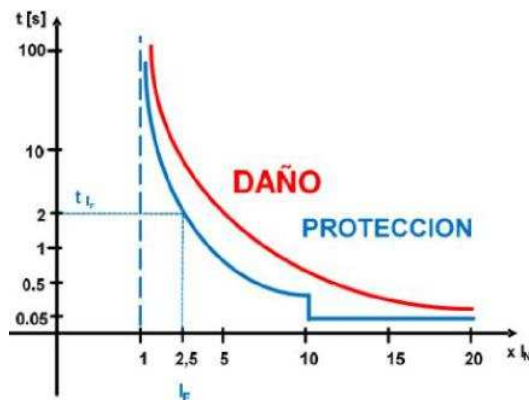


Ilustración 22. Curva de daño (rojo) y disparo por sobreintensidad (azul).

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 71 de 88	

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.

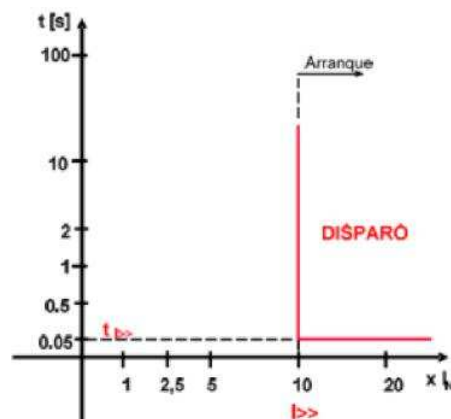


Ilustración 23. Característica de funcionamiento de un relé instantáneo.

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:

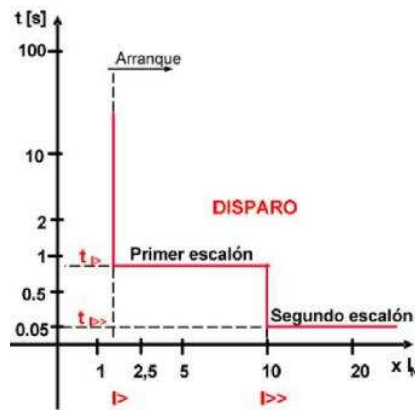


Ilustración 24. Característica de funcionamiento de un relé temporizado.

Si la intensidad es inferior o igual a I_p el relé no dispara, pero si la intensidad es mayor que I_p y menor que $I_{>>}$ el relé dispara transcurrido un tiempo igual a t_{I_p} , si la corriente es mayor a $I_{>>}$ el tiempo transcurrido hasta que el relé dispare será $t_{I_{>>}}$, 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:

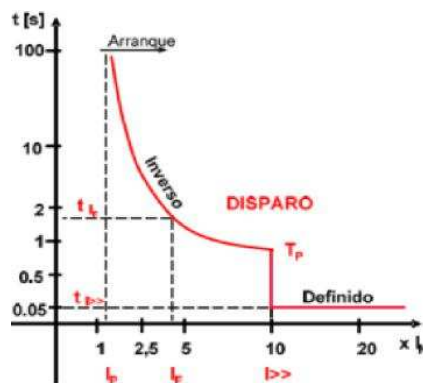


Ilustración 25. Característica de funcionamiento de un relé de dos niveles (tiempo inverso y fijo).

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 $I_{>>}$ el relé se comporta como uno de tiempo independiente, es decir el tiempo de operación se reduce a $t_{I>>}$.

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.

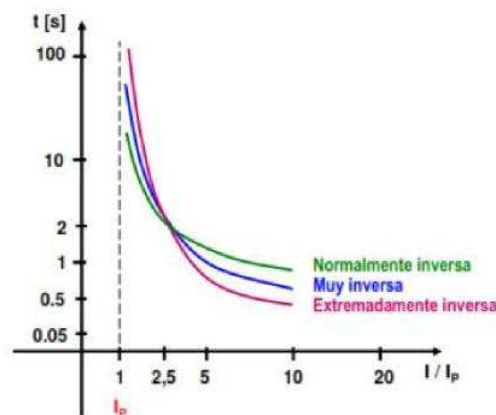


Ilustración 26. Protección de sobreintensidad con característica de tiempo dependiente.

La protección de sobreintensidad 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 74 de 88	

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).

9.5.2 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:

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 75 de 88	

9.6 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.

9.7 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 76 de 88	

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.

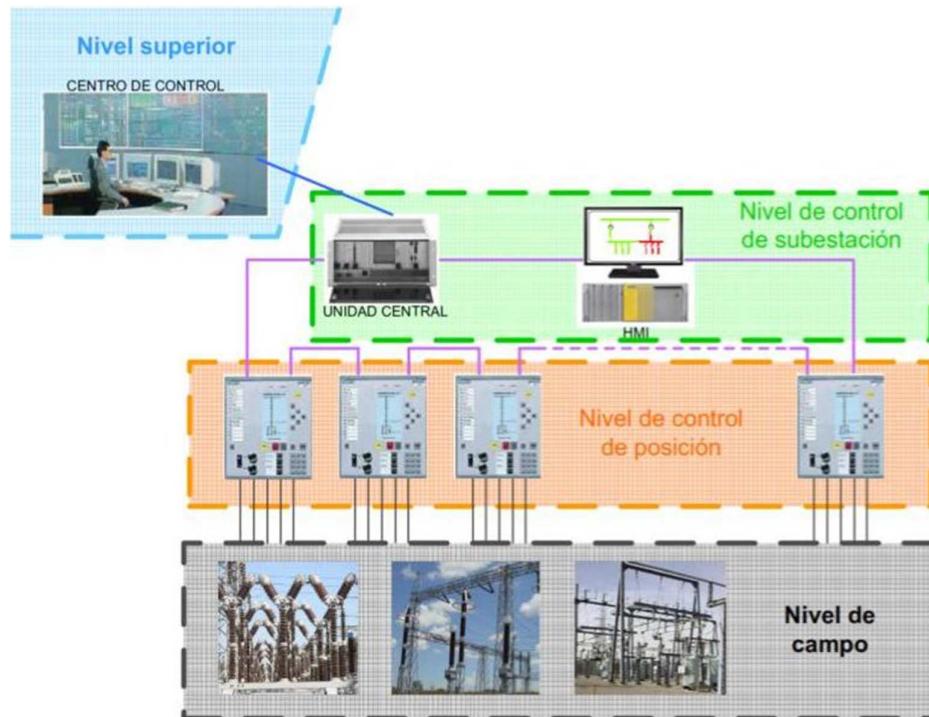


Ilustración 27. Niveles de control de una subestación.

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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 77 de 88	

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.

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 78 de 88	

9.8 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.

9.9 Sistema de Seguridad

El sistema de detección de intrusos estará formado por:

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

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 79 de 88	

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

9.10 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.

9.10.1 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 80 de 88	

9.10.2 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.

9.11 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 81 de 88	

- 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.

9.12 Movimiento de tierras

La nueva 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 82 de 88	

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.

9.12.1 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 83 de 88	

9.12.2 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 ($f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500 \text{ N/mm}^2$, $f_s > 550 \text{ N/mm}^2$). Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

9.12.3 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 84 de 88	

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.

9.12.4 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 apartamento 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.

9.12.5 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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 85 de 88	

9.12.6 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.

9.12.7 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 86 de 88	

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.

10. Plazo de ejecución de las obras

El plazo de ejecución de las obras definidas en el presente reformado de proyecto de construcción de la nueva subestación Colectora Tan Energy 132/30 kV será de aproximadamente 12 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 sep-21	M2 oct-21	M3 nov-21	M4 dic-21	M5 ene-22	M6 feb-22	M7 mar-22	M8 abr-22	M9 may-22	M10 jun-22	M11 jul-22	M12 ago-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 18. Programa de Ejecución Subestación Eléctrica 132/30 kV Tan Energy.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.01	Revisión: 00
	Página 88 de 88	

11. Resumen del presupuesto


El presupuesto de ejecución por contrata del presente reformado de proyecto asciende a la cantidad de **tres millones novecientos y nueve mil doscientos y nueve con catorce céntimos (3.909.209,14 €)**.

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	244.836,75
2	Suministro de Equipos y Materiales	2.971.254,11
3	Ingeniería, montaje y otros	174.991,45
4	Gestión de residuos	3.974,12
5	Seguridad y Salud	4.255,86
Presupuesto Total de Ejecución Material		3.399.312,29 €
Gastos Generales (9%)		305.938,11 €
Beneficio Industrial (6%)		203.958,74 €
Presupuesto Total de Contrata		3.909.209,14 €

Tabla 19. Resumen de presupuesto.

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, junio de 2022

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 1 de 35	


Documento 2

Memoria de cálculo

Índice general

1. Cálculo de conductores eléctricos desnudos	4
1.1 Objetivos y alcance.....	4
1.2 Normativa aplicable.....	4
2. Embarrados 132/30KV	5
2.1 Objetivo y alcance	5
2.2 Conductores desnudos rígidos 132/30KV.....	5
2.2.1 Cálculo de conductores desnudos flexibles	8
Características de los conductores.....	8
Configuración del conductor	9
Resultado para la posición de transformador 30/132 kV, 250 MVA.....	9
2.3 Conclusión de los resultados obtenidos.....	10
3. Cálculo de cables aislados de Media Tensión.....	11
3.1 Objetivo y alcance	11
3.2 Características de los conductores.....	11
3.3 Protecciones.....	11
3.4 Resultados	12
3.5 Conclusión de los resultados obtenidos.....	13
4. Estudios de Campos Electromagnéticos	14
4.1 Objetivo y alcance	14
4.2 Características de la instalación y datos de cálculo.....	14
4.3 Resultados	15
4.4 Conclusiones.....	18
5. Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra Inferior	19
5.1 Objetivo y alcance	19
5.2 Datos de partida	19
5.2.1 Longitud mínima de la malla de puesta a tierra	21
5.3 Resultados obtenidos	21
5.3.1 Sección mínima del conductor	21
5.3.2 Características de la malla de tierra	22
5.3.3 Tensiones de paso y de contacto máximas admisibles	23
5.3.4 Tensiones de paso y de contacto resultantes en la instalación.....	23
5.4 Criterios de validación	24
5.5 Conclusiones.....	25

6. Estudio de protección contra Rayo	26
6.1 Objetivo y alcance	26
6.2 Cálculo del riesgo de impacto de Rayo y selección del nivel de protección	26
6.2.1 Determinación de la necesidad de protección	26
6.2.1.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (Ne).....	26
6.2.1.2 Cálculo de la frecuencia aceptable de impactos (Na).....	28
6.2.1.3 Conclusiones	30
6.2.2 Selección del nivel de protección	30
6.3 Diseño de la instalación exterior contra rayo.....	30
6.3.1 Tipo de pararrayos a instalar	30
6.3.2 Descripción de la instalación	31
6.3.2.1 Sistema de captación.....	31
6.3.2.2 Localización del sistema de captación	33
6.3.2.3 Sistema de bajada	33
6.3.2.4 Sistema de tomas de tierra	34
6.4 Croquis de la cobertura del pararrayos.....	34
6.5 Conclusiones.....	35

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 4 de 35	

1. Cálculo de conductores eléctricos desnudos

1.1 Objetivos y alcance

Tras las modificaciones descritas en el presente reformado:


- Reducción de las dimensiones de la parcela de la propia subestación.
- Reducción de los equipos correspondientes al parque de AT.
- Reducción de cuatro transformadores de 30/132 KV (50MVA), a un único transformador de 30-30/132 KV (125-125/250) MVA.

En la presente memoria de cálculo se describen los cálculos que se verá modificados del proyecto original presentado “PTA Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”, quedando los cálculos del proyecto original reemplazados por los cálculos de la presente memoria.

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. 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).
- 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.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 5 de 35	

- 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).

2. Embarrados 132/30KV

2.1 Objetivo y alcance

En este apartado, se definen los embarrados tanto rígidos como flexibles para los niveles de tensión 132/30KV, y los cambios derivados del Reformado de proyecto:

- Conductores desnudos rígidos (embarrados):
 - Embarrado rígido principal 132 kV.
 - Embarrado rígido principal 30 kV. (Formado por 2 semiembarrados de 30 kV de cada devanado 125 MVA del nuevo trafo)
- Conductores desnudos flexibles:
 - Cable de interconexión de la aparamenta de 132 kV (intemperie). Es el conductor empleado 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. Es el conductor empleado para conectar eléctricamente la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy con la Subestación elevadora de evacuación Tayan 132/400 kV.

2.2 Conductores desnudos rígidos 132/30KV

Embarrado rígido 132 kV

Tras la nueva configuración de la subestación, el embarrado rígido de 132kV continúa con las mismas características técnicas:

- Aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio (Almelec) AlMgSiO 6063-T6

- 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.

Para este embarrado los aisladores de apoyo 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

Para el embarrado rígido de 30KV en el proyecto original se definió un tubo de aleación de Al de 63/47 mm de diámetro con una Intensidad nominal máxima de 1820 A. Tras la nueva configuración de la subestación este embarrado se ve modificado con las siguientes características:

- Aleación de Aluminio-Magnesio-Silicio (Almelec) AlMgSiO 6063-T6
- Diámetro exterior: 100 mm.
- Diámetro interior: 88 mm.
- Sección: 1772 mm².
- Intensidad nominal máxima: 2.520 A.
- Peso propio unitario 4,78 kg/m.

- Momento de inercia: 196,49 cm⁴.
- Momento resistente: 31,27 cm³.
- Límite de fluencia mínimo del material: 160 N/mm².
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,023 mm/m°C.
- Vano máximo admisible: 12,1 m

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.

Como conclusión de este apartado se incluye los cálculos referentes al nuevo el embarrado de 30 KV, que darán reemplazo a los cálculos del proyecto original.

3.- Esfuerzos en el embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Esfuerzo por viento	F_v (N/m)	67,99
Esfuerzo por peso propio	F_p (N/m)	46,93
Esfuerzo por hielo	F_h (N/m)	0,0
Esfuerzo por cortocircuito	$F_{m,st}$ (N/m)	1.320,0
Frecuencia de vibración del embarrado S/UNE-EN 60865		
Frecuencia de vibración	f_c (Hz)	16,617
Relación de frecuencias (vibración del embarrado vs. frecuencia de la red)	f_c/f	0,332
Factores a tener en cuenta en la vibración del embarrado V_σ y V_r S/UNE-EN 60865		
Factor que tiene en cuenta el efecto dinámico	V_σ	0,803
Factor que tiene en cuenta el reenganche	V_r	1,294
Tensiones de trabajo obtenidas en el embarrado		
Tensión de trabajo por esfuerzo dinámico de cortocircuito	σ_m (N/mm ²)	100,089
Tensión de trabajo en el embarrado por viento	σ_v (N/mm ²)	6,795
Tensión de trabajo en el embarrado por peso propio	σ_p (N/mm ²)	4,690
Tensión de trabajo en el embarrado por hielo	σ_h (N/mm ²)	0,000
Tensión máxima (N/mm ²)	σ_{to}	106,987
Coeficiente de seguridad frente al límite de fluencia S/UNE-EN 60865		
Coeficiente de seguridad	R_{po2} / σ_{to}	1,496
Comprobación del embarrado	$R_{po2} / \sigma_{to} > 1$	Es válido
Comprobación del esfuerzo frente al cortocircuito S/UNE-EN 60865		
Límite de fluencia mínimo del material	R_{po2}	160,000
Factor de resistencia del embarrado por límite de fluencia del material	$q \cdot R_{po2}$	216,434
Comprobación del embarrado	$\sigma_{to} < q \cdot R_{po2}$	Es válido

Tabla 1. Nuevo cálculo del embarrado rígido principal 30 kV. Esfuerzos que se ejercerán sobre el embarrado.

4.- Esfuerzos sobre los aisladores de soporte	Símbolo (unidad)	Valor
Fuerza del viento sobre el embarrado	F_v (N/m)	67,99
Fuerza de cortocircuito del embarrado	$F_{m,d}$ (N/m)	1.533,96
Suma de los esfuerzos del embarrado (viento + cortocircuito)	F_t (N)	3.003,66
Esfuerzo que ejerce el embarrado sobre el aislador	F_t' (N)	3.543,64
Fuerza del viento sobre el aislador	F_{va} (N)	23,26
Fuerza total sobre el aislador	FT (N)	3.566,90
Coefficiente de seguridad del aislador según su carga de rotura a flexión	$C_{flexión}/FT$	1,68
	$\mu Es Cseg > 1,5?$	Es válido

Tabla 2. Nuevo cálculo del embarrado rígido principal 30 kV. Esfuerzos que se ejercerán sobre los aisladores.

5.- Flecha en el embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Flecha resultante	f (cm)	0,12
6.- Elongación del embarrado	Símbolo (unidad)	Valor
Elongación resultante	Δl (mm)	5,18
7.- Esfuerzo térmico de cortocircuito	Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad térmica en cortocircuito	I_{th} (kA)	62,77
Capacidad térmica del embarrado	$I_{th,adm}$ (kA)	148,19
Comprobación	$I_{th} < I_{th,adm}$	Es válido
8.- Efecto corona	Símbolo (unidad)	Valor
Tensión crítica disruptiva	U_c (kV)	249,03
Tensión más elevada de la Red	U_m	36,00
Comprobación	$U_c > U_m$	Es válido
9.- Intensidad nominal en régimen permanente	Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad nominal en embarrado	I_n (A)	2.405,63
Intensidad nominal máxima	$I_{n,m\acute{a}x}$ (A)	2.520,00
Comprobación	$I_n < I_{n,m\acute{a}x}$	Es válido

Tabla 3. Nuevo cálculo del embarrado rígido principal 30 kV. Resultados de validación.


2.2.1 Cálculo de conductores desnudos flexibles

Características de los conductores

Tras la nueva configuración de la subestación, el embarrado flexible continúa con las mismas características técnicas, pero con una configuración de conductor dúplex en toda la posición de transformación y una distancia entre fases de 3,5 m.

Las principales características técnicas del conductor flexible empleado en la interconexión de la apartameta y equipos de 132 kV en el parque intemperie serán:

- Designación: 767-AL1 (Gladiolus).
- Material: aluminio.
- Diámetro: 36 mm.
- Sección: 765,35 mm².
- Formación: duplex.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 9 de 35	

- 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.

Configuración del conductor

Tras la nueva configuración de la subestación las nuevas condiciones de instalación del conductor son:

- Distancia entre fases considerada: 3,5 m.
- Número de conductores por fase: 2 (duplex).

Se han tenido en cuenta los mismos criterios de cálculo definidos en el proyecto original para la justificación técnica del embarrado:

- 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.

Considerando la barra correspondiente a la fase central, por ser esta la más afectada desde el punto de vista de esfuerzos de cortocircuito.

Resultado para la posición de transformador 30/132 kV, 250 MVA

Los resultados electromecánicos obtenidos del conductor flexible dúplex que se conectará a la posición de transformador son los siguientes:


2.- Cálculos de corriente de cresta		Símbolo (unidad)	Valor
Intensidad de cresta, S/CEI 60909		I_p (kA)	61,73
3.- Esfuerzos en el embarrado		Símbolo (unidad)	Valor
Esfuerzo por viento		F_v (N/m)	67,99
Esfuerzo por peso propio		F_p (N/m)	46,93
Esfuerzo por hielo		F_h (N/m)	0,0
Esfuerzo por cortocircuito		$F_{m, st}$ (N/m)	1.320,0
Frecuencia de vibración del embarrado S/UNE-EN 60865			
Frecuencia de vibración		f_c (Hz)	16,617
Relación de frecuencias (vibración del embarrado vs. frecuencia de la red)		f_c/f	0,332
Factores a tener en cuenta en la vibración del embarrado V_σ y V_r S/UNE-EN 60865			
Factor que tiene en cuenta el efecto dinámico		V_σ	0,803
Factor que tiene en cuenta el reenganche		V_r	1,294
Tensiones de trabajo obtenidas en el embarrado			
Tensión de trabajo por esfuerzo dinámico de cortocircuito		σ_m (N/mm ²)	100,089
Tensión de trabajo en el embarrado por viento		σ_v (N/mm ²)	6,795
Tensión de trabajo en el embarrado por peso propio		σ_o (N/mm ²)	4,690
Tensión de trabajo en el embarrado por hielo		σ_h (N/mm ²)	0,000
Tensión máxima (N/mm ²)		σ_{10}	106,987
Coefficiente de seguridad frente al límite de fluencia S/UNE-EN 60865			
Coeficiente de seguridad		R_{po2} / σ_{10}	1,496
Comprobación del embarrado		$R_{po2} / \sigma_{10} > 1$	Es válido
Comprobación del esfuerzo frente al cortocircuito S/UNE-EN 60865			
Límite de fluencia mínimo del material		R_{po2}	160,000
Factor de resistencia del embarrado por límite de fluencia del material		$q \cdot R_{po2}$	216,434
Comprobación del embarrado		$\text{¿Es } \sigma_{10} < q \cdot R_{po2}?$	Es válido

Tabla 4. Cálculo del conductor desnudo flexible de 132 kV. Resultados para la posición de transformador (250 MVA).

2.3 Conclusión de los resultados obtenidos

Como se puede apreciar tanto en el nuevo embarrado rígidos de 30 kV como la nueva configuración de conductores desnudos flexibles de 132 kV se cumple con todos los requisitos de diseño establecidos para la nueva posición de transformador proyectada.

Como conclusión de este apartado estos cálculos darán reemplazo a los cálculos del proyecto original.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 11 de 35	

3. Cálculo de cables aislados de Media Tensión

3.1 Objetivo y alcance

En este apartado, se define 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:

- Conexión de las celdas de líneas de MT con el transformador 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.

Tras la nueva configuración de la subestación y teniendo en cuenta los mismos criterios de diseño y normativa descrita en el proyecto inicial se incluyen las características y los nuevos resultados obtenidos.

3.2 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.

3.3 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 (T1-1) 1250 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T1-2) 1250 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T1-3) 1250 A
 - Celdas de línea – transformador de potencia (T1-4) 1250 A
- Corriente asignada de corte en cortocircuito 25 kA

3.4 Resultados

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

- Línea Celdas MT – Transformador T1-1: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas MT – Transformador T1-2: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas MT – Transformador T1-3: 2 ternas de cables unipolares aislado RHZ1-S 18/30 kV 2x[3(1x500)] mm² AL H16 OL.
- Línea Celdas MT – Transformador T1-4: 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.

Origen	Destino	Tensión nominal de la red (kV)	Categoría de la red (A, B, C)	Celda auxiliar para obtener la fila del nivel de aislamiento	Tensión asignada del cable U ₀ U (kV)	Tensión soportada a impulsos U ₀ U (kV)	Potencia instalada (kW)	Longitud (m)	Coefficiente de simultaneidad	Factor de arranque	Rendimiento mecánico %	Potencia cálculo (kW)	cos ϕ	Potencia cálculo (kVA)	$\Delta V_{\text{máximo}}$ (%)	Caída de tensión prevista (kV)
Celdas MT	T1-1	30	A	13	18/30	170	43.500	45	1,00	1,00	100	43.500	1,00	43.500,00	0,5%	0,15
Celdas MT	T1-2	30	A	13	18/30	170	43.500	55	1,00	1,00	100	43.500	1,00	43.500,00	0,5%	0,15
Celdas MT	T1-3	30	A	13	18/30	170	43.500	65	1,00	1,00	100	43.500	1,00	43.500,00	0,5%	0,15
Celdas MT	T1-4	30	A	13	18/30	170	43.500	75	1,00	1,00	100	43.500	1,00	43.500,00	0,5%	0,15
Celdas MT	TPSA 1	30	A	13	18/30	170	250	15	1,00	1,00	100	250	1,00	250,00	0,5%	0,15
Celdas MT	TPSA 2	30	A	13	18/30	170	250	15	1,00	1,00	100	250	1,00	250,00	0,5%	0,15


Tabla 5. Resultados conductores MT aislados I.

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 -	Intensidad máxima admisible del cable obtenido (A) - Aluminio -	Factor de carga del cable obtenido - Aluminio -	Caída de Tensión Real (en V) - Aluminio -	ΔV (en %) - Aluminio -	Criterio de cortocircuito - Aluminio -	Obtención de las secciones normalizadas (reglamento o fabricante) - Aluminio -
Celdas MT	T1-1	1.150	265,96	13,16	2x[3(1x500)]	1346	85,20%	1,97	0,00658%	CABLE VÁLIDO	RLAT
Celdas MT	T1-2	1.150	265,96	16,08	2x[3(1x500)]	1346	85,20%	2,41	0,00804%	CABLE VÁLIDO	RLAT
Celdas MT	T1-3	1.150	265,96	19,01	2x[3(1x500)]	1346	85,20%	2,85	0,00950%	CABLE VÁLIDO	RLAT
Celdas MT	T1-4	1.150	265,96	21,93	2x[3(1x500)]	1346	85,20%	3,29	0,01097%	CABLE VÁLIDO	RLAT
Celdas MT	TPSA 1	145	265,96	0,03	3(1x300)	520	1,10%	0,01	0,00004%	CABLE VÁLIDO	RLAT
Celdas MT	TPSA 2	145	265,96	0,03	3(1x300)	520	1,10%	0,01	0,00004%	CABLE VÁLIDO	RLAT

Tabla 6. Resultados conductores MT aislados II.

3.5 Conclusión de los resultados obtenidos

Como conclusión de este apartado se incluye los cálculos referentes al cableado aislado de MT, que darán reemplazo a los cálculos del proyecto original, cumpliendo con todos los requisitos de diseño establecidos para la nueva posición de transformador proyectada.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 14 de 35	

4. Estudios de Campos Electromagnéticos

4.1 Objetivo y alcance

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en 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.

Para el caso de este reformado, se han tenido en cuenta los mismos criterios de diseño y normativa descrita en el proyecto inicial, y se incluyen a continuación las características y los nuevos resultados del estudio de campos electromagnéticos

4.2 Características de la instalación y datos de cálculo

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

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

Se considera un estado de carga del transformador aportando el máximo de su capacidad, siendo este el caso más desfavorable.

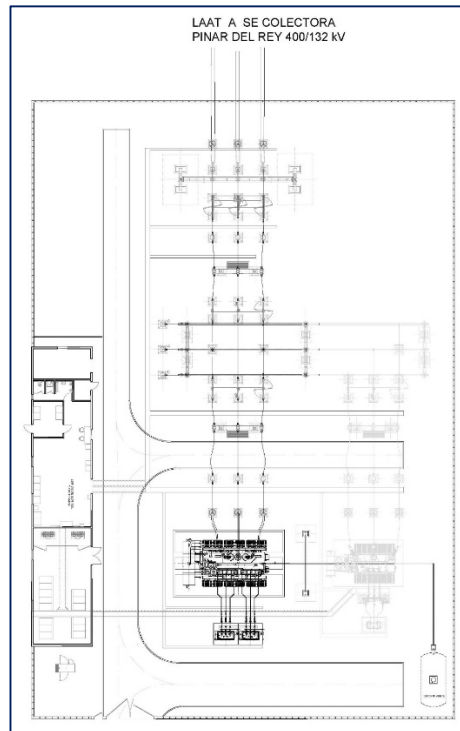


Ilustración 1. Nueva Planta Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy.

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.

4.3 Resultados

La nueva 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 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 **14,92 μ T**.

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

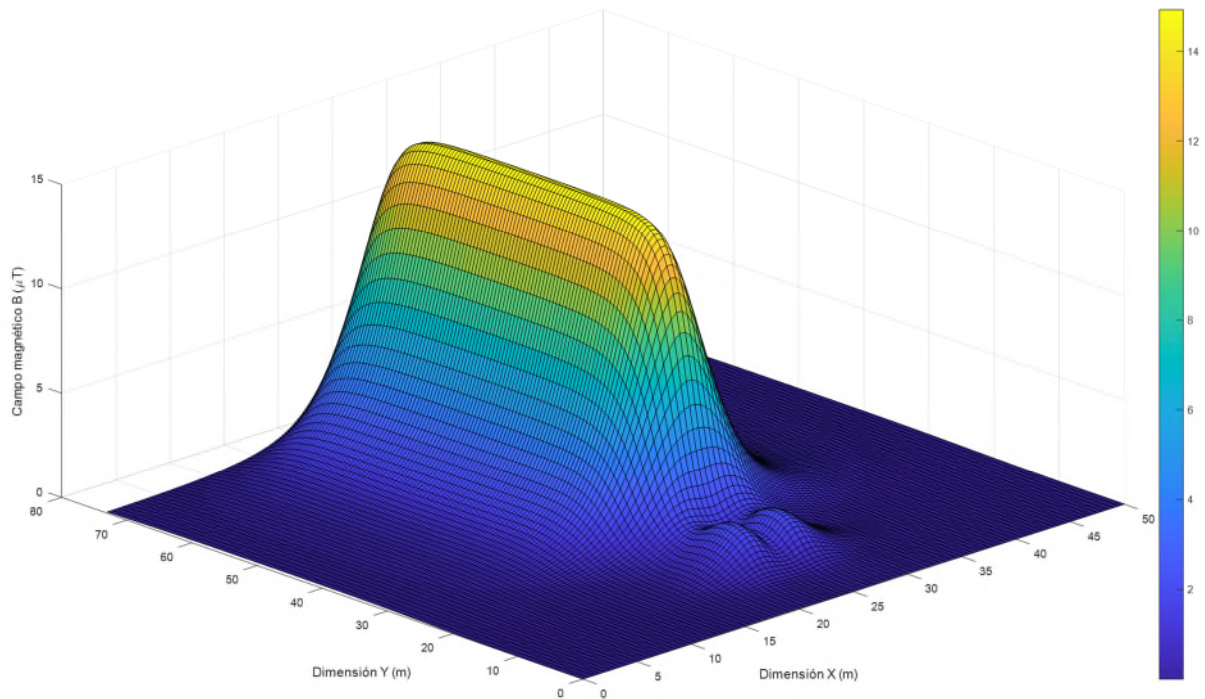


Ilustración 2. Distribución del campo magnético en la SET.

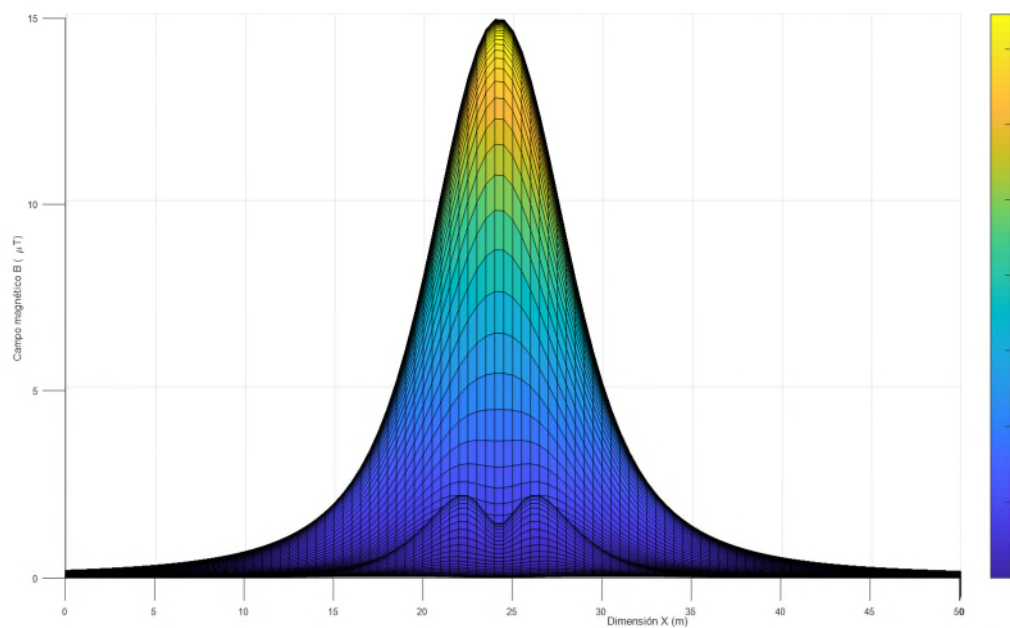


Ilustración 3. Distribución del campo magnético en la SET. Plano X-Z.

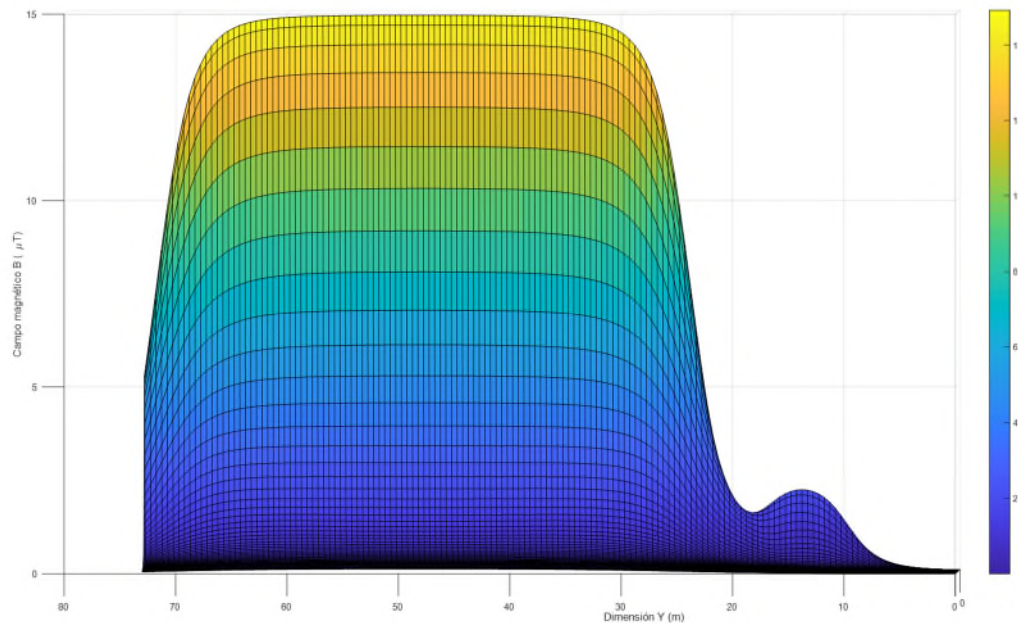


Ilustración 4. Distribución del campo magnético en la SET. Plano Y-Z.

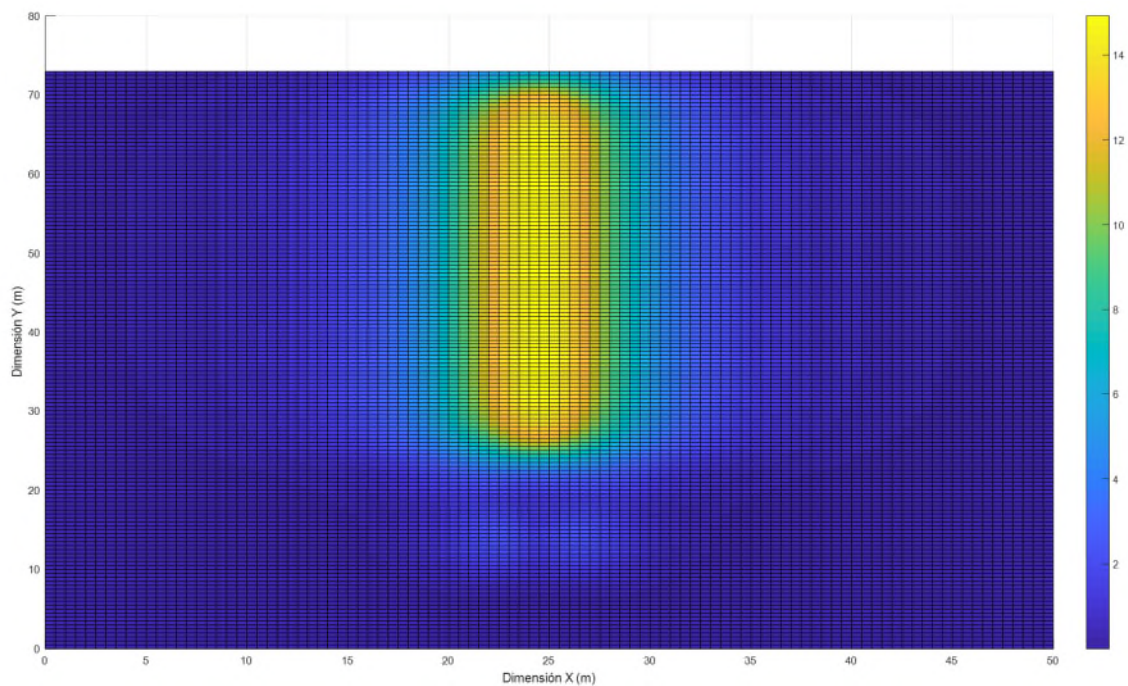


Ilustración 5. Distribución del campo magnético en la SET. Plano X-Y.

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.

0,04587916	0,07932133	0,15981483	0,44843235	1,7833072	2,20171252	1,19956227	0,30769037	0,12550273	0,06603164	0,03948886
0,08476781	0,16979878	0,41611525	1,37506099	5,75217587	11,1595235	3,71709365	0,91202623	0,30619153	0,1342891	0,07032479
0,11862725	0,24275995	0,59589732	1,88037328	7,61916528	14,2393037	4,90120705	1,27312519	0,43986376	0,19093722	0,09761737
0,13885018	0,27537544	0,6415742	1,93634854	7,94289927	14,5454543	5,08916181	1,32224791	0,4821741	0,21922735	0,11491769
0,14751435	0,28349744	0,64171247	1,93285417	8,00888469	14,5930115	5,1280112	1,31585447	0,48579643	0,2280618	0,12307182
0,1500931	0,28409616	0,6377179	1,92929784	8,02456099	14,6031608	5,13739796	1,31043592	0,48336372	0,22958012	0,12580094
0,14981117	0,28395772	0,63797767	1,92957414	8,023442	14,6024189	5,13673275	1,31084098	0,48348439	0,22936704	0,12551751
0,14638908	0,28248016	0,64185236	1,93351786	8,00327319	14,5890825	5,12469958	1,31682032	0,48545093	0,22692254	0,12202067
0,13617223	0,27129853	0,63743766	1,93396026	7,91759842	14,5248361	5,07446556	1,3198655	0,47770906	0,21556006	0,11263978
0,11405833	0,23254018	0,57349573	1,83921535	7,473842	14,0661286	4,81493763	1,23834246	0,42212518	0,18300157	0,09403577
0,07995333	0,15610602	0,36998147	1,19030551	5,02467813	9,55506888	3,23077063	0,79391054	0,27521495	0,12458175	0,06675041
0,04414384	0,07441371	0,14410591	0,40525541	1,61188227	1,70784249	1,10709401	0,27525908	0,11473572	0,06259265	0,03821287
0,01894366	0,02937698	0,06245573	0,20086659	1,31738818	1,66325309	0,73092816	0,1316048	0,04762012	0,02502702	0,01714477
0,00823227	0,0161711	0,03345612	0,11852877	0,80625166	1,01652185	0,45215936	0,07190063	0,02646105	0,01293891	0,00700213
0,00797015	0,01487692	0,0260387	0,0561479	0,15447758	0,11273199	0,12146723	0,0421846	0,02184083	0,01236164	0,00642333
0,00840178	0,01367428	0,02148265	0,03327323	0,03668688	0,0171043	0,03908342	0,0293422	0,01871096	0,01181958	0,00712484


Ilustración 6. Resultados del campo magnético con un paso de 5 m.

4.4 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 μ T, 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 μ T) para el campo magnético a la frecuencia de red a 50Hz.

Como conclusión de este apartado, los resultados aquí presentados darán reemplazo a los cálculos del proyecto original, cumpliendo con todos los requisitos de diseño establecidos para la nueva posición única de transformador proyectada.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 19 de 35	

5. Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra Inferior

5.1 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.

Tras la nueva configuración de la subestación y teniendo en cuenta los mismos criterios de diseño y normativa descrita en el proyecto inicial se incluyen las características y los valores resultado tras el cambio de transformador para el cableado de Media tensión.

5.2 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.

Tras la nueva configuración estos son los datos de partida:

Cálculo Red de Tierra inferior			
1.- Datos de Partida	Símbolo	Valor	Unidad
1.1- Datos de la instalación			
- Tensión nominal de la red	U_n	132	kV
- Intensidad de cortocircuito a tierra para cálculo de S (corriente de defecto a tierra)	I_D	9,2	kA
- Coeficiente de reducción	K_ϕ	0,85	
- Intensidad de cortocircuito a tierra para cálculo de U (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	$^{\circ}C$
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	$L2$	55,00	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	4.235,00	m^2
- Perímetro de la malla, Le	P, Le	264,00	m
- N° de conductores en la dirección 1	$N1$	21	
- N° de conductores en la dirección 2	$N2$	15	
- Número de picas	N_p	10	
- Longitud de picas	L_p	2,00	m
1.3- Características de los conductores			
- Material del Cable		Cobre	
- Densidad admisible del conductor	δ	160,00	A/mm^2
- Temperatura máxima admisible del conductor	T_m	1083,00	$^{\circ}C$
- Temperatura final del conductor debido al cortocircuito	T_{max}	200,00	$^{\circ}C$
- 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	$J/(cm^3 \cdot ^{\circ}C)$
- Coeficiente de Resistividad Térmica a 20 $^{\circ}C$ del conductor	α_t	0,00	$1/^{\circ}C$
- Resistividad del conductor a 20 $^{\circ}C$	ρ_t	1,72	$\mu\Omega/cm$
- Constante K_0 del cable	K_0	234,00	

Tabla 7. Resultados PAT inferior.

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.

5.2.1 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.

5.3 Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los nuevos resultados obtenidos según los criterios de cálculos.

5.3.1 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 1. Cálculo de la sección del conductor.

5.3.2 Características de la malla de tierra

A continuación, se presentan las nuevas 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	55	m
- Longitud debido a geometría irregular	L_{ir}	0,00	m
- Longitud de la Malla Principal	L_{mp}	2.442,00	m
- Longitud debida a las Picas	L_{pi}	20,00	m
- Longitud total real de cable enterrado (sin picas)	L_r	2.442,00	m
- Longitud total real de cable enterrado (con picas)	L_{rp}	2.462,00	m
3.2- Resistencia de la malla			
- Resistencia de la malla según IEEE 80-2000	R_g	0,714	Ω
- Resistencia de la malla según RAT	R_g	0,722	Ω
3.3- Media geométrica de los conductores			
- Factor n_a	n_a	18,50	
- Factor n_b	n_b	1,01	
- Factor n_c	n_c	1,00	
- Factor n_d	n_d	1,00	
- Factor geométrico de la malla n	n	18,63	
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	0,722	Ω
- Máxima elevación del Potencial de Malla	V_m	5.642,33	V
3.6- Longitud de la malla mínima (IEEE 80-2000)			
- Longitud efectiva de la malla mínima necesaria según la tensión de contacto	$L_{M,m}$	1.846,648	m
- Longitud efectiva de la malla mínima necesaria según la tensión de paso	$L_{S,m}$	439,455	m

Tabla 9. Características de la malla de tierra propuesta.

5.3.3 Tensiones de paso y de contacto máximas admisibles

A continuación, se calculan las nuevas 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	ρ_{sr}	2.379,31	$\Omega \cdot m$
- Resistencia del calzado	R_{at}	2.000	Ω
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 2. Tensiones máximas admisibles.

5.3.4 Tensiones de paso y de contacto resultantes en la instalación

Una vez obtenidas las tensiones máximas admisibles, se calculan las nuevas 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_{hi}	K_{hi}	1,26	
- Factor de irregularidades K_i	K_i	3,401	
- Cálculo del factor de geometría K_M	K_M	0,520	
- Cálculo del factor K_S	K_S	0,414	
- Longitud efectiva de malla para el cálculo de V_{cr}	L_M	2.473,52	m
- Longitud efectiva de malla para el cálculo de V_{pr}	L_S	1.848,50	m
5.2- Cálculo de las tensiones resultantes			
- Tensión de Paso Resultante	V_{pr}	595,76	V
- Tensión de Contacto Resultante	V_{cr}	559,58	V

Tabla 11. Tensiones de paso y de contacto resultantes.

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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

5.4 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 5.3.1 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.

Tabla 3. Validación del electrodo. Sección del conductor.

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	
				Válido
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}	595,76	V	
				Válido
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}	559,58	V	
				Válido
6.4 Longitud mínima efectiva de la malla de puesta a tierra				
- Longitud efectiva de malla mínima según tensión de paso	$L_{s,m}$	439,45	m	$L_{s,m} < L_s$
- Longitud efectiva de malla según tensión de paso	L_s	1.848,50	m	
- Longitud efectiva de malla mínima según tensión de contacto	$L_{M,m}$	1.846,65	m	$L_{M,m} < L_M$
- Longitud efectiva de malla según tensión de contacto	L_M	2.473,52	m	
				Válido


Tabla 4. Validación del electrodo.

5.5 Conclusiones

Como conclusión de este apartado se incluye los cálculos referentes a la puesta a tierra inferior que darán reemplazo a los cálculos del proyecto original, cumpliendo con todos los requisitos de diseño establecidos para la nueva posición de transformador proyectada.

Siendo el electrodo de puesta a tierra una malla de conductores de cobre desnudos de 95 mm² de sección, con la siguiente disposición geométrica:

- Profundidad de enterramiento: 0,6 m.
- Dimensiones: 77 x 55 m.
- Separación media entre conductores:
 - Dirección 1: 4,0 m.
 - Dirección 2: 4,0 m.
- Número de picas: 10.
- Longitud de las picas: 2 m.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 26 de 35	

6. Estudio de protección contra Rayo

6.1 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.

Tras la nueva configuración de la subestación y teniendo en cuenta los mismos criterios de diseño y normativa descrita en el proyecto inicial se incluyen los resultados del nuevo estudio de protección contra Rayo.

6.2 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 .

6.2.1 Determinación de la necesidad de protección

6.2.1.1 Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (N_e)

En primer lugar, se calcula la frecuencia esperada de impactos, N_e :

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ (nº de impactos por año)}$$

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 . 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 .

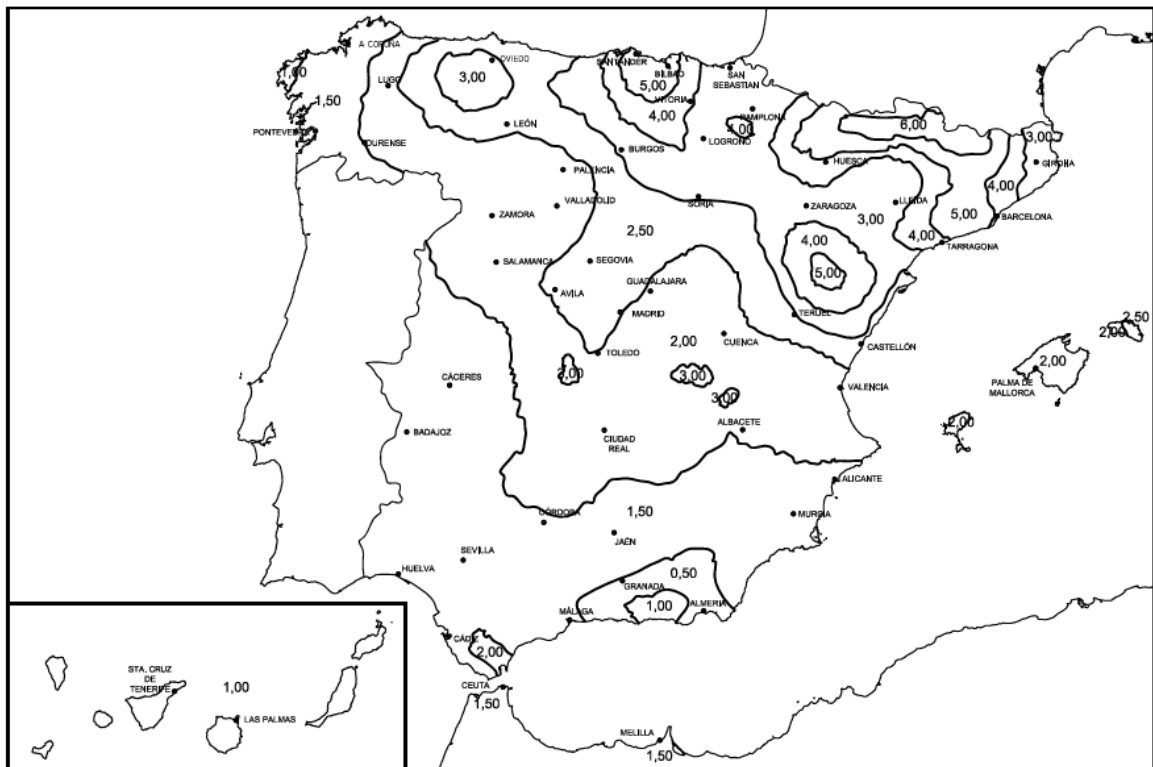



Ilustración 7. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng. Fuente: CTE SUA-8.

De acuerdo con la norma UNE-EN 62305-2, esta superficie se calcula según:

$$A_{\rho} = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L + W) + 9 \cdot \pi \cdot H^2$$

Donde:

- L: longitud de la instalación en la dirección horizontal (m).
- W: longitud de la instalación en la dirección vertical (m).

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 28 de 35	

- 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 5. 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, tras la nueva configuración:
 - Altura = 16,00 metros.
 - Longitud = 75,00 metros.
 - Anchura = 50,00 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: $N_e = 0,04597$ impactos por año.

6.2.1.2 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 .

Tabla 1.2 Coeficiente C_2			
	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

Tabla 1.3 Coeficiente C_3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C_4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C_5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 14. 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.

6.2.1.3 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.

6.2.2 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 15. Nivel de protección en función de la eficiencia requerida. Fuente: CTE SUA-8.


Por lo que el nivel de protección correspondiente es: Nivel 2.

6.3 Diseño de la instalación exterior contra rayo

6.3.1 Tipo de pararrayos a instalar

Se dará protección a la estructura mediante la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado electropulsante DAT CONTROLLER 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

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 31 de 35	

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.

6.3.2 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.

6.3.2.1 Sistema de captación

Consistirá en un pararrayos modelo DAT CONTROLLER 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 μs						
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 10/350μs)						
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 8. Tabla Datos Técnicos y Radios Protección DAT CONTROLLER 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 9. Sistema de captación DAT CONTROLLER 60.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 33 de 35	

6.3.2.2 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 10. Contador de descargas.

6.3.2.3 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.

6.3.2.4 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.

6.4 Croquis de la cobertura del pararrayos

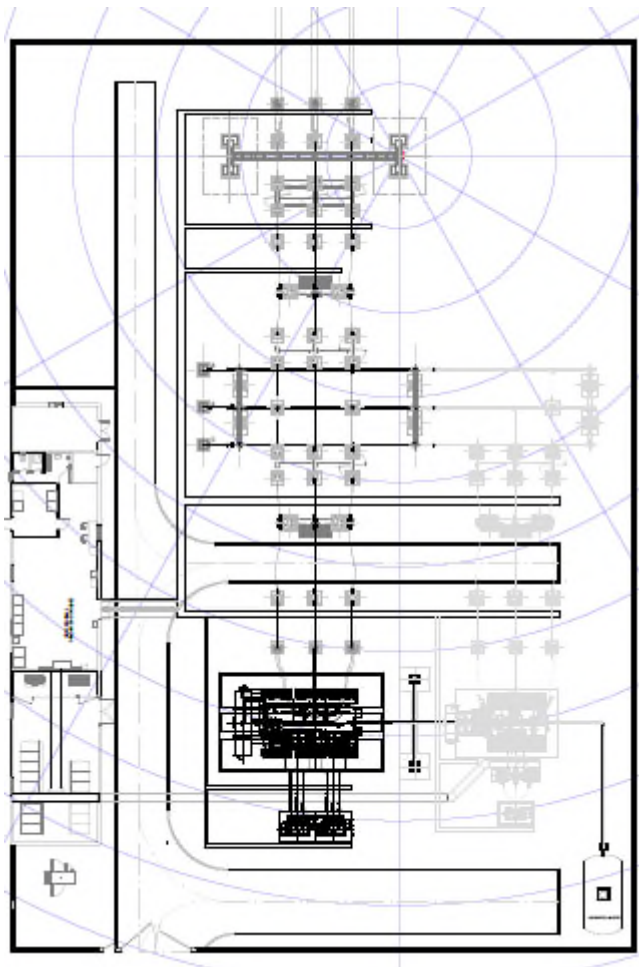



Ilustración 11. Situación del pararrayos y curvas de nivel de protección.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-MER-309.00.02	Revisión: 00
	Página 35 de 35	

6.5 Conclusiones


Como conclusión de este apartado se incluyen todos los cálculos referentes a la puesta a tierra superior que darán reemplazo a los cálculos del proyecto original, cumpliendo con todos los requisitos de diseño establecidos para la nueva posición de transformador proyectada.

El Ingeniero Técnico Industrial,
 Juan Carlos Cortés Rengel,
 Colegiado COPITIMA 3832
 Málaga, junio de 2022

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 1 de 55	

Documento 3

Pliego de condiciones

 Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 2 de 55	

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

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “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: Reformado al PTA "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, impartiendo, 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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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 terminirlas en los

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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.

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 27 de 55	

- 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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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.

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.01	Revisión: 00
	Página 30 de 55	

TIPO DE HORMIGÓN	Fck (N/mm ²)	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.

Tabla 3.5 Dosificación de morteros tipo. Partes en volumen de sus componentes						
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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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 envoltentes 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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA “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 sobreanchos 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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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.

 Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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/Ila ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días).
- Hormigón HM-20/P/40/Ila.
- Hormigón HM-10/P/40/Ila.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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.

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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: Reformado al PTA "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, junio de 2022

Documento 4

Estudio de seguridad y salud

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 2 de 6	

Índice general

1. Objeto	3
2. Alcance	4
3. Presupuesto de seguridad y salud	4

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.

Tras las modificaciones descritas en el presente reformado:

- Reducción de las dimensiones de la parcela de la propia subestación.
- Reducción de los equipos correspondientes al parque de AT.
- Reducción de cuatro transformadores de 132/30 KV (50MVA), a un único transformador de 132/30-30 KV (250/125-125) MVA.

En este documento se actualizará la valoración del presupuesto del estudio de seguridad y salud tras las modificaciones anteriormente descritas manteniendo todos los requisitos de la memoria de seguridad del proyecto original, así como todas las prescripciones técnicas descritas en el pliego de condiciones de seguridad y salud del Proyecto Técnico Administrativo ya presentado, en lo relacionado con el marco de la Seguridad y Salud.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.02	Revisión: 00
	Página 4 de 6	

2. Alcance

Las medidas contempladas para 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.

En la memoria del Proyecto Técnico Administrativo ya presentado se describen todas las condiciones generales del trabajo y las actividades concretas a realizar, así como el análisis de todos los riesgos previsibles y las actuaciones encaminadas para evitarlos y se establecen los medios asistenciales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes que pudieran producirse. Así como el Pliego de Condiciones con las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos y las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

3. 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	Csote (€)	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.	3	22,16	66,48
	Sub-Total:			66,48
2	Equipos de protección personal			
	Casco de seguridad homologado.	11	1,57	17,27
	Par de botas de cuero de seguridad.	11	21,74	239,14
	Par de guantes con aislamiento eléctrico homologado.	11	4,04	44,44
	Protector auditivo antirruído.	11	12,11	133,21
	Gafas antipolvo y antiimpacto, homologadas.	11	8,49	93,39
	Chaleco reflectante con bandas de señalización homologado.	11	9,28	102,08
	Ud. cinturón de seguridad doble cierre, homologado, s/ N.T.R. MT-13, 21 y 22.	5	28,15	140,75
	Sub-Total:			770,28
3	Equipos de protección colectiva			
	Reconocimiento médico obligatorio para todo el personal de la obra, por facultativo autorizado.	11	57	627
	Formación en seguridad e higiene en el trabajo.	11	14,38	158,18
	Sub-Total:			785,18
4	Señalización			
	Placas identif. de peligros y señalización, compuesta por: 12 botiquín, 10 usos obligatorios, 10 señalización evacuación, 25 otros usos.	17	13,76	233,92
	Sub-Total:			233,92
5	Instalación provisional de servicios en obra			
	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en	7,5	320	2.400

Seguridad y salud				
Ítem.	Descripción	Cantidad	Csote (€)	Total (€)
	obra, de dimensiones 3,45x2,05x2,30 m (7,00 m²), 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:			2.400
Resumen de presupuesto				
	Total presupuestado			4.255,86

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, junio de 2022

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 1 de 10	

Documento 5

Gestión de residuos

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 2 de 10	

Índice general

1. Objetivo y ámbito de aplicación. 3

2. Legislación nacional..... 3

2.1 Residuos. 3

2.2 Vertidos. 4

2.3 Emisiones..... 5


2.4 General..... 5

3. Descripción de la obra. 7

4. Requisitos ambientales..... 7

4.1 Estimación de residuos a generar 7

4.2 Valoración del coste previsto de gestión..... 9

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 3 de 10	

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.

Tras las modificaciones descritas en el presente reformado:


- Reducción de las dimensiones de la parcela de la propia subestación.
- Reducción de los equipos correspondientes al parque de AT.
- Reducción de cuatro transformadores de 132/30 KV (50MVA), a un único transformador de 132/30-30 KV (250/125-125) MVA.

En este documento se actualizan los valores en materia de la gestión de residuos tras las modificaciones anteriormente descritas manteniendo todos los requisitos medioambientales del proyecto original, así como todas las prescripciones técnicas descritas en el pliego del Proyecto Técnico Administrativo ya presentado en lo relacionado con el marco de la gestión de residuos.

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


	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 4 de 10	

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.
- 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.

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 5 de 10	


- 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.

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)

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 6 de 10	

- 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: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 7 de 10	

3. Descripción de la obra.

Las características generales para el proyecto de la Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy, tras las modificaciones del presente reformado 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 3.750 m2
- Tiempo estimado ejecución: 12 meses.

Para más detalles se puede consultar la memoria descriptiva y planos del presente reformado de proyecto.

4. Requisitos ambientales.

Se manteniendo todos los requisitos medioambientales descritos en el proyecto original para las actividades relacionadas con la gestión de residuos, actualizándose la estimación y valoración de residuos a generar teniendo en cuenta las modificaciones descritas en el presente reformado de proyecto.

4.1 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	Plásticos (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	Trapos 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

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 9 de 10	

4.2 Valoración del coste previsto de gestión

Tenido en cuenta las modificaciones descritas en el presente reformado de proyecto, se muestra en siguiente tabla una estimación de los costes de la nueva gestión de los residuos.

Gestión Residuos					
Ítem.	Tipo de Residuo	Código	Unidad	Cantidad	Total (€)
1	Excedentes de excavación	170101	m ³	632,98	3.164,79
2	Restos de hormigón	170101	m ³	4,08	45,44
3	Lodos Fosas Sépticas	200304	kg	611,83	26,94
4	Papel y cartón	200101	kg	59,26	0,99
5	Maderas	170201	kg	787,34	23,55
6	Plásticos (envases y embalajes)	170203	kg	54,60	1,70
7	Chatarras metálicas	170405	kg	781,55	4,65
		170407			
		170401			
		170402			
8	Restos asimilables a urbanos	200301	kg	72,37	0,23
9	Restos asimilables a urbanos. Contenedor Amarillo: metales y plásticos	150102	kg	73,68	0,30
		150104			
		150105			
		150106			
10	Trapos impregnados	150202	kg	6,88	15,15
11	Tierras contaminadas	170503	m ³	3,70	111,36
12	Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110	kg	13,63	32,68
		150111			
13	Aceites usados (hidráulicos)	1302__	kg	0,00	0,00
14	Residuos vegetales (podas y talas)	200201	kg	390,24	546,34
		Total			3.974,12

	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-GEN-309.00.03	Revisión: 00
	Página 10 de 10	


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.

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, junio de 2022

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-BUD-309.00.01	Revisión: 00
	Página 1 de 7	

Documento 6

Presupuesto

 ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA “Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy”	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-BUD-309.00.01	Revisión: 00
	Página 2 de 7	

Índice general

1.	Presupuesto	3
2.	Resumen del presupuesto	7

1. Presupuesto

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (€)	Costo Total (€)
Obra Civil					
1	Movimiento de tierras				
	Poda y desbroce superficial	pa	1	5.777,76	5.777,76
	Excavación manual en material suelto	pa	1	6.955,61	6.955,61
	Relleno compactado manual con material propio	pa	1	6.633,95	6.633,95
	Eliminación de material excedente	pa	1	5.137,45	5.137,45
	Colocación de material grava	pa	1	3.136,55	3.136,55
	Sub-Total:				27.041,32
2	Bancada transformadores				
	Ejecución bancada transformador principal incluyendo carril	ud	1	17.306,31	17.306,31
	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	23.085,00	23.085,00
	Sub-Total:				65.139,90
3	Canalización eléctrica y drenajes				
	Excavación zanja, relleno para tendido drenaje inferior, incluyendo parte proporcional de arquetas	pa	1	6.646,06	6.646,06
	Sub-total:				6.646,06
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					
Item	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	27.532,89	27.532,89
	Sub-total:				27.532,89
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	4.611,57	4.611,57
	Sub-total:				4.611,57
	Total de Obra civil				244.830,75
Suministro de Equipos y Materiales					
7	Suministro de equipos y materiales 132 kV				
	Transformador de potencia 132/30 kV 250 MVA, ONAN; inc t.c. en bushings, tablero de regulación automática y tablero de medición y protección.	ud	1	1.690.500,00	1.690.500,00
	Transformador de intensidad 132 kV	ud	6	9.314,69	55.888,11
	Transformador de tensión 132 kV	ud	6	8.550,00	51.300,00
	Interruptor tripolar 132 kV - 3150A SF6	ud	2	136.688,67	273.377,34
	Autovalvula 132 kV -10kA	ud	6	5.850,00	35.100,00
	Aislador de apoyo 132 kV	ud	8	808,16	6.465,24
	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	2	17.059,18	34.118,35
	Sistema de embarrado y conexiones 132 kV	pa	1	27.810,00	27.810,00
	Estructura metálica	pa	1	37.845,00	37.845,00
	Sub-Total:				2.229.403,22

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	2	17.296,51	34.593,01
	Aislador C6-170	ud	12	81,00	972,00
	Autoválvula 30kV – 10kA	ud	6	1.350,00	8.100,00
	Seccionador 36kV – 1600A – 31,5kA	ud	2	3.462,74	6.925,48
	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	6	19.106,82	114.640,92
	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	1	19.106,82	19.106,82
	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:				298.521,95
9	SSAA, paneles de control, protección y medición				
	Armario de protección de trafo UCP	ud	2	33.257,97	66.515,94
	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	17.955,00	17.955,00
	Sub-Total:				415.241,44

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	14.864,69	14.864,69
	Sistema de puesta a tierra superior, con conductor de cobre, incluyendo las conexiones, soportes y pararrayos activos	pa	1	4.339,44	4.339,44
	Sub-Total:				19.204,13
11	Alumbrado exterior				
	Columnas, proyectores estancos, derivaciones, cajas, cables y tubos	pa	1	8.823,38	8.823,38
	Sub-total:				8.823,38
	Total de Suministria, Equipos y Materiales				2.970.768,11
Ingeniería, Montaje y Otros					
12	Servicios varios				
	Servicios auxiliares obra, vigilancia, almacenamiento y transporte	pa	1	52.290,00	52.290,00
	Sub-total:				52.290,00
13	Montaje electromecánico				
	Montaje electromecánico equipos y estructuras	pa	1	92.181,47	92.181,47
	Sub-total:				92.181,47
14	Ingeniería, pruebas y puesta en servicio				
	Ingenierías de obra civil y eléctricas (control y protecciones)	pa	1	21.304,88	21.304,88
	Pruebas y puesta en servicio, incluyendo legalizaciones	pa	1	9.215,10	9.215,10
	Sub-total:				30.519,98
	Total de Ingeniería, Montaje y Otros				174.991,45
Gestión de Residuos					
15	Gestión de residuos				
	Gestión de residuos generados durante el desarrollo del proyecto	pa	1	3.974,12	3.974,12
	Sub-total:				3.974,12
	Total Gestión de Residuos				3.974,12
Seguridad y Salud					
16	Seguridad y salud				
	Seguridad y salud	pa	1	4.255,86	4.255,86
	Sub-total:				4.255,86
	Total SyS				4.255,86
Presupuesto Total de Ejecución Material					3.398.826,29 €
Gastos Generales (9%)					305.894,37 €
Beneficio Industrial (6%)					203.929,58 €
Presupuesto Total de Contrata					3.908.650,24 €

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-BUD-309.00.01	Revisión: 00
	Página 7 de 7	

2. Resumen del presupuesto

Subestación Colectora 132/30 KV Tan Energy		
Ítem	Descripción	Costo Total (€)
1	Obra Civil	244.836,75
2	Suministro de Equipos y Materiales	2.971.254,11
3	Ingeniería, montaje y otros	174.991,45
4	Gestión de residuos	3.974,12
5	Seguridad y Salud	4.255,86
Presupuesto Total de Ejecución Material		3.399.312,29 €
Gastos Generales (9%)		305.938,11 €
Beneficio Industrial (6%)		203.958,74 €
Presupuesto Total de Contrata		3.909.209,14 €

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto asciende a la cantidad de **tres millones novecientos y nueve mil doscientos y nueve con catorce céntimos (3.909.209,14 €)**

El Ingeniero Técnico Industrial,
Juan Carlos Cortés Rengel,
Colegiado COPITIMA 3832
Málaga, junio de 2022

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-DWG-309.00.01	Revisión: 00
	Página 1 de 4	

Documento 7

Planos

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "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
-----------------	---

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-DWG-309.00.01	Revisión: 00
	Página 3 de 4	

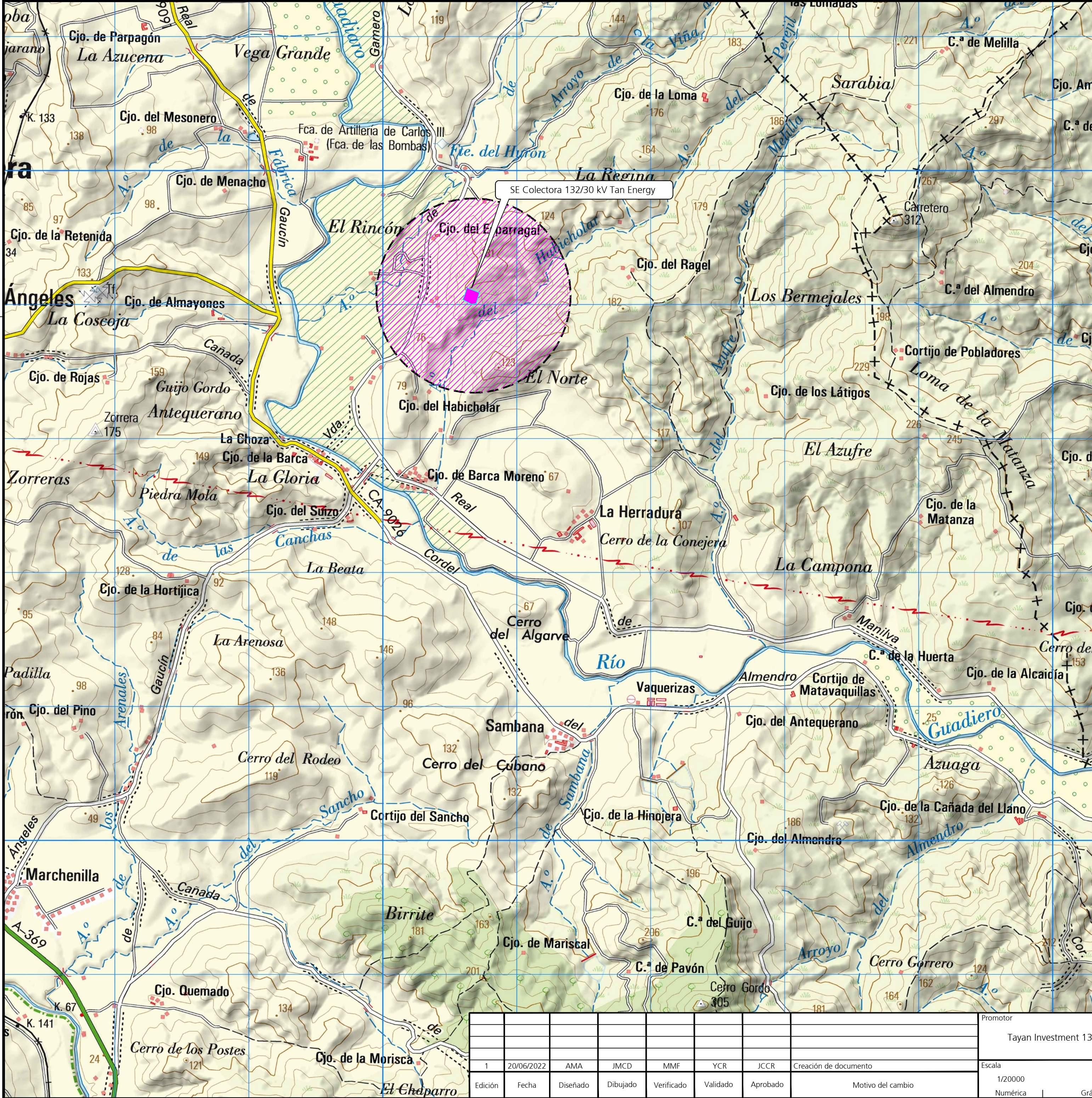
1. Planos

A continuación, se muestra un listado de planos que acompañan al presente proyecto:

Listado de planos		
Código	Rev	Título
INA-01-013357-DWG-REF-300.00.01-h1	R00	Plano de situación de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF-300.00.03-h1	R01	Plano de ubicación de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF-309.04.02-h1	R01	Esquema unifilar desarrollado de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF-309.04.02-h2	R01	Esquema unifilar de protección y medida de Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -101.13.01-h1	R01	Planta general de OC de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.01.01-h1	R01	Planta de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.01.01-h2	R01	Sección A-A' de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.01.01-h3	R01	Sección B-B' de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.02.02-h1	R01	Planta edificio eléctrico de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF-309.49.01-h1	R01	Planta de red de tierra inferior de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy

ABENGOA Transmisión e Infraestructuras	Nombre del Proyecto: Reformado al PTA "Subestación Eléctrica Colectora 132/30 kV Tan Energy"	
	Doc. Ref. No: INA-01-013357-DWG-309.00.01	Revisión: 00
	Página 4 de 4	

Listado de planos		
Código	Rev	Título
INA-01-013357-DWG-REF-309.49.01-h2	R01	Detalles de la red de tierra inferior de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357- DWG-REF-309.49.01-h3	R01	Puesta a tierra de los equipos de 132 kV (1) de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.49.01-h4	R01	Puesta a tierra de los equipos de 132 kV (2) de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.49.01-h5	R01	Puesta a tierra de los equipos de 132 kV (3) de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.49.01-h6	R01	Puesta a tierra de los equipos de 36 kV de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.49.01-h7	R01	Puesta a tierra del pararrayos de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy
INA-01-013357-DWG-REF -309.50.01-h1	R01	Planta de red de tierra superior de la Subestación Colectora 132/30 kV Tan Energy

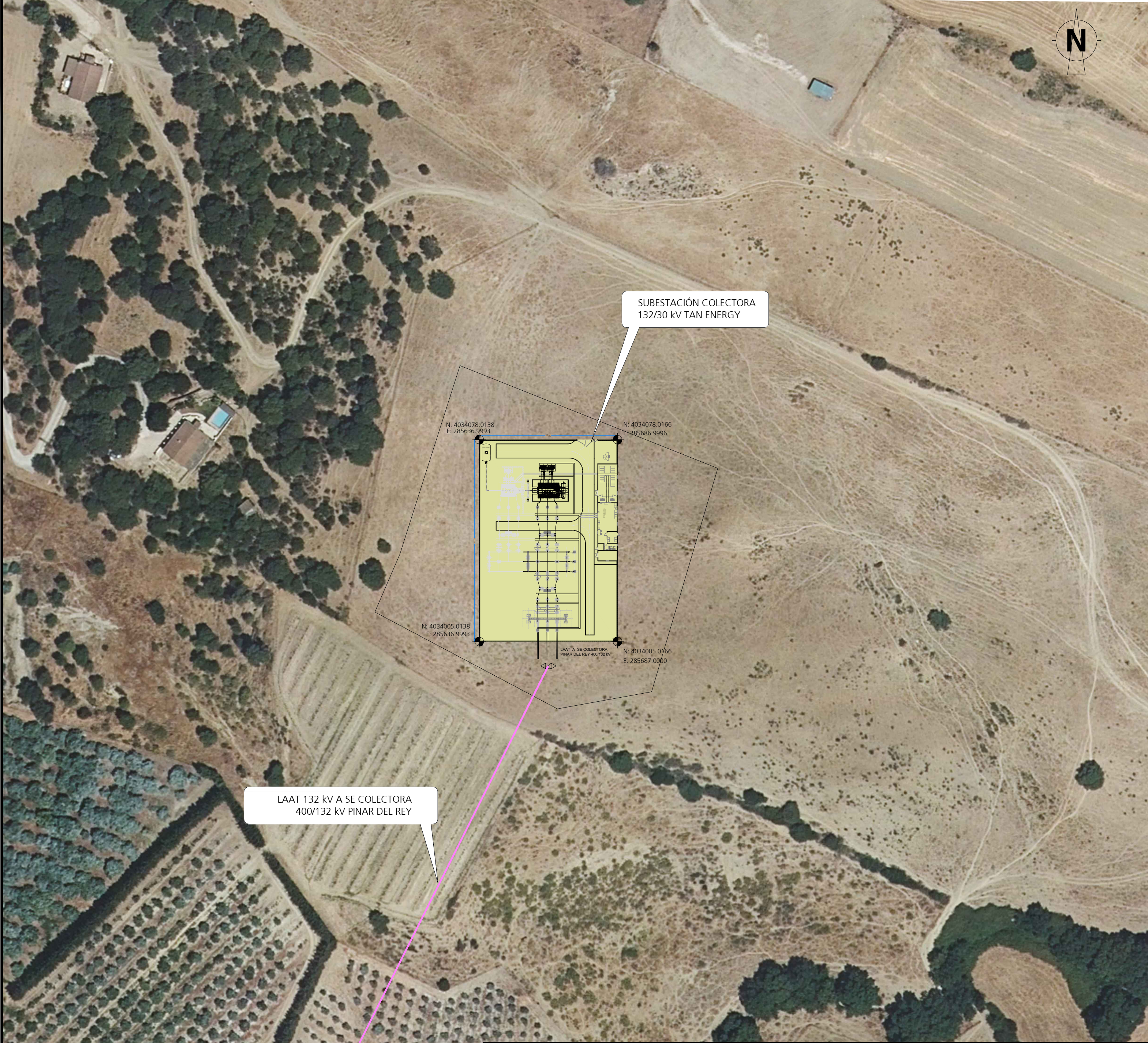


1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	

Promotor	Tayan Investment 13, S.L.
Escala	1/20000
Nº Plano	Gráfica

Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo Reformado 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-03-013357-DWG-REF-300.00.01		



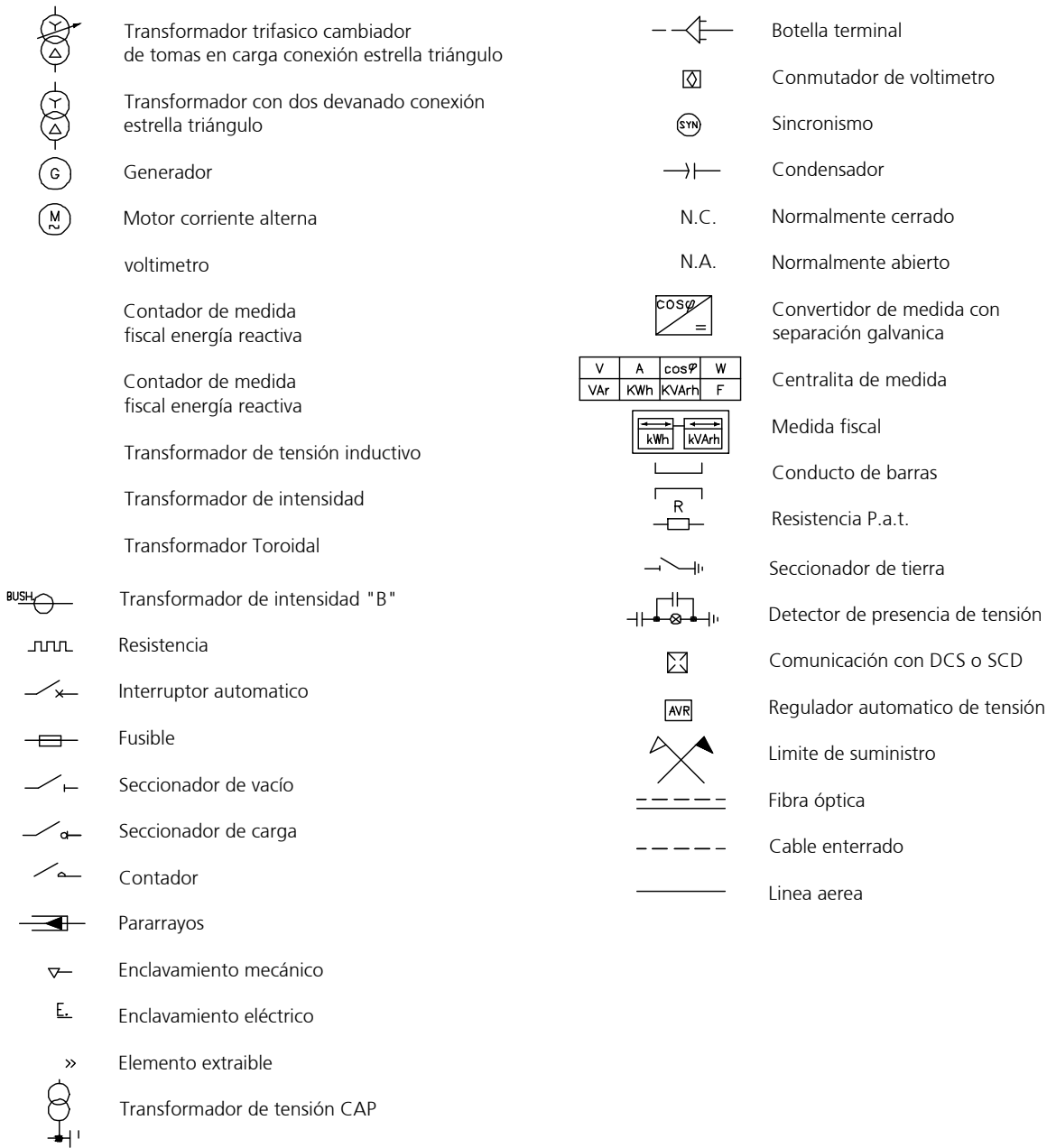
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio

Promotor	Tayan Investment 13, S.L.
Escala	1/1000
Númerica	Gráfica

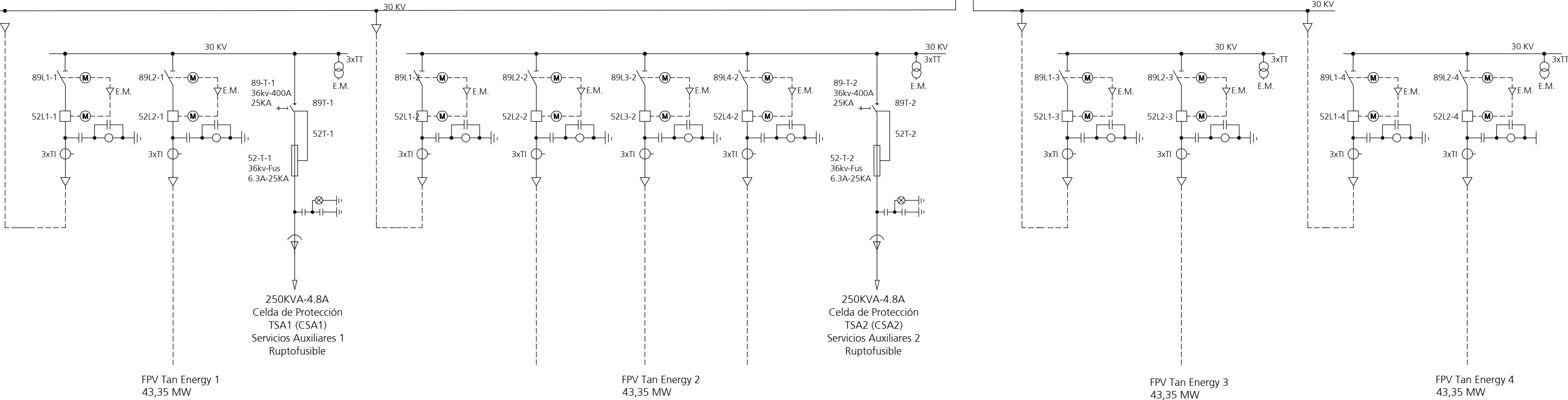
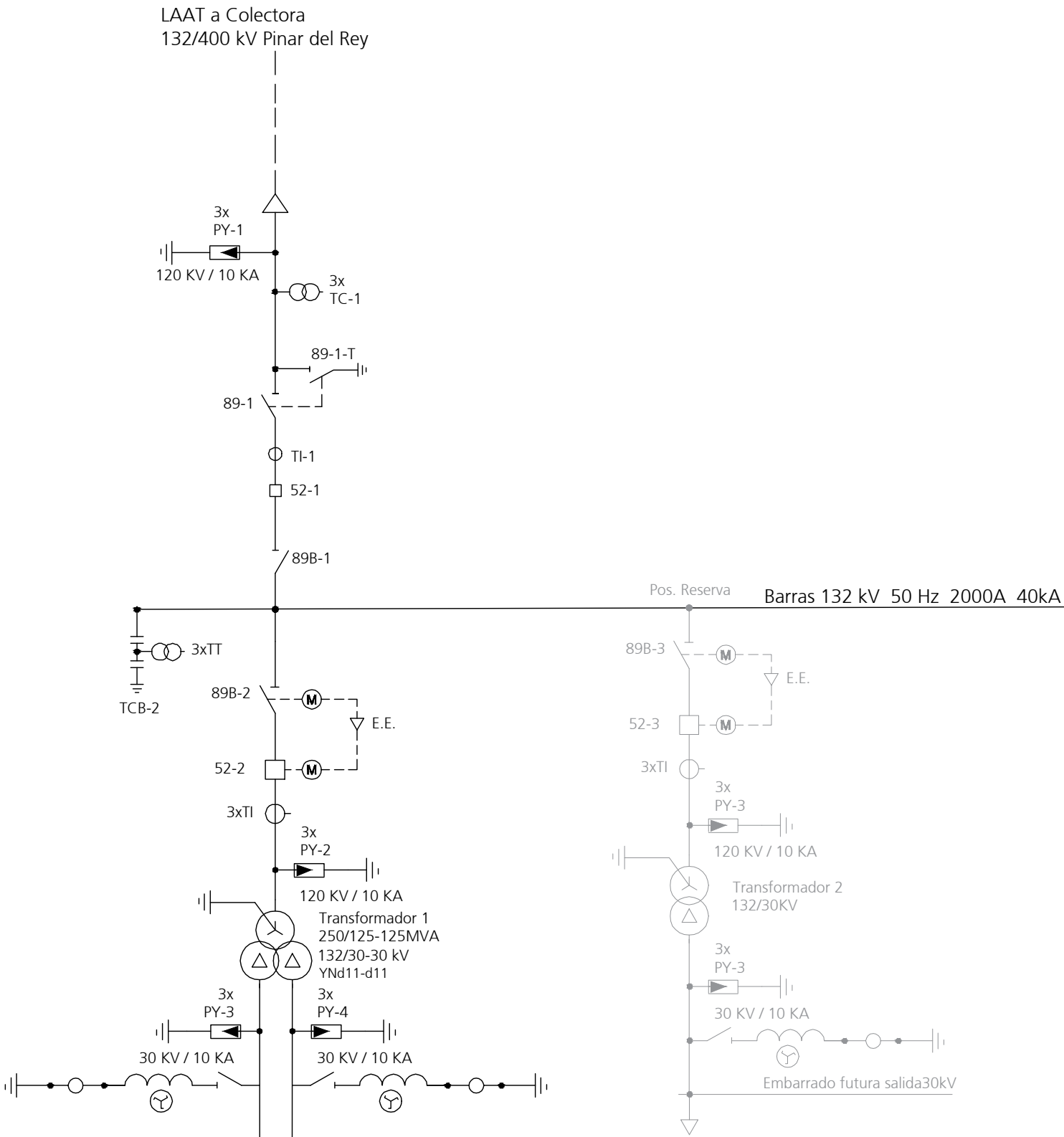
Proyecto	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy
Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Plano de Ubicación

ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
Tamaño: A1	Revisión: R00	Hojas: 1 de 1
Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.00.03		

Leyenda

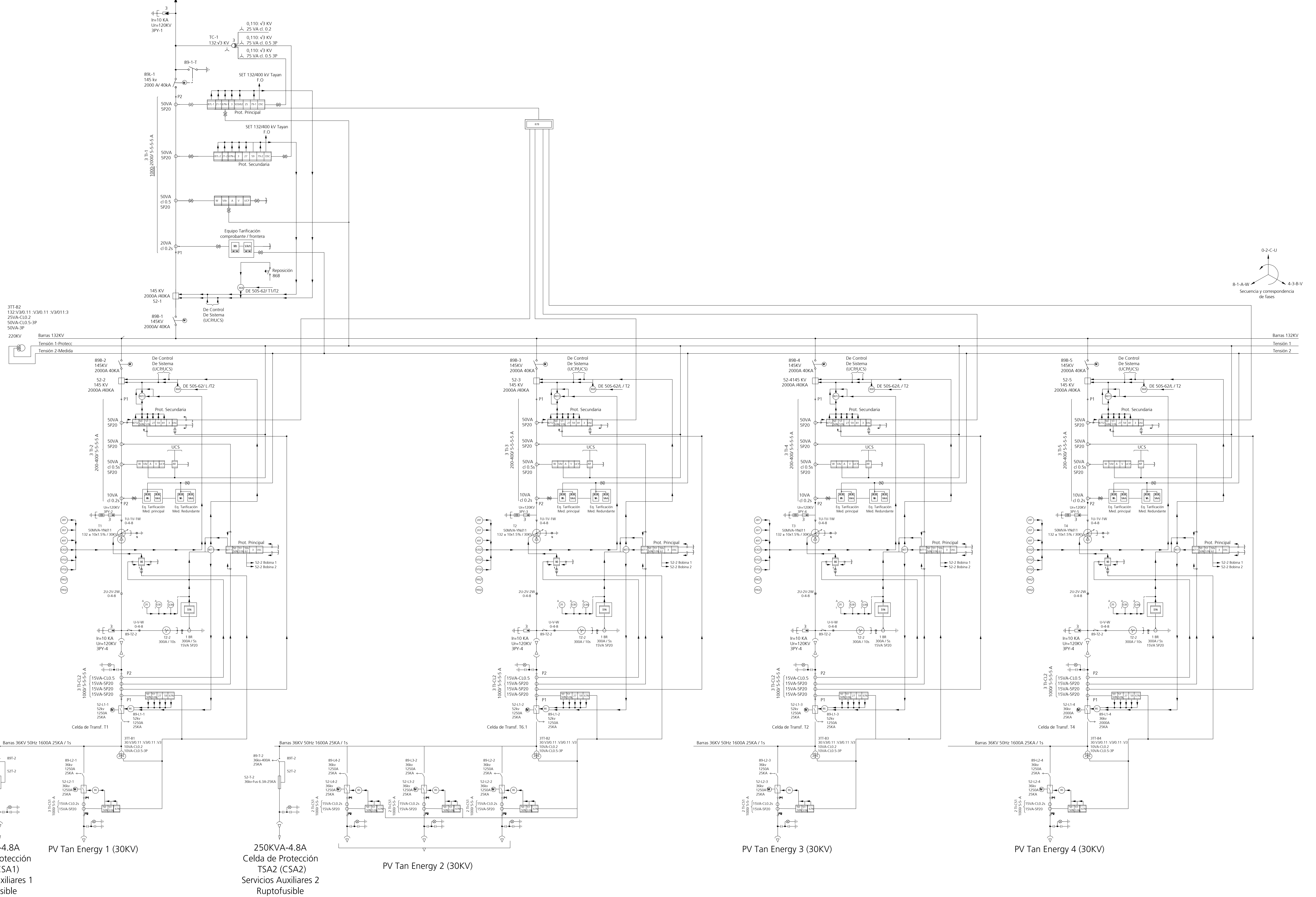



SET Colectora
132/30 kV Tan Energy

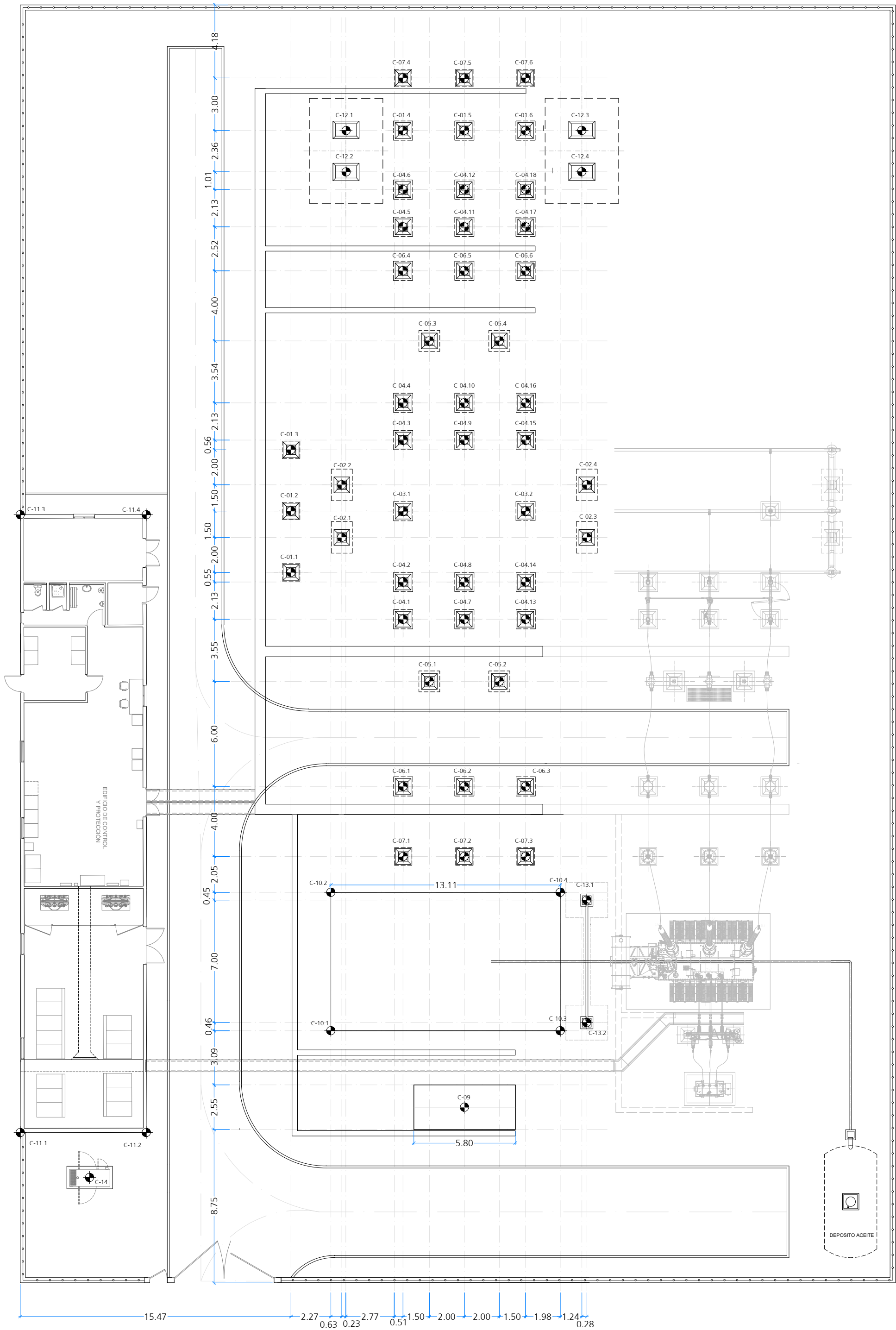


								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 1 de 2
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Sin escala Numérica Gráfica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Esquema Unifilar Desarrollado	Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.04.02

LAAT a Colectora
132/400 kV Pinar del Rey



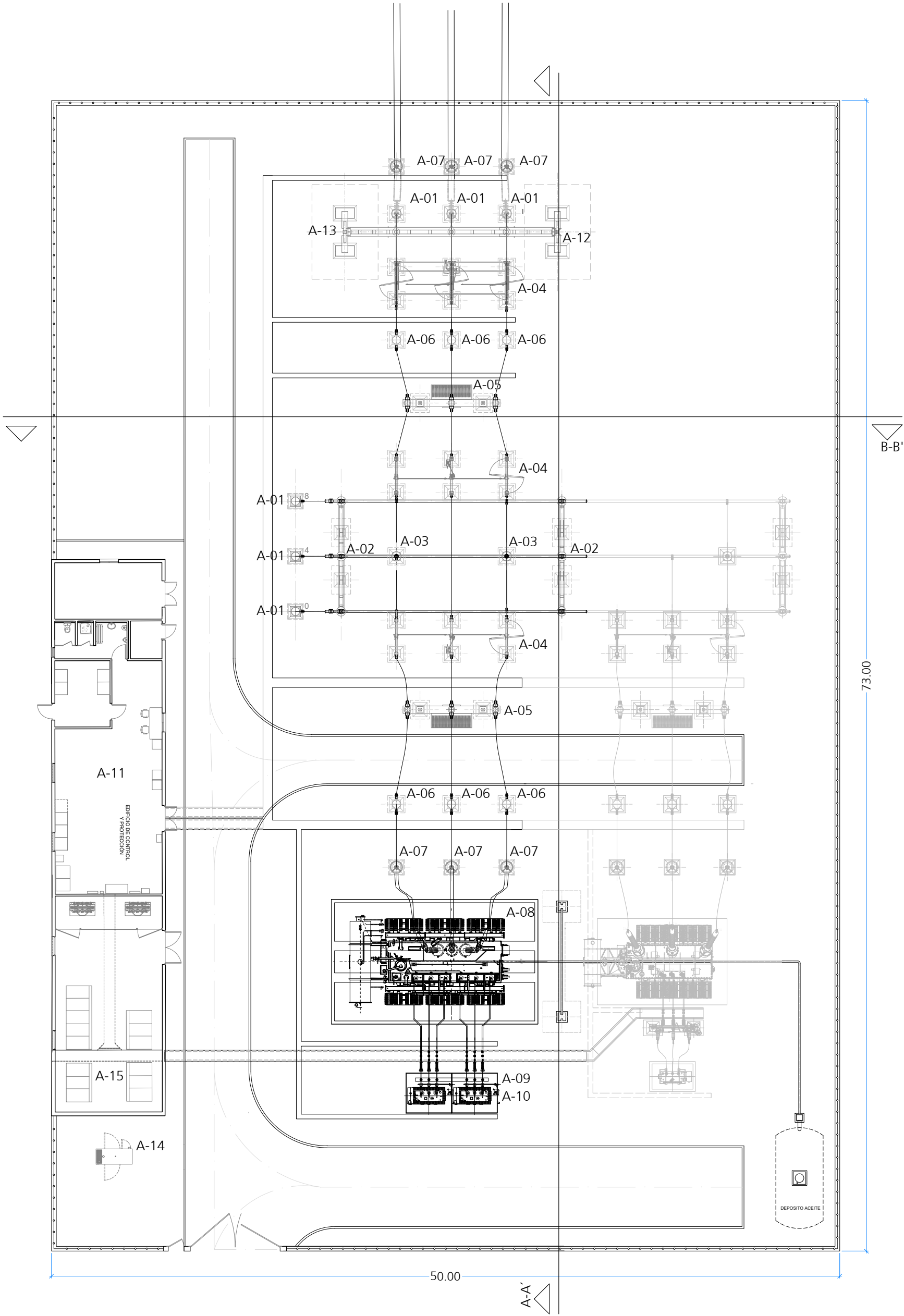
							Promotor	Proyecto	 ABENGOA <small>Transmisión e Infraestructuras</small>
							Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	2006/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creador de documento	Estad.	
								Título	
								SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Esquema Unifilar de protección y medida	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	Sin revisión Nueva Modificación	



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

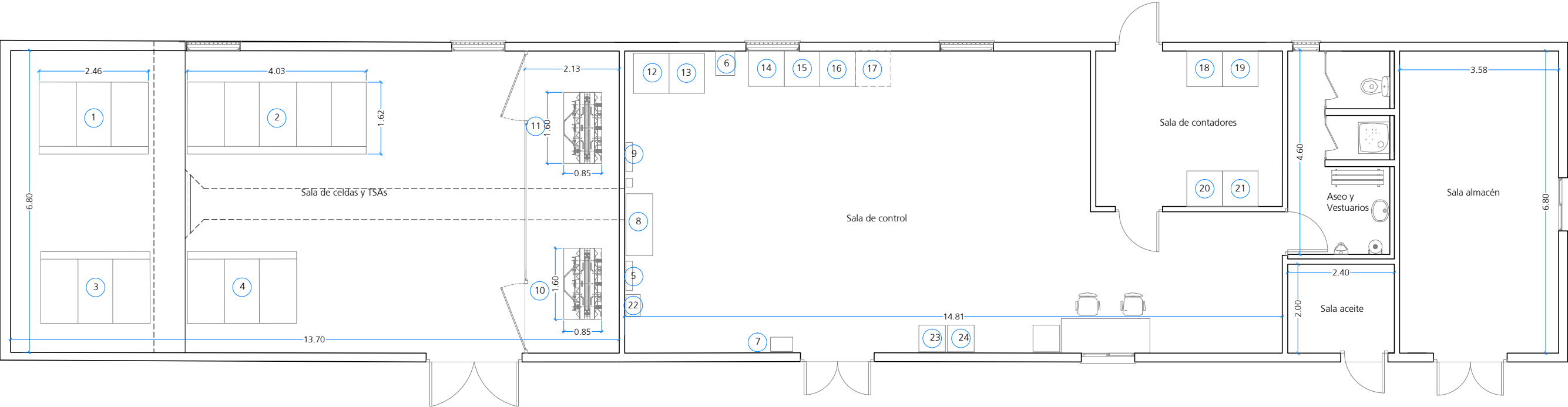
								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy			
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/200	Planta General de OC	INA-03-013357-DWG-REF-101.13.01		
								Numérica	Gráfica			

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	Transformador de potencia 1 , 250/125-125MVA, 132/30-30 kV
A-09	Pórtico seccionador MT-1600A
A-10	Reactancia limitadora
A-11	Edificio de control
A-12	Pararrayos
A-13	Portico Línea 132KV
A-14	Generador Diesel
A-15	Celdas 36 KV

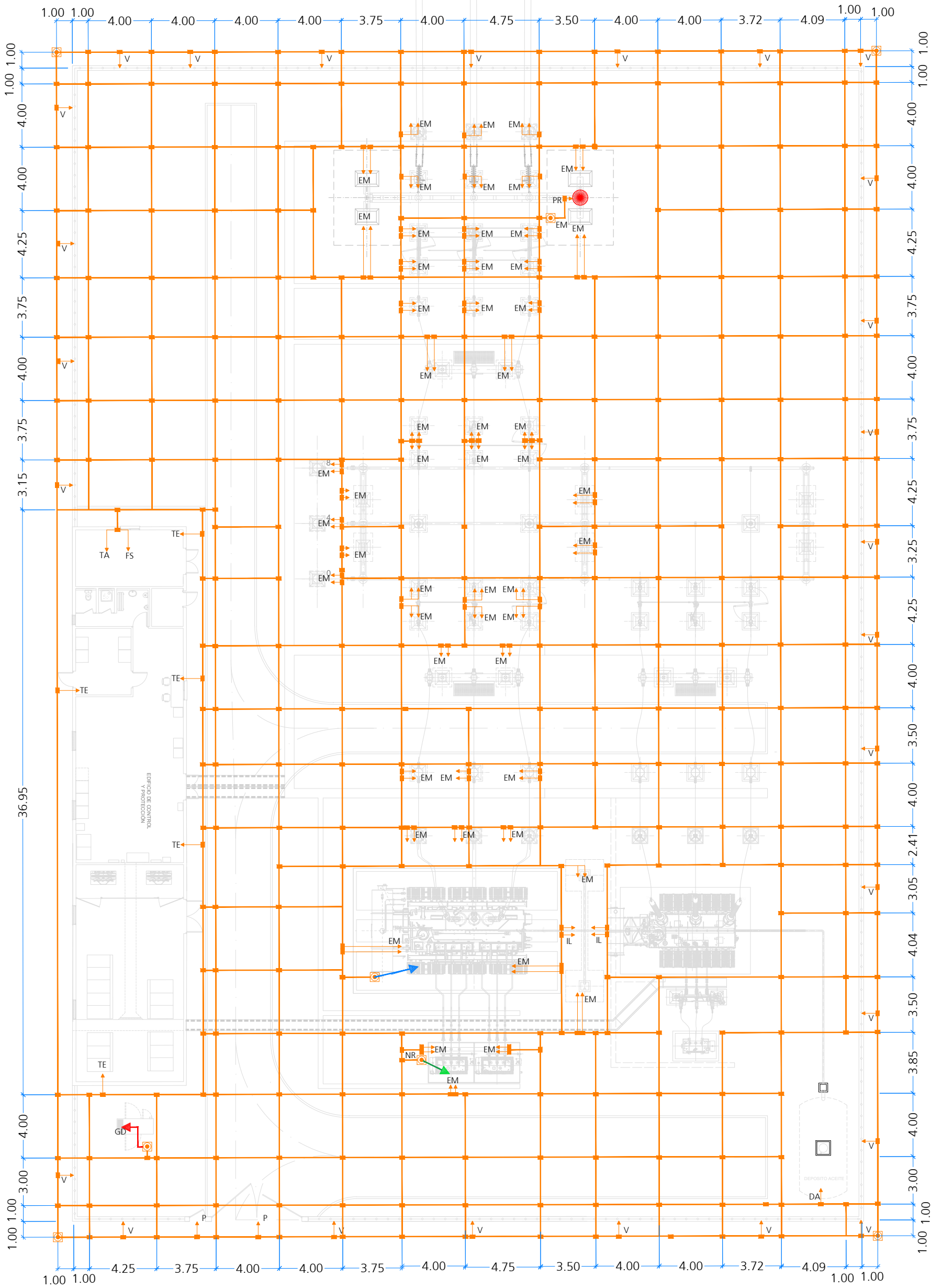
								Promotor	Proyecto	<div>ABENGOA</div> <div>Transmisión e infraestructuras</div>
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/250	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta	Tamaño: A2
								0 2.5 5m		Revisión: R00
								Numérica		Hojas: 1 de 2
								Gráfica		INA-03-013357-DWG-REF-309.01.01



Leyenda					
Identificador	Descripción	Identificador	Descripción	Identificador	Descripción
①	Conjunto de celdas FV Tan Investment 1	⑩	Transformador SSAA 1	⑲	Armario de medida 2
②	Conjunto de celdas FV Tan Investment 2	⑪	Transformador SSAA 2	⑳	Armario de medida 3
③	Conjunto de celdas FV Tan Investment 3	⑫	Rectificador baterías 1	㉑	Armario de medida 4
④	Conjunto de celdas FV Tan Investment 4	⑬	Rectificador baterías 2	㉒	Equipo de conmutación AC
⑤	Cuadro iluminación, fuerza y aire acondicionado	⑭	Unidad control subestación	㉓	Cuadro comunicaciones PFV-UCS
⑥	Central detección de incendios	⑮	Unidad control de posición T1	㉔	Repartidor óptico
⑦	Central anti-intrusión	⑯	Unidad de control de posición línea		
⑧	Cuadro Serv. Aux. principal 400-230V AC	⑰	Unidad control de posición Trafo futuro		
⑨	Cuadro Serv. Aux. 125V DC	⑱	Armario de medida 1		

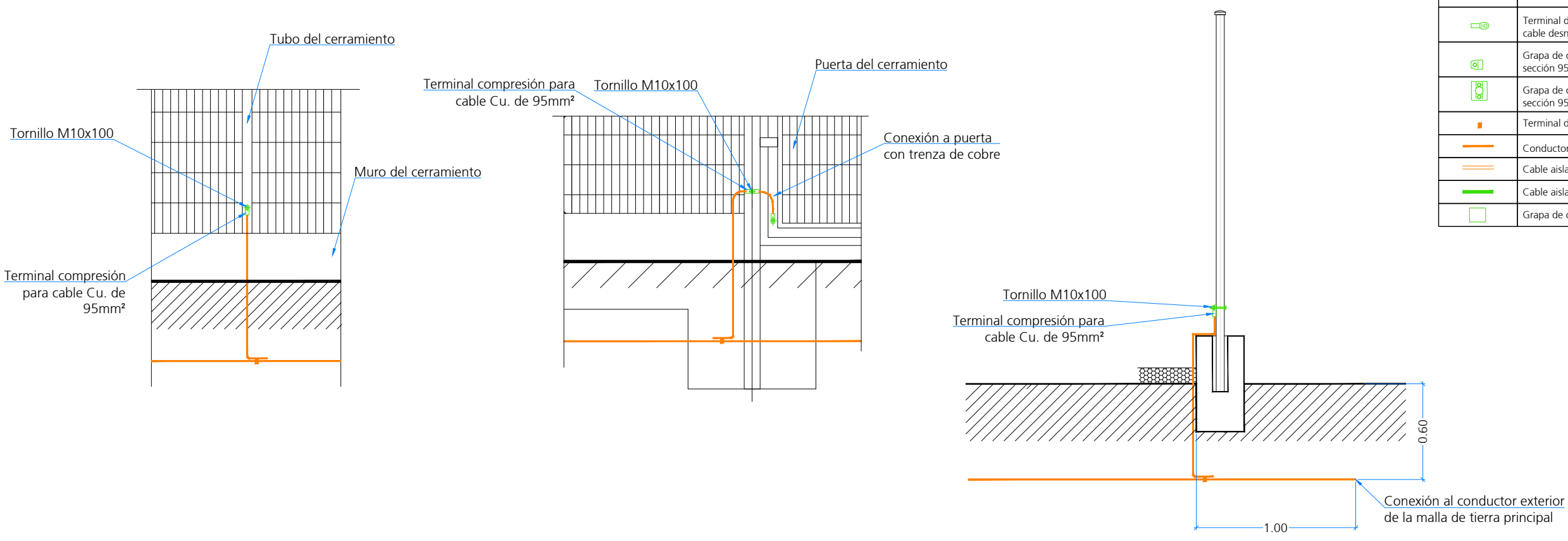
								Promotor	Proyecto	<div>ABENGOA</div> <div>Transmisión e infraestructuras</div>		
								Tayan Investment 13, S.L.	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy			
1	17/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A3	Revisión: R00	Hojas: 1 de 1
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/100	<div><div></div></div>	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta edificio eléctrico		
								Numérica	Gráfica	Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.02.02		

LAAT A SE COLECTORA
PINAR DEL REY 400/132 kV

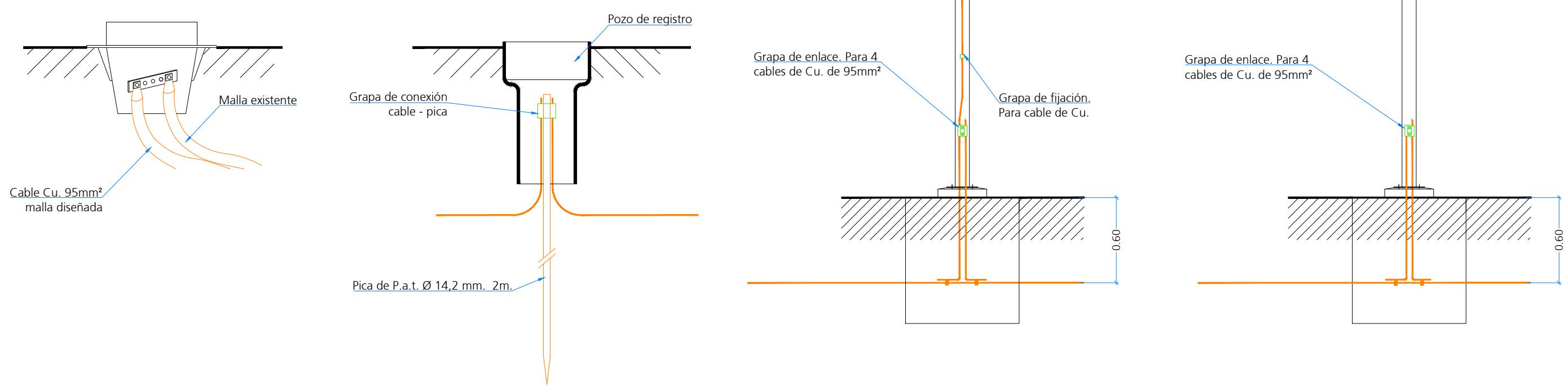


Leyenda	
Simbolos	Descripción
	Neutro reactancia (1x120 mm² Cu XLPE)
	Neutro Transformador (1x120 mm² Cu XLPE)
	Generador diésel (1x120 mm² Cu XLPE)
	Estructura metálica (1 x 95 mm²)
	Puerta metálica (1 x 95 mm²)
	Vallado (1 x 95 mm²)
	Fosa séptica (1 x 95 mm²)
	Tanque de agua (1 x 95 mm²)
	Depósito de aceite (1 x 95 mm²)
	Terminal de tierra edificio (1 x 95 mm²)
	Soporte iluminación (1 x 95 mm²)
	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

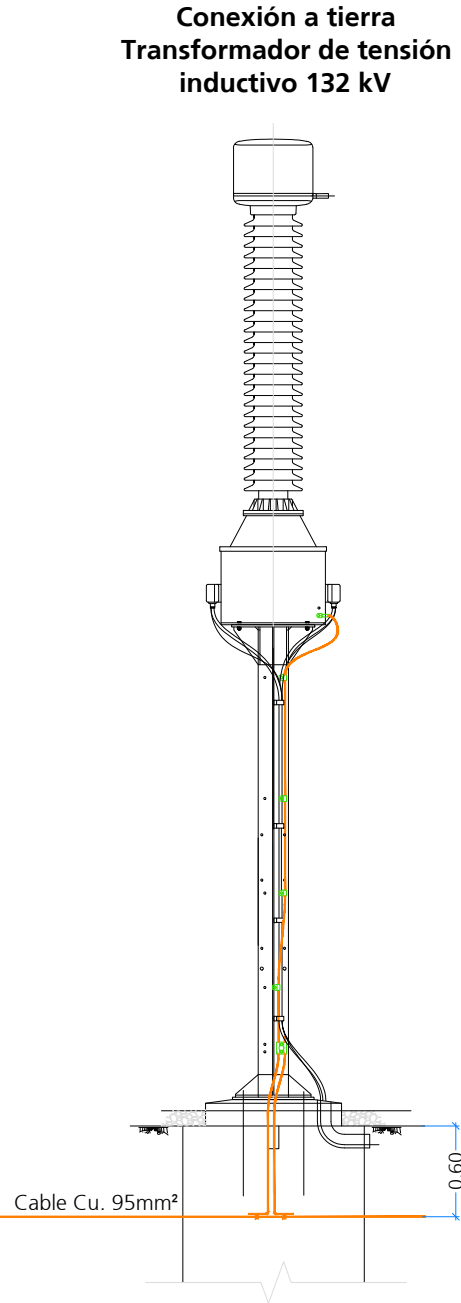
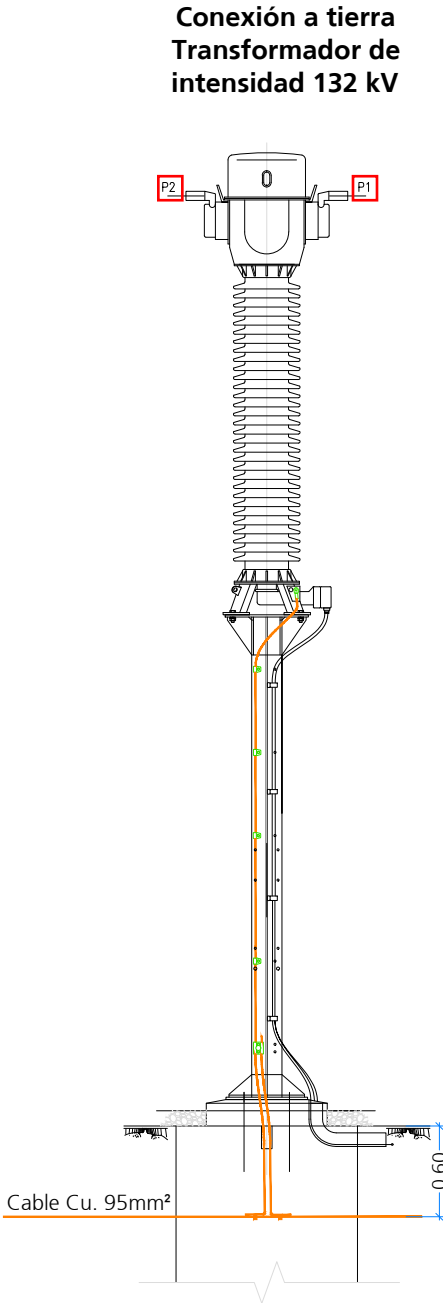
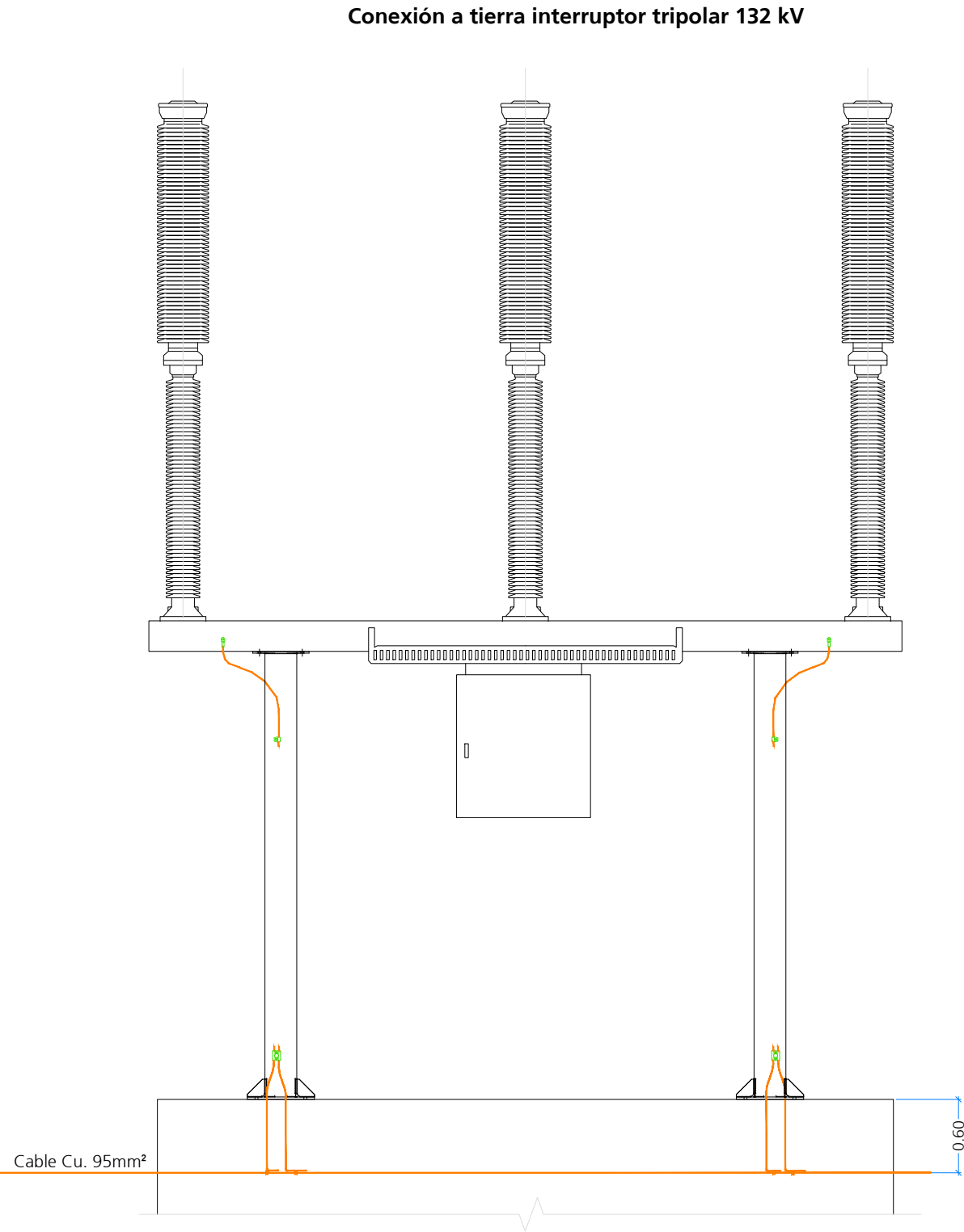
								Promotor	Proyecto	<div>ABENGOA</div> <div>Transmisión e infraestructuras</div>
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/250	<div>02.55m</div>	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Planta SE. Tierra
								Númerica	Gráfica	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 1 de 7 Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.49.01



Leyenda	
Símbolo	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	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 2 de 7
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/30 Numérica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Detalles de red de tierra	Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.49.01

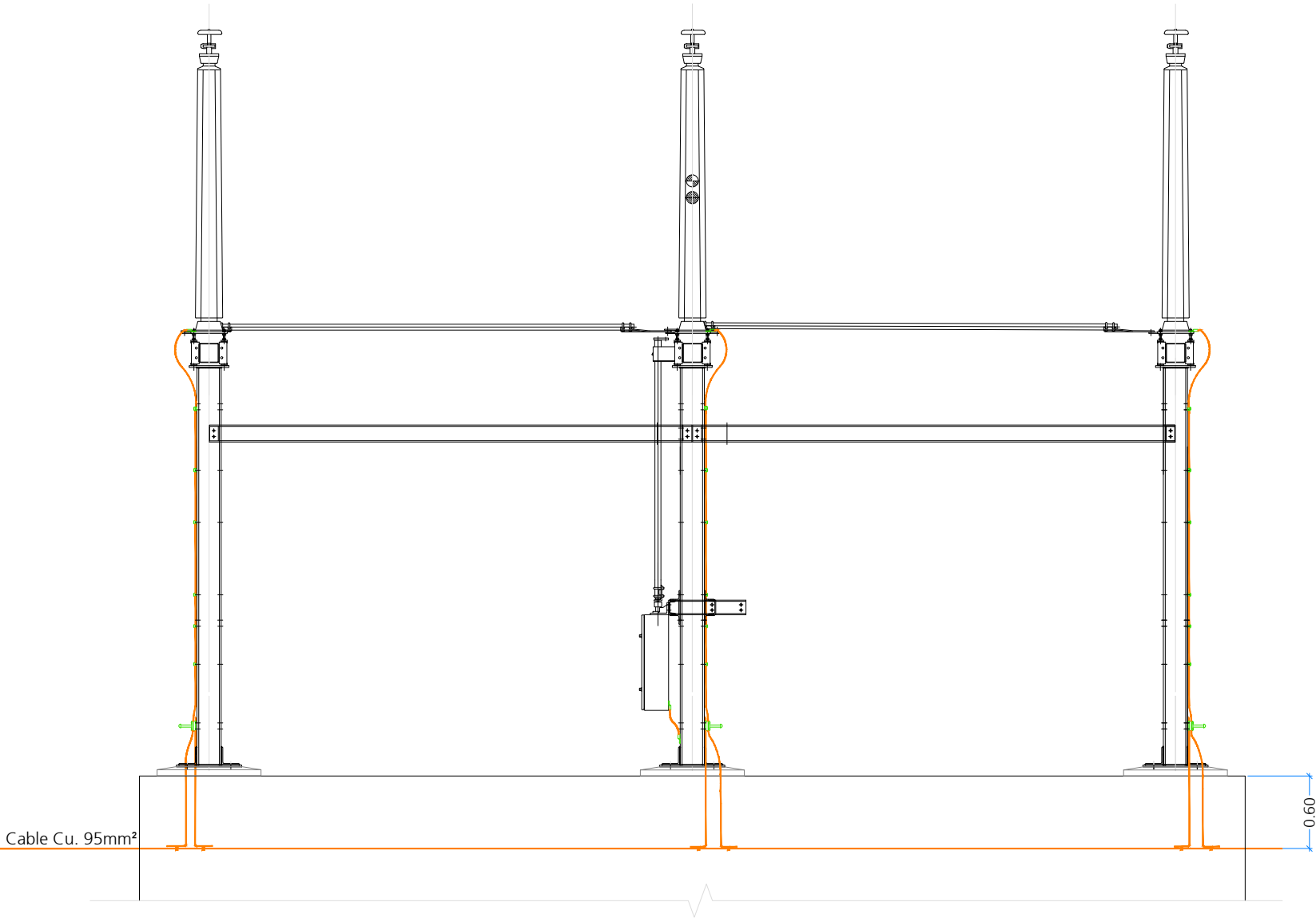


Leyenda	
Simbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm2 con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm2 con tornillo de métrica M12
	Terminal 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

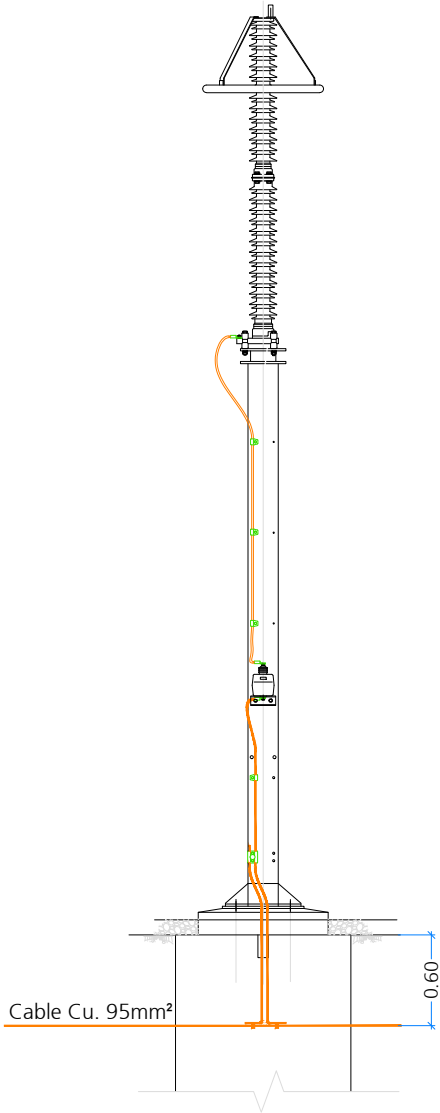
								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras	
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título		
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/50 Numérica	<div><div>00.51m</div><div></div></div> Gráfica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 132 kV	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 3 de 7 Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-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









Conexión a tierra seccionador tripolar 132 kV



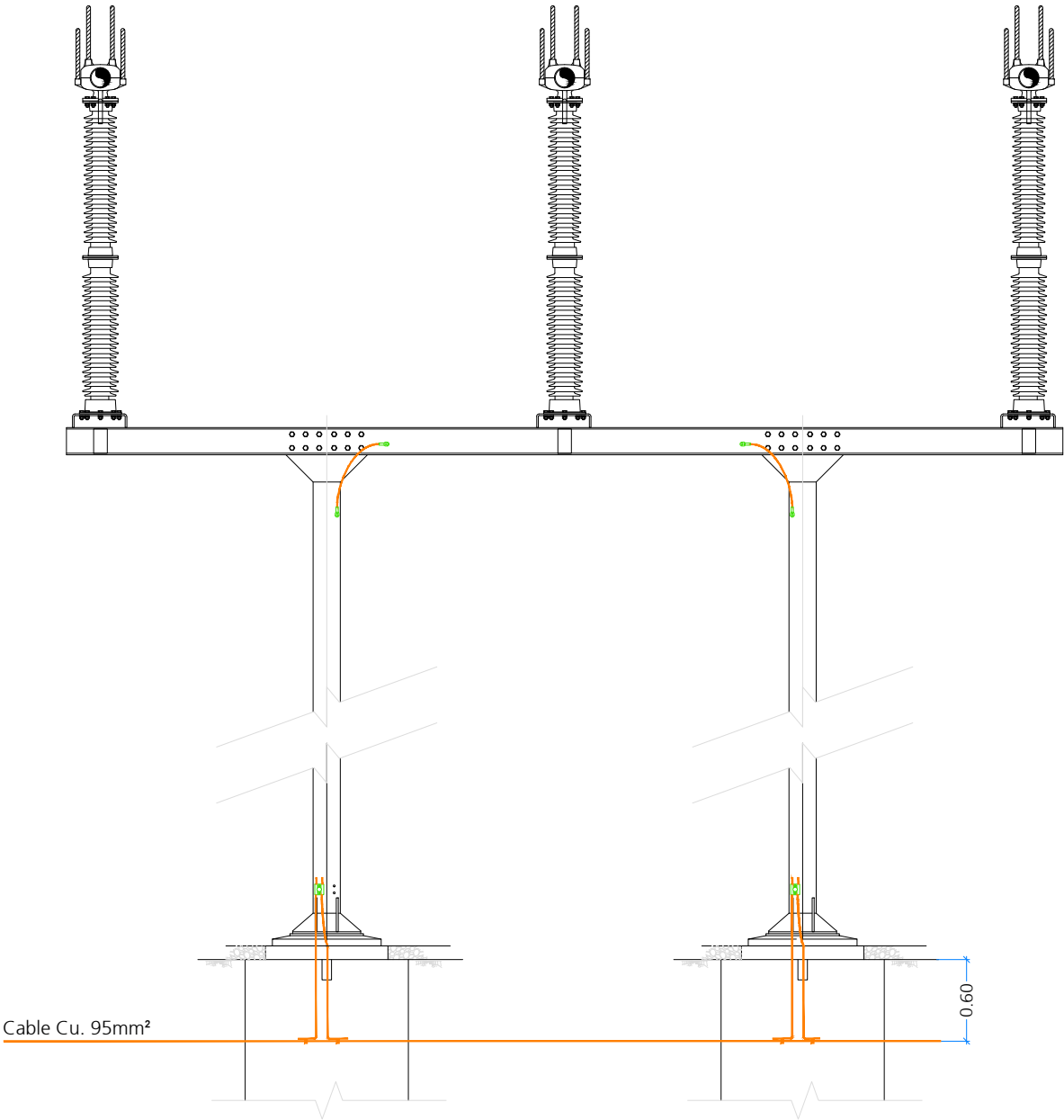
Conexión a tierra autovalvula 132 kV



								Promotor	Proyecto	<div>ABENGOA</div> <div>Transmisión e infraestructuras</div>	
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy		
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 4 de 7	
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/50 Numérica	<div><div>00.51m</div><div></div></div> Gráfica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 132 kV	Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.49.01

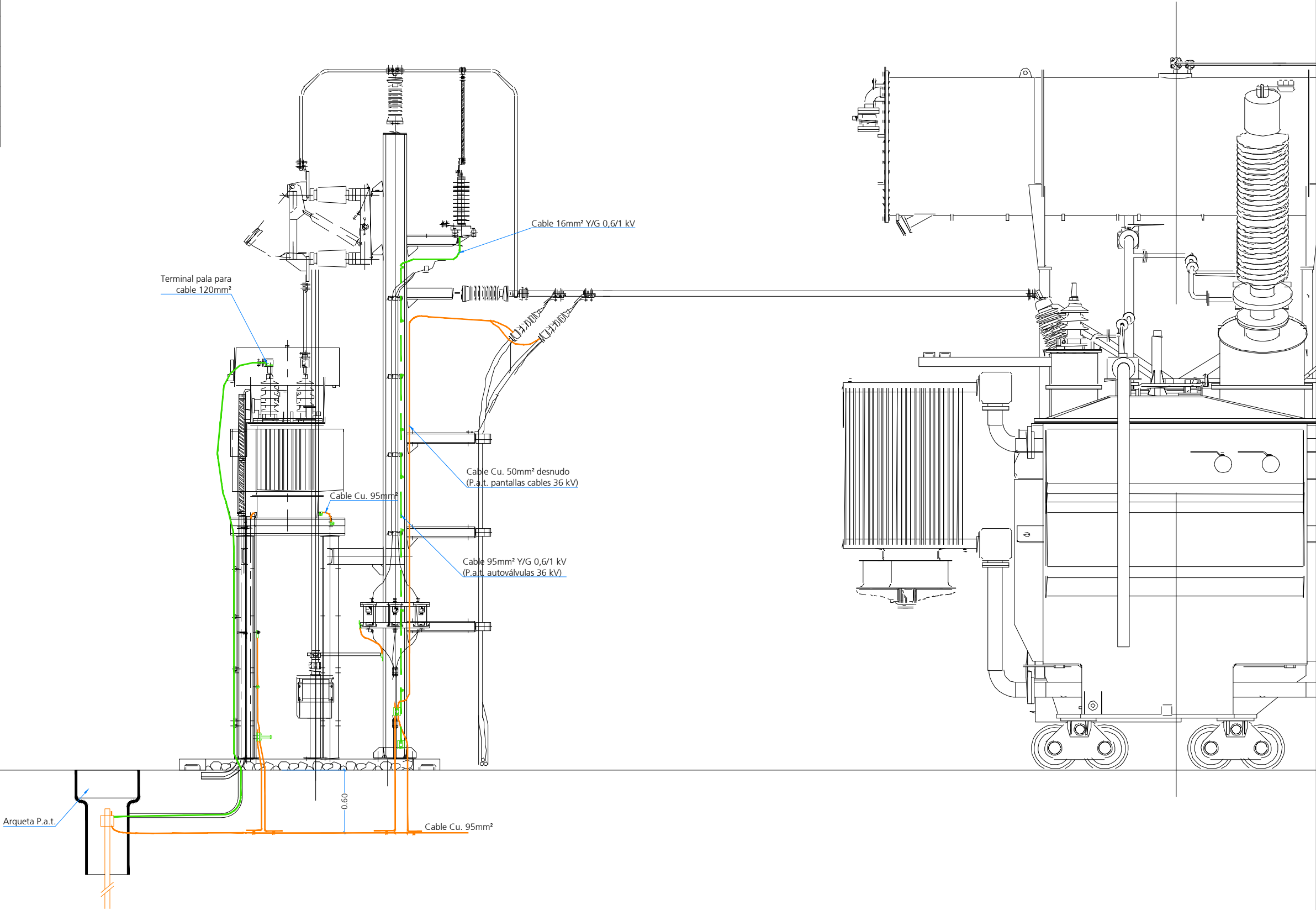
Leyenda	
Simbolo	Descripción
	Terminal de conexión por compresión tipo "pala" para cable desnudo 95 mm²
	Grapa de conexión sobre estructura para cable de sección 95 mm2 con tornillo de métrica M12
	Grapa de conexión sobre estructura para 4 cables de sección 95 mm2 con tornillo de métrica M12
	Terminal 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

Conexión a tierra pórtico de barras 132 kV



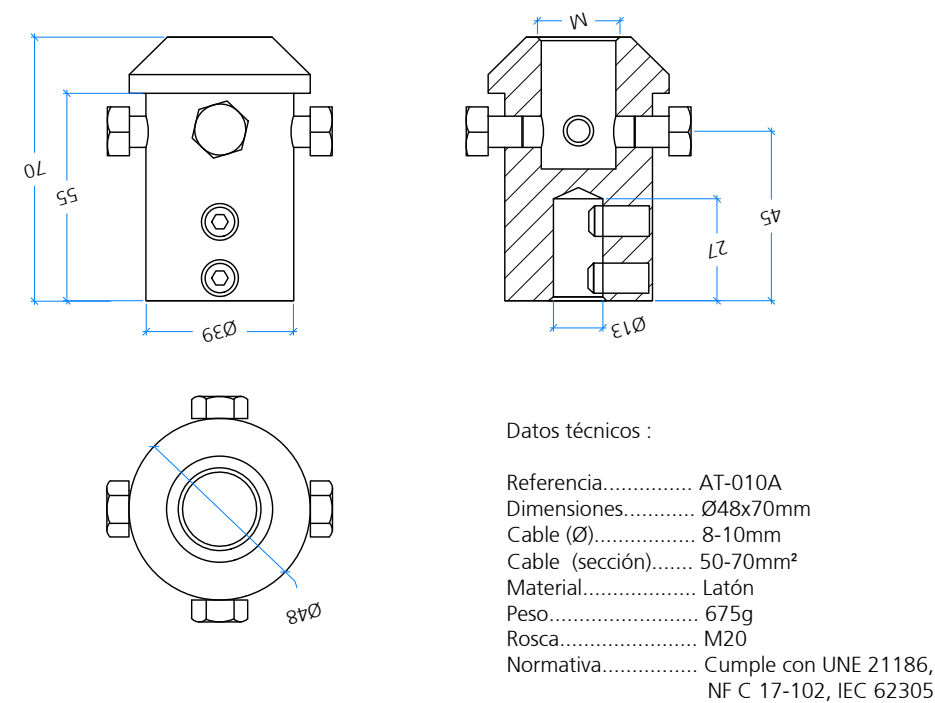
								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras		
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy			
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 5 de 7		
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/50 Numérica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 132 kV	Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-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

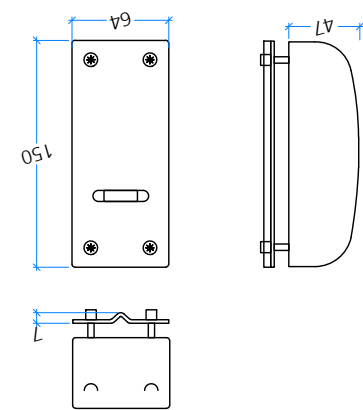


								Promotor	Proyecto	ABENGOA Transmisión e infraestructuras
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 6 de 7
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio	1/40 Numérica	SE Colectora 132/30 KV Tan Energy Puesta a tierra de los equipos de 36 kV	Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.49.01

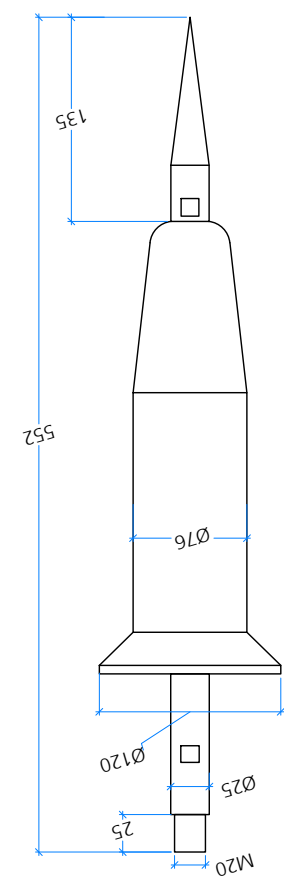
Pieza de adaptación latón. Esc. 1:2



Contador electromecánico de rayos. Esc 1:5

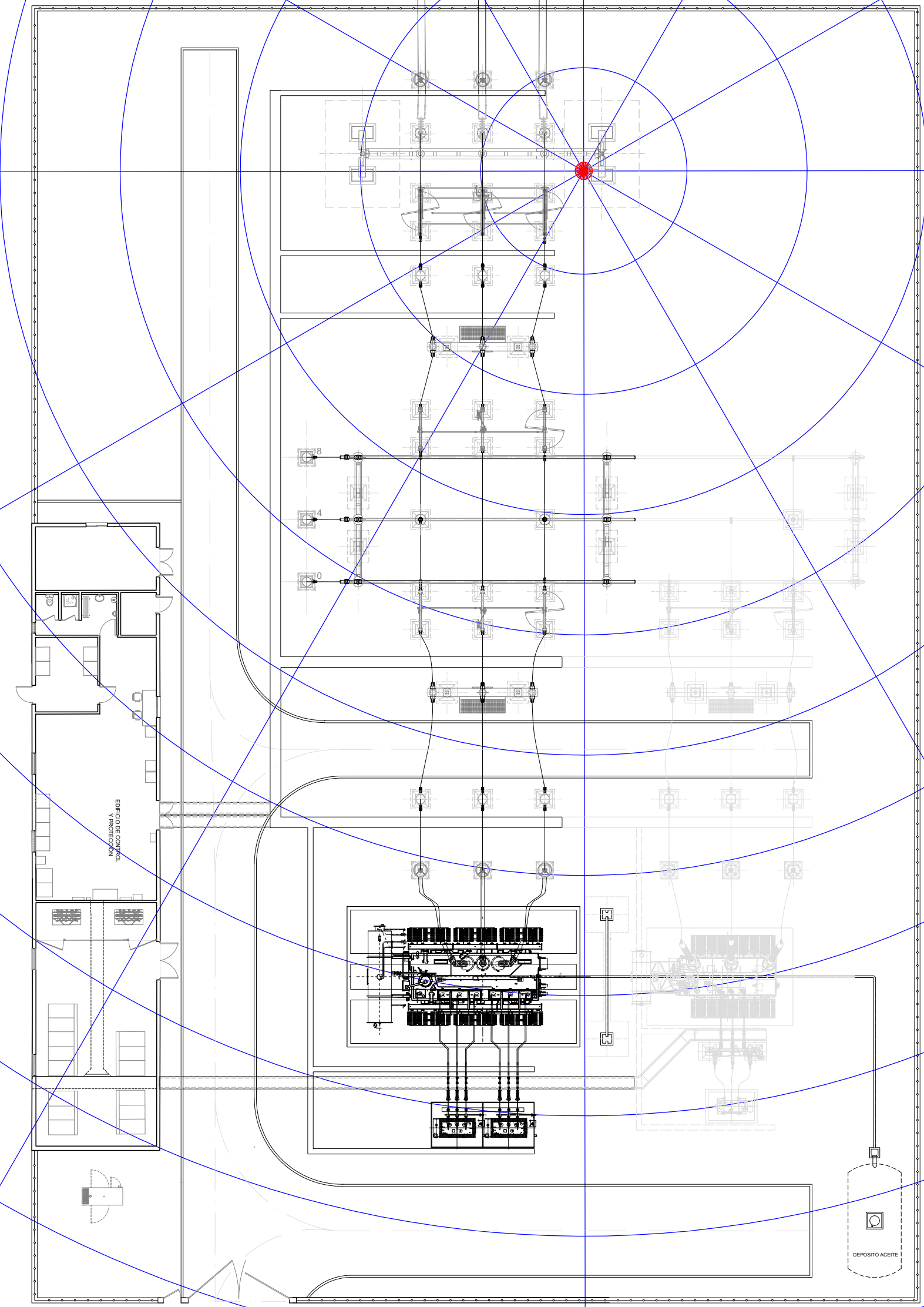


Electropulsante Esc 1:5



								Promotor	Proyecto	<div>ABENGOA</div> <div>Transmisión e infraestructuras</div>
								Tayan Investment 13, S.L	Proyecto Técnico Administrativo Reformado SE Colectora 132/30 KV Tan Energy	
1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento	Escala	Título	
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	
										Tamaño: A2 Revisión: R00 Hojas: 7 de 7
										Nº Plano INA-03-013357-DWG-REF-309.49.01

LAAT A SE COLECTORA
PINAR DEL REY 400/132 KV



1	20/06/2022	AMA	JMCD	MMF	YCR	JCCR	Creación de documento
Edición	Fecha	Diseñado	Dibujado	Verificado	Validado	Aprobado	Motivo del cambio

Promotor
Tayan Investment 13, S.L.

Escala
1/250

Numérica

Gráfica

0 2.5 5m

Proyecto
Proyecto Técnico Administrativo Reformado
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-03-013357-DWG-REF-309.50.01