



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

**Término Municipal de Tudela
(Navarra)**

Realización:



**SISENER
INGENIEROS, S.L.**

Diciembre 2020



DOCUMENTO 1

MEMORIA

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

Término Municipal de Tudela
(Navarra)

Realización:



SISENER
INGENIEROS, S.L.

Diciembre 2020

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020 Rev.: 01</p>	<p>MEMORIA SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx</p>

CONTROL DE REVISIONES

Edición Nº:	Fecha:	Motivo Revisión	
00	Diciembre 2020	Edición original	
01	Diciembre 2020	Revisión comentarios	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	SSR	SSR	Diciembre 2020

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN DE ENVÍO
<p>(*) <i>Persona encargada de la redacción del presente documento</i></p> <p>(**) <i>Persona encargada de la distribución final del documento</i></p>		

PROYECTO: Proyecto Técnico Administrativo SET La Nava 66/30 kV

PROMOTOR: SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

ÍNDICE

1.	PROMOTOR.....	8
2.	ANTECEDENTES.....	9
3.	OBJETO.....	10
4.	NORMATIVA.....	11
5.	MEMORIA.....	18
5.1.	EMPLAZAMIENTO.....	18
5.2.	DESCRIPCIÓN DE LA SET PROYECTADA.....	19
5.2.1.	DATOS BÁSICOS DE DISEÑO.....	21
5.3.	SISTEMA DE 66 KV.....	21
5.3.1.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	22
5.3.2.	AUTOVÁLVULAS.....	24
5.3.3.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.....	25
5.3.4.	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD.....	26
5.3.5.	SECCIONADOR DE LÍNEA.....	28
5.3.6.	TRANSFORMADORES DE TENSIÓN EN LÍNEA.....	29
5.3.7.	CONEXIÓN ENTRE APARATOS.....	30
5.4.	SISTEMA MEDIA TENSIÓN.....	31
5.4.1.	CABINAS DE 30 kV.....	31
5.4.2.	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES.....	38
5.4.3.	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA.....	39
5.4.4.	APARELLAJE 30 kV INTEMPERIE.....	41
5.4.5.	CONDUCTORES.....	43
5.5.	SISTEMAS AUXILIARES.....	45
5.5.1.	CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	45
5.5.2.	CORRIENTE ALTERNA.....	45
5.5.3.	CORRIENTE CONTINUA.....	46
5.5.4.	CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES.....	47
5.5.5.	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS EMPLEADAS.....	47
5.5.6.	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO INTERIOR.....	48

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5.7. ALUMBRADO EXTERIOR	48
5.5.8. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	48
5.5.9. TOMAS DE CORRIENTE.....	48
5.5.10. FUERZA.....	49
5.5.11. VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	49
5.5.12. SISTEMAS DE PROTECCIÓN (INCENDIOS E INTRUSOS).....	49
5.5.13. CONTROL Y PROTECCIÓN	51
5.5.14. FUNCIONES DE PROTECCIÓN.....	52
MEDIDA DE ENERGÍA.....	54
5.5.15. TELECONTROL	56
5.5.16. EQUIPOS COMUNICACIONES.....	56
6. RED DE TIERRAS.....	57
6.1. INFERIORES.....	57
7. OBRA CIVIL	58
7.1.1. PARQUE INTEMPERIE	58
7.1.2. ACOPIO DE MATERIALES.....	58
7.1.3. DESBROCE	58
7.1.4. EXPLANACIÓN Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	58
7.1.5. RELLENO CON APORTACIONES	58
7.1.6. RED DE TIERRAS.....	58
7.1.7. CIMENTACIONES DE APARATOS	59
7.1.8. BANCADA DE TRANSFORMADORES Y DEPÓSITO DE ACEITE.....	59
7.1.9. CANALIZACIONES DE PARQUE.....	59
7.1.10. TERMINACIÓN SUPERFICIAL	60
7.1.11. CERRAMIENTO PERIMETRAL	60
7.1.12. EDIFICIO	60
7.1.13. CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO	62
7.1.14. ESTRUCTURA	62
7.1.15. CUBIERTA.....	62
7.1.16. CERRAMIENTO	63
7.1.17. REVESTIMIENTOS	63

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

7.1.18. PAVIMENTOS	63
7.1.19. EVACUACIÓN	63
7.1.20. CANALIZACIONES DE CABLES	64
8. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	65
8.1. OBRA CIVIL	65
8.1.1. GENERALIDADES	65
8.1.2. FABRICACIÓN Y TRANSPORTE A OBRA DEL HORMIGÓN	65
8.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	68
8.1.4. CIMENTACIONES	77
8.1.5. CANALIZACIONES	77
8.2. ESTRUCTURA METÁLICA	77
8.2.1. GENERALIDADES	77
8.2.2. FABRICACIÓN	78
8.2.3. TORNILLERÍA	79
8.2.4. SOLDADURAS	79
8.2.5. TALADRADOS	80
8.2.6. ACABADO FINAL	81
8.2.7. MONTAJE	82
8.3. ARMADO E IZADO DE APOYOS	82
8.4. CON CARÁCTER GENERAL	83
8.4.1. INTERRUPTORES	83
8.4.2. SECCIONADORES	83
8.4.3. TRANSFORMADORES	83
8.4.4. RESTO DE APARAMENTA	83
8.4.5. RECEPCIÓN DE MATERIALES	83
8.4.6. INSTALACIÓN DE LAS CELDAS DE M.T.	84
8.5. EMBARRADOS Y CONEXIONES	84
8.6. REPLANTEO Y ESTAQUILLADO	84
8.7. TENDIDO DE LOS CABLES SET	85
8.7.1. ZANJAS	85
8.7.2. CONDUCTORES ENTERRADOS	86

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.7.3. EMPALMES Y CONEXIONES	86
8.8. CABLES DE FUERZA Y CONTROL	86
8.9. TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA	87
8.10. PUESTA A TIERRA SET	87
8.11. CALIDAD ACÚSTICA	88
9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	89
9.1. MEMORIA	89
9.1.1. OBJETO	89
9.1.2. DATOS GENERALES	89
9.1.3. TIPO DE TRABAJO	89
9.1.4. ACTIVIDADES PRINCIPALES	90
9.1.5. SITUACIÓN Y CLIMA	91
9.1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN	91
9.1.7. NÚMERO DE OPERARIOS	91
9.1.8. OFICIOS	92
9.1.9. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	92
9.1.10. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	94
9.1.11. ANÁLISIS DE RIESGOS	94
9.1.12. RIESGOS GENERALES	94
9.1.13. RIESGOS ESPECÍFICOS	95
9.1.14. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	99
9.1.15. MEDIDAS PREVENTIVAS	101
9.1.16. PROTECCIONES COLECTIVAS	102
9.1.17. PROTECCIONES PERSONALES	112
9.1.18. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD	113
9.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	113
9.2.1. RIESGOS PREVISIBLES	114
9.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS	114
9.2.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	116
9.2.4. REVISIONES PERIÓDICAS	116
9.2.5. ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES	116

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.2.6. ALMACENAMIENTO.....	116
9.2.7. USO DE BOTELLAS EN LOS TAJOS	117
9.2.8. FORMACIÓN DEL PERSONAL	118
9.2.9. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN LA OBRA.....	118
9.2.10. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS	118
9.2.11. REUNIONES DE SEGURIDAD	119
9.2.12. MEDICINA ASISTENCIAL	119
9.2.13. CONTROL MÉDICO	119
9.2.14. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	120
9.2.15. MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES	120
9.2.16. VESTUARIOS Y ASEOS	120
9.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES	121
9.3.1. OBJETO	121
9.3.2. DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS	121
9.3.3. PROTECCIONES PERSONALES	124
9.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS.....	124
9.3.5. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD	125
9.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS	126
9.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO	147
9.5.1. OBJETO	147
9.5.2. PRESUPUESTO PARCIAL.....	148
9.5.3. PRESUPUESTO GENERAL	153
10. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	154
10.1. ALCANCE	154
10.2. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	155
10.3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.....	159
10.4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	160
10.5. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS	161
10.5.1. PRESUPUESTOS PARCIALES	161

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.5.2. TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN	161
10.5.3. RCD DE NATURALEZA PÉTREA	162
10.5.4. 162	
10.5.5. RCD DE NATURALEZA NO PÉTREA	162
10.5.6. RESIDUOS PELIGROSOS.....	162
10.5.7. PRESUPUESTO GENERAL.....	163
11. PLAZO DE EJECUCIÓN	164
12. CONCLUSIONES	165

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

1. PROMOTOR

El peticionario del proyecto es:

SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

CIF: B-71400147

Domicilio social: Calle Frauca 13, 31500 Tudela, Navarra

Persona de contacto: Marta Arejula

Calle Frauca 13, 31500 Tudela, Navarra

Teléfono de contacto: 948 848 848

e-mail: marejula@invermanagement.com

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

2. ANTECEDENTES

Con fecha 28 de noviembre de 2018, en sesión del de Gobierno de Navarra, se adoptó un acuerdo por el que se declaró inversión de interés foral el proyecto empresarial del Grupo Enhol para la puesta en marcha y explotación de cuatro plantas solares fotovoltaicas en diferentes Términos Municipales de la Ribera Baja, promovidas por el Grupo Enhol, siendo unas de ellas las futuras PSF La Nava y PSF Ebro-I, de 50MWp cada una.

SOLEN ENERGÍA LA NAVA, S.L. promueve la instalación de una planta de producción de energía eléctrica solar fotovoltaica, denominada “Planta Solar Fotovoltaica PSF La Nava”, de 50 MWp de potencia, situada en el término municipal de Tudela (Navarra).

La energía producida en la Planta Solar Fotovoltaica PSF La Nava y en la Planta Solar Fotovoltaica PSF Ebro-I, será evacuada a través de la nueva subestación eléctrica SET La Nava 66/30 kV mediante una línea subterránea 66 kV que se unirá con la SET La Cantera 66kV donde tiene concedido permiso de acceso a la Red de Transporte en el nudo La Serna 400kV.

La Subestación Eléctrica La Nava 66/30 kV se encuentra situada en el T.M. de Tudela en la provincia de Navarra.

El desarrollo de esta instalación quiere contribuir a aumentar la importancia de las energías renovables en la planificación energética de la Comunidad Foral de Navarra y de España, teniendo en cuenta todas las directivas y objetivos que se han establecido para la constitución de un porcentaje de la demanda de energía primaria convencional por energías renovables.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

3. OBJETO

El presente Proyecto Técnico Administrativo tiene por objeto solicitar y obtener autorización y aprobación administrativa para la ejecución de instalaciones necesarias para la evacuación de energía de la Planta Solar Fotovoltaica PSF La Nava y de la Planta Solar Fotovoltaica PSF Ebro-I, así como la solicitud de todas las autorizaciones y permisos que sean necesarios para la aprobación del mismo. Para ello se presenta este proyecto, que incluye:

- La descripción y justificación de la Subestación Eléctrica La Nava 66/30 kV de 100 MVA nominales de potencia de transformación.
- Planos descriptivos, tanto de situación, implantación, plantas generales, planos de detalle de obras civiles y sistemas eléctricos, de la subestación.
- Lista de mediciones y presupuesto de las instalaciones propuestas.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

4. **NORMATIVA**

La legislación y normas aplicables al proyecto son, fundamentalmente, las indicadas a continuación (se considerarán en su última edición, con sus modificaciones y enmiendas posteriores que les afecten):

GENERAL

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, publicado en BOE número 222 de 13 de septiembre de 2008.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, publicado en BOE número 303 de 17 de diciembre de 2004.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos, publicado en BOE número 82 de 5 de abril de 2003.
- 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, publicado en BOE número 148 de 21 de junio de 2001.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, publicada en BOE número 296, de 11 de diciembre de 2013.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, publicado en BOE número 97 de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, publicado en BOE número 188 de 7 de agosto de 1997.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

ELECTRICIDAD

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, publicado en BOE número 139 de 9 de junio de 2014.
- 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 y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, publicado en BOE 68 de 19 de marzo de 2008.
- Real Decreto 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, publicado en BOE número 167 de 13 de julio de 2013.
- Real Decreto 1110/07, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, publicado en BOE número 224 de 18 de septiembre de 2007.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51, publicado en BOE número 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, editada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución, publicado en BOE número 268 de 8 de noviembre de 2001.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, publicado en BOE número 310 de 27 de diciembre de 2000.
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica, publicada en BOE número 95 de 21 de abril de 1999.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, publicada en BOE número 310, de 27 de diciembre de 2013.
- Real Decreto 1939/1986, de 6 de junio, por el que se declaran de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los cables conductores desnudos de aluminio-acero, aluminio homogéneo y aluminio comprimido y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía, publicado en BOE número 226, de 20 de septiembre de 1986.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, por el que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio, publicado en BOE número 135 de 6 de junio de 1986.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, publicado en BOE número 234, de 29 de septiembre de 2001.
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de la Energía, por la que se establecen normas de ventilación y acceso de ciertos centros de transformación, publicada en BOE número 152 de 26 de junio de 1984.
- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, publicada en BOE número 313 de 31 de diciembre de 1994.
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

de servicio. Normas particulares y Condicionado Técnico de las Compañías Eléctricas suministradoras.

OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-2008), publicado en BOE número 203 de 22 de agosto de 2008.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, publicado en BOE número 74 de 28 de marzo de 2006.
- 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 y se modifica el Real Decreto 314/2006, publicado en BOE número 254 de 23 de octubre de 2007.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3); Orden de 2 de julio de 1976 por la que se confiere efecto legal a la publicación del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, publicada en BOE número 162 de 7 de julio de 1976.
- Orden FOM/475/2002, de 13 de febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a hormigones y aceros, publicada en BOE número 56 de 6 de marzo de 2002.
- Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones, publicada en BOE número 139 de 11 de junio de 2002.
- Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos, publicada en BOE número 83 de 6 de abril de 2004.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos, publicada en BOE número 3 de 3 de enero de 2015.

SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/95, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/97. Reglamento de los servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 50/98. Modificación de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de explosivos.
- Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 773/97. Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 488/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 487/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras
- Orden de 9 de Marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y sus modificaciones posteriores.
- Estatuto de los trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Código de circulación.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

IMPACTO AMBIENTAL Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- 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.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

OTRAS

- Ordenanzas Municipales en vigor.
- Cualquier disposición de nueva aparición que pueda complementar y/o modificar las anteriores.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5. MEMORIA

5.1. EMPLAZAMIENTO

La Subestación Eléctrica La Nava 66/30 kV, se encuentra ubicada en el término municipal de Tudela (Navarra), en la parcela 203 del polígono 40. Sus coordenadas ETRS89 al huso 30 son:

Punto	X	Y
1	608.970,3382	4.662.778,0367
2	608.970,3382	4.662.742,0367
3	608.937,3382	4.662.742,0367
4	608.937,3382	4.662.778,0367

Tabla 2: Vértices de la Subestación de La Nava 66/30 kV.

La subestación ocupará aproximadamente 1.188 m² de terreno.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA SET PROYECTADA

La subestación eléctrica SET La Nava proyectada, consta de un parque de intemperie de 66 kV equipado con una posición de transformador con salida de línea. En el edificio se alojarán las cabinas de 30 kV. Para dicho nivel de 30 kV se propone una configuración de simple barra con celdas blindadas aisladas en SF₆.

Estará formada por:

NIVEL DE 66 KV (INTEMPERIE)

Una posición de transformador-línea, formada por los siguientes elementos:

- Un (1) transformador de potencia de 100 MVA 66/30kV.
- Dos (2) juegos de tres pararrayos autoválvulas de protección de línea y de transformador.
- Un (1) seccionador tripolar de línea, con cuchillas de puesta a tierra.
- Un (1) interruptor automático tripolar en SF₆.
- Un(1) juego de transformadores de intensidad para medida y protección
- Un (1) juego de botellas terminales

Posición de medida de línea, formada por los siguientes elementos:

Esta posición está constituida por los siguientes elementos:

- Tres (3) Transformadores de tensión inductivos de relación $66.000:\sqrt{3} / 110:\sqrt{3}-110:\sqrt{3}-110:\sqrt{3}$, y de potencias y clases de precisión 20 VA cl 0,2, 75 VA cl 0,5-3P y 75 VA cl 0,5-3P.

Cada transformador de tensión va acompañado de un compartimento de baja tensión o armario de protección donde están ubicados los equipos de protección, mando y control.

Los transformadores de tensión inductivos se montarán sobre una estructura metálica única, que además de soportar dichos equipos servirá para la fijación del

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

armario de protecciones en el que se instalarán los equipos de mando, control, medida y protección asociados a la posición.

NIVEL DE 30 KV (INTERIOR)

Consiste en un conjunto de celdas de 36 kV de aislamiento SF₆ en un embarrado, con las siguientes funciones:

- Una (1) celda de protección del transformador de potencia, lado 30 kV.
- Tres (3) celdas de protección de salida de línea de 30 kV del parque fotovoltaico La Nava:
 - Línea 1 – 14 MW (La Nava)
 - Línea 2 – 14 MW (La Nava)
 - Línea 3 – 14 MW (La Nava)
- Una (1) celdas de protección de salida de línea de 30 kV del parque fotovoltaico Ebro-I:
 - Línea 1 –42 MW (Ebro-I)
- Una (1) celda de alimentación a transformador de servicios auxiliares (TSA).
- Dos (2) celdas de medida

Además el nivel de 30 kV interior dispone de:

- Sistema integrado de control y protección consistente en cuadros de mando, medida, protección y control, consola de operación local, RTU.
- Servicios auxiliares constituidos por un transformador de MT/BT de 160 kVA, cuadros de distribución de corriente alterna y continua y por las baterías de corriente continua.
- Sistema de comunicaciones en tiempo real mediante fibra óptica.

El transformador de servicios auxiliares se ubica en el parque intemperie.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.2.1. DATOS BÁSICOS DE DISEÑO

La aparamenta a instalar cumple con los siguientes valores mínimos para cada uno de los niveles de tensión aplicables en la instalación:

Nivel de tensión	30 kV	66 kV
Tensión nominal (kV ef.)	36	66
Tensión más elevada para el material (kV ef.)	50	72,5
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta)	170	325
Tensión soportada a impulso tipo maniobra (kV cresta)	70	140
Intensidad de cortocircuito, 0,5 segundos (kA)	25	25

5.3. SISTEMA DE 66 KV

El sistema en el nivel de 66 kV está compuesto por elementos localizados en el parque exterior.

Los elementos principales que constituyen este sistema son los transformadores de potencia, autoválvulas, transformadores de intensidad, transformadores de tensión, seccionadores e interruptores automáticos.

La selección de estos elementos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo a la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

Todos los elementos que constituyen la aparamenta de las distintas posiciones tendrán características similares, salvo que se indiquen expresamente las diferencias existentes.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.3.1. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

A continuación se describen las principales características del transformador de potencia a instalar objeto de esta memoria.

Potencia nominal80/100 MVA ONAN / ONAF

Nº de unidades 1

Tipo Trifásico en baño de aceite mineral

Tensión primaria en vacío.....66.000 V

Regulación lado AT En carga, automático motorizado 21 tomas $\pm 10 \times 1\%$

Tensión secundaria en vacío30.000 V

Servicio..... Continuo

Instalación Intemperie

Grupo de conexión YNd11

Tensión de cortocircuito..... 12,5 %

Frecuencia.....50 Hz

Temperatura ambiente (Máx / mín)..... 40°C / -25°C

Altitud< 1.000 m.s.n.m.

Características generales:

Niveles de aislamiento de los arrollamientos con onda de choque 1,2/50 μs

Primario (fases)..... 325 kV

Primario (neutro) 325 kV

Secundario..... 170 kV

Niveles de aislamiento arrollamientos con 50 Hz 1 min.

Primario (fases)..... 140 kV

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	N° DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Primario (neutro) 140 kV

Secundario 70 kV

Construido según normas CEI-76 / UNE 20101

El transformador de potencia poseerá las siguientes características constructivas:

- Tapa de acero laminada en caliente, reforzada con perfiles, resistente al vacío de 0,5 mm de Hg y a una sobrepresión interna de 350 milibares.
- Radiadores galvanizados adosados a la cuba mediante válvulas de independización.
- Arrollamientos de cobre electrolítico de alta conductividad, independientes y aislados entre sí.
- Circuito magnético constituido por tres columnas y culatas en estrella, formadas por láminas de acero al silicio, laminadas en frío, de grano orientado. Todas las uniones se realizarán a 45° solapadas.
- Circuito magnético puesto a tierra mediante conexiones de cobre, a través de la cuba.

El transformador incorporará al menos los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión de transformador;
- Depósito de expansión de cambiador de tomas;
- Desecadores de aire;
- Válvula de sobrepresión;
- Relé Buchholz;
- Relé Buchholz de cambiador de tomas;
- Dispositivo de recogida de gases;
- Termómetro;
- Termostato;
- Cambiador de tomas en primario en carga de 21 escalones.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Placas de toma de tierra bimetálicas;
- Ruedas orientables en las dos direcciones principales;
- Soporte para apoyo de gatos hidráulicos;
- Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte;
- Sonda de medida de temperatura tipo PT-100;
- Caja de conexiones;
- Placa de características de acero inoxidable, grabada en bajorrelieve con los datos principales del transformador, así como un esquema de conexiones.

5.3.2. AUTOVÁLVULAS

Estos elementos protegen a la instalación de averías ocasionadas por sobretensiones de tipo atmosférico originadas en la red. Se instalarán dos juegos de pararrayos, uno junto al transformador de potencia y otro a la llegada de la línea.

Las autoválvulas seleccionadas para esta instalación tienen las siguientes características:

Tipo Óxido de Zinc

Nº de unidades6 (2 conjuntos de 3 unidades)

Tensión máxima de servicio (Um)..... 72,5 kV

Tensión nominal (Ur) 66 kV

Clase de descarga..... cl 2

Línea de fuga mínima 25 mm/kV

Intensidad nominal de descarga cresta..... 10 kA

Servicio..... Intemperie

Se instalará un contador de descargas individual para cada una de las autoválvulas.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.3.3. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Se instalará un interruptor automático en la posición de línea con las siguientes características generales:

TipoTrifásico

Nº de unidades 1

Instalación Intemperie

Servicio..... Continuo

Aislamiento interno y fluido extintor..... SF₆

Altitud < 1.000 m

Temperatura ambiente (Max / min.) 40°C / -25°C

Tensión de servicio 66 kV

Tensión más elevada para el material 72,5 kV

Frecuencia.....50 Hz

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) 140 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) 325 kV

Intensidad Nominal2.000 A

Corriente asignada de corta duración (3 s) 25 kA

Poder de corte asignado en cortocircuito 25 kA

Poder de cierre asignado en cortocircuito 80 kA cresta

Secuencia de maniobras O - 0.3s - CO - 1 min - CO

Accionamiento:

Uni / tripolar Tripolar

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Tipo Electromecánico, tensado de resortes.

Tensión motor 110/125 Vcc

Tensión mando 110/125 Vcc

Aislamiento externo Porcelana marrón

Equipado con:

- Motor, bobinas de cierre y apertura
- Relés antibombeo y resistencia anticondensación
- Manómetros y densímetros para vigilancia de presión (uno por polo con tres niveles de detección ajustables)
- Contactos auxiliares de posición de interruptor
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando

5.3.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

La función de un transformador de intensidad es la de adaptar los valores de intensidad que circula por la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser captados por los equipos de protección y medida.

Se instalará un juego de transformadores de intensidad, con un transformador por fase en la posición de línea.

Servicio..... Intemperie

Nº de unidades 3

Tensión de servicio 66 kV

Tensión más elevada para el material 72,5 kV

Relación de transformación 500-1.000 / 5-5-5-5 A

Secundario 1

Potencia nominal..... 20 VA

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Clase de precisión CI 0,2s

Secundario 2

Potencia nominal 50 VA

Clase de precisión CI 0,5

Secundario 3

Potencia nominal 50 VA

Clase de precisión CI 5P20

Secundario 4

Potencia nominal 50 VA

Clase de precisión CI 5P20

Secundario 5

Potencia nominal 50 VA

Clase de precisión CI 5P20

Sobreintensidad en permanencia 1,2 In

Intensidad límite térmica (1 segundo) 80·In (min 25 kA)

Intensidad límite dinámica 200·In (min 63 kA)

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) 140 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) 325 kV

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.3.5. SECCIONADOR DE LÍNEA

Se instalará un seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra en la entrada de la línea de 66 kV. Cumplirá la misión de aislar la instalación de la red efectuando un corte visible además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación transformadora.

Características generales:

Construcción Triple columna (central giratoria)

Nº de unidades 1

Tensión de servicio 66 kV

Tensión más elevada para el material 72,5 kV

Intensidad nominal.....2.000 A

Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) 25 kA

Tensión de ensayo a Tierra y Polos:

A frecuencia industrial bajo lluvia..... 140 kV

A impulso 325 kV

Accionamiento cuchillas principales..... Mando motorizado 110/125 Vcc

Cuchillas de tierra Sí

Accionamiento cuchillas de tierra..... Mando motorizado 110/125 Vcc

Altitud < 1.000 m.s.n.m.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.3.6. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN EN LÍNEA

La función de un transformador de tensión es la de adaptar los valores de la tensión de la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser utilizados por los relés de protección y los aparatos de medida.

Se instalará un juego de transformadores de tensión, con un transformador por fase.

Características generales:

Servicio..... Intemperie

Nº de unidades 3

Tensión de servicio 66 kV

Tensión más elevada para el material 72,5 kV

Relación de transformación $66.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3} V$

Secundario 1

Potencia nominal..... 20 VA

Clase de precisión..... CI 0,2

Secundario 2

Potencia nominal..... 75 VA

Clase de precisión..... CI 0,5- 3P

Secundario 3

Potencia nominal..... 75 VA

Clase de precisión..... CI 0,5- 3P

Factor de tensión 8 horas 1,5·Un

Sobretensión en permanencia 1,2·Un

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) 140 kV

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 μ s) 325 kV

5.3.7. CONEXIÓN ENTRE APARATOS

Para las conexiones entre aparatos en el parque intemperie se empleará un conductor dúplex Aluminio-Acero 337-AL1/44-ST1A, que posee las siguientes características:

Designación.....337-AL1/44-ST1A

Sección..... 381 mm²

Diámetro 25,38 mm

Composición..... 54 + 7

Peso 1.275 kg/km

Intensidad máxima..... 719,56 A

Norma.....UNE 21.018

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizarán a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, diseños circulares y equipados con tornillería de acero inoxidable.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.4. SISTEMA MEDIA TENSIÓN

El sistema de 30 kV de la subestación está constituido por los siguientes elementos:

- Cabinas blindadas aisladas en gas SF₆.
- Botellas terminales de cable aislado de intemperie (salida del transformador).
- Conector terminal tipo pasacable aislado 18/30 kV de interconexión entre celdas y el transformador de potencia y el transformador de servicios auxiliares.
- Conectores de entrada a las celdas de 30 kV.
- Transformador de servicios auxiliares.
- Aparamenta intemperie de salida de los transformadores lado 30 kV instalada sobre soportes metálicos en el parque intemperie.
 - Pararrayos autoválvulas.
 - Aisladores soporte.
 - Seccionador tripolar.
 - Embarrado y racores de conexión.
- Reactancia de puesta a tierra.

5.4.1. CABINAS DE 30 KV

Estos equipos incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 30 kV en el interior de recintos blindados en atmósfera de gas SF₆.

El sistema de celdas de 30 kV objeto de esta memoria se compone de:

- Una (1) celda de posición de transformador
- Cuatro (4) celdas de posición de línea.
- Dos (2) celdas de medida
- Una (1) celda de servicios auxiliares.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Una (1) posición de medida de tensión en barras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características principales de estos equipos son:

Tensión nominal de aislamiento..... 36 kV

Nivel de aislamiento:

A frecuencia industrial (50 Hz) 70 kV (eficaz)

A onda de choque tipo rayo..... 170 kV (cresta)

Tensión de servicio..... 30 kV

Tensión de los circuitos de control..... 125 Vcc

Grado de protección circuitos principales de corriente..... IP 65

Grado de protección frontal de operación IP 3x

Intensidad nominal del embarrado..... 2.500 A

Corriente de cortocircuito trifásico simétrica..... 25 kA

La maniobra de puesta a tierra en las cabinas equipadas con un seccionador de tres posiciones, se realiza siempre a través del interruptor, mediante un accionamiento separado.

Los seccionadores de tres posiciones del embarrado general, van acoplados a los interruptores de potencia mediante enclavamientos mecánicos adecuados, así se consigue que los seccionadores únicamente puedan accionarse estando desconectado el interruptor y este pueda accionarse a su vez en determinadas posiciones definidas del seccionador.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.4.1.1. POSICIÓN DE TRANSFORMADOR LADO 30 KV

La conexión del transformador de potencia a su embarrado de 30 kV, se realiza mediante celda constituida por los siguientes elementos:

- 1 interruptor de potencia de corte en SF₆.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- 3 transformadores de intensidad de fase de triple secundario.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la cabina.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

Intensidad nominal de barras.....	2.500 A
Intensidad nominal en derivaciones	2.500 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	63 kA

Las características de los transformadores de intensidad de fases para medida y protección son:

Frecuencia.....	50 Hz
Intensidad térmica de corta duración	25 kA
Intensidad nominal dinámica.....	2,5 Ith
Intensidad nominal térmica permanente	1,2 In
Relación de transformación	1.250- <u>2.500</u> /5-5-5 A

Secundario 1

Potencia nominal	10 VA
------------------------	-------

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Clase de precisión..... CI 0,2s

Secundario 2

Potencia nominal 20 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Secundario 3

Potencia nominal 20 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

5.4.1.2. POSICIONES DE LÍNEA DE 30 KV

Cada posición de línea alimenta un circuito de media tensión en 30 kV procedente del Parque Fotovoltaico La Nava o del Parque Fotovoltaico Ebro-I.

Cada una de ellas está integrada por los siguientes elementos:

- 1 interruptor automático de corte en SF₆.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- 3 transformadores de intensidad de doble secundario.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la cabina.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

Intensidad nominal de barras.....2.500 A

Intensidad nominal en derivaciones 1.250 A

Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.) 25 kA

Intensidad de cortocircuito, valor cresta 63 kA

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Las características de los transformadores de intensidad de fase son:

Frecuencia.....	50 Hz
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	63 kA
Intensidad nominal térmica permanente	1,2 In
Relación de transformación	500-1.000/5-5 A
Secundario 1	
Potencia nominal	10 VA
Clase de precisión.....	Cl 0,2s
Secundario 2	
Potencia nominal	20 VA
Clase de precisión.....	5P20

5.4.1.3. POSICIONES DE MEDIDA FISCAL DE 30 KV

Cada parque fotovoltaico requiere de una posición de medida en 30 kV.

Cada una de ellas está integrada por los siguientes elementos:

- 3 transformadores de intensidad de doble secundario en barras.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la cabina.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

Intensidad nominal de barras.....	2.500 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	63 kA

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Las características de los transformadores de intensidad de fase son:

Frecuencia.....	50 Hz
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.)	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta	63 kA
Intensidad nominal térmica permanente	1,2 In
Relación de transformación	500- <u>1.000</u> /5-5 A
Secundario 1	
Potencia nominal	10 VA
Clase de precisión.....	Cl 0,2s
Secundario 2	
Potencia nominal	20 VA
Clase de precisión.....	5P20

5.4.1.4. POSICIÓN DE MEDIDA DE TENSIÓN DE BARRAS 30 KV

La posición de medida de tensión en barras está integrada por los siguientes elementos:

- 3 transformadores de tensión aislados en resina, conectados directamente a las barras de 30 kV, con las siguientes características:

Tensión nominal	30 kV
Relación de transformación	30.000/√3: 110/√3-110/√3 V-110/3 V
Secundario 1	
Potencia nominal	15 VA
Clase de precisión.....	Cl 0.2
Secundario 2	
Potencia nominal	15 VA

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Clase de precisión..... CI 0,5-3P

Secundario 3

Potencia nominal 10 VA

Clase de precisión..... CI 6P

Frecuencia.....50 Hz

5.4.1.5. POSICIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

La posición de servicios auxiliares conecta el embarrado de 30 kV con el transformador de servicios auxiliares instalado en el exterior del edificio.

Está integrada por los siguientes elementos:

- * 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra con capacidad de corte en carga.
- * 1 interruptor-seccionador con fusible de 10 A.
- * 1 detector trifásico de presencia de tensión.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

Intensidad nominal de barras.....2.500 A

Intensidad nominal en derivaciones200 A

Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.) 25 kA

Intensidad de cortocircuito, valor cresta 63 kA

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.4.2. TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Para dar suministro de electricidad en baja tensión a los diferentes consumos de la subestación se requiere la instalación de un transformador de servicios auxiliares.

Las características principales de este transformador serán las siguientes:

Tipo Seco encapsulado

Nº 1

Potencia AN..... 160 kVA

Clase térmica..... F

Clase de comportamiento al fuego..... F1

Clase climática..... C2

Clase medioambiental E2

Temperatura permanente máxima del punto más caliente..... 155 °C

Tensión de devanado primario..... 30.000 V

Regulación lado MT:

Tipo En vacío

Posiciones de regulación..... ±2,5 ±5 %

Número de posiciones..... 5

Tensión secundaria 400 V

Servicio..... Continuo

Instalación Interior

Grupo de conexión Dyn11

Tensión de cortocircuito..... 6%

Frecuencia..... 50 Hz

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Temperatura ambiente (máx. / mín.) 40 °C/ -25 °C

Altitud < 1.000 m.s.n.m.

Niveles de aislamiento en lado 30 kV

Con onda de choque 1,2/50 µs..... 170 kV

Con 50 Hz - 1 min 70 kV

Niveles de aislamiento en lado 400 V a 50 Hz – 1 min..... 3 kV

Construido según normas CEI-726 / UNE EN 60076

5.4.3. REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA

Se instalará una reactancia trifásica de puesta a tierra para el sistema de 30 kV para una corriente de defecto de 300 A, con las características indicadas a continuación:

- Tipo en baño de aceite mineral
- Servicio..... Continuo, intemperie
- Tensión nominal 30.000 V
- Intensidad de defecto 300 A
- Duración 10 seg
- Impedancia 173,2 ohm
- Grupo de conexión Zn0
- Frecuencia Nominal..... 50 Hz
- Temperatura ambiente (máx. / mín.)..... 40°C / -25°C

Transformadores de intensidad tipo BUSHING

- Cantidad 4 (3 fases + 1 neutro)
- Relación 300/5 A
- Potencia y clase de precisión 15 VA - cl. 5P20

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Niveles de aislamiento de los arrollamientos con onda de choque 1,2/50 μ s

- Primario (fases) 170 kV

Niveles de aislamiento arrollamientos con 50 Hz 1 min.

- Primario (fases) 70 kV
- Construido según normas..... CEI-289 / UNE EN 60289

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.4.4. APARELLAJE 30 KV INTEMPERIE

Sobre el soporte metálico de salida de cables del transformador de potencia por el lado de 30 kV se instalarán los elementos descritos a continuación:

5.4.4.1. PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS

En el secundario del transformador de potencia, se instalará un juego de pararrayos autoválvulas de óxidos metálicos para atenuar las sobretensiones de origen atmosférico.

Las características de los pararrayos a instalar son las siguientes:

Número de unidades.....	3
Tensión nominal pararrayos.....	36 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA
Clase de descarga según CEI 99-4	Clase 2

5.4.4.2. AISLADORES SOPORTE.

Se instalarán tres aisladores C4-170 montados sobre la estructura metálica con la función de soportar los tubos o pletinas de cobre del embarrado de salida de los transformadores por el lado de 30 kV.

5.4.4.3. SECCIONADOR 30 KV

Se instalará un seccionador tripolar para la conexión de la reactancia de puesta a tierra con la salida del transformador. Las características del seccionador a instalar son las siguientes:

Número de unidades.....	1
Instalación	Intemperie
Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	30 kV

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Tensión más elevada..... 36 kV

Intensidad nominal..... 300 A

Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.) 25 kA

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.4.5. CONDUCTORES

5.4.5.1. EMBARRADO DE SALIDA TRANSFORMADOR 30 KV

Para adaptar la salida del transformador en 30 kV a cable aislado de entrada a las celdas, se dispone de un embarrado rígido, apoyado sobre las bornas del transformador y sobre los aisladores soporte. Se trata de tubo de cobre hueco montado en intemperie. Las características principales son:

Tipo de embarrado Tubo hueco

Material..... Cu

Sección..... 2.310 mm²

Diámetro exterior/diámetro interior..... 100/84 mm.

Intensidad máxima admisible..... 3.180 A.

Este embarrado se conectará con los diferentes elementos y bornas del transformador de potencia mediante racores de conexión adecuados a los elementos a conectar, al nivel de tensión de 30 kV y a las intensidades circulantes.

5.4.5.2. CABLES AISLADOS DE INTERCONEXIÓN ENTRE CELDAS SF₆ Y TRANSFORMADOR DE POTENCIA

La interconexión de las celdas de transformador aisladas en SF₆ y el lado de 30 kV del transformador de potencia del parque, se realiza mediante tres ternas de cable aislado de polietileno reticulado RHZ1 18/30 kV de 630 mm² de cobre, instalado al aire dentro de canal, con las siguientes características:

Tipo de conductor RHZ1 18/30 kV

Material..... Cu

Sección..... 630 mm²

Intensidad admisible, instalación al aire 1 terna..... 975 A

Nº ternas..... 5/PE

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.4.5.3. CABLES AISLADOS DE INTERCONEXIÓN CON LA REACTANCIA

La interconexión entre el lado de 30 kV del transformador de potencia del parque y la reactancia, se realiza mediante un embarrado rígido, que servirá además de conexión entre el seccionador de 30 kV. Se trata de tubo de aluminio hueco montado en intemperie. Las características principales son:

Tipo de embarrado Tubo hueco

Material..... Cu

Sección..... 176,7 mm²

Diámetro exterior/diámetro interior..... 25/20 mm.

Intensidad máxima admisible.....454 A.

5.4.5.4. CABLES AISLADOS DE INTERCONEXIÓN CELDA CON TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Para la interconexión entre la celda y el transformador de servicios auxiliares se tenderá una terna de cable aislado de polietileno reticulado RHZ1 18/30 kV de 95 mm² de sección de aluminio instalado al aire dentro de canal, con las características siguientes:

Tipo de conductor RHZ1 18/30 kV

Material.....Al

Sección..... 95 mm²

Intensidad admisible, instalación al aire 1 terna.....255 A

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	N° DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5. SISTEMAS AUXILIARES

5.5.1. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El uso destinado a la instalación se enmarca dentro de la categoría de explotación industrial, sin poseer ningún local con tipo de riesgo especial (local húmedo, mojado, polvoriento, incendio o explosión,...)

5.5.2. CORRIENTE ALTERNA

Se obtendrá una tensión de 400/230 Vca obtenidos en el secundario del transformador de servicios auxiliares alimentado desde el embarrado de media tensión.

La corriente alterna se utiliza para alimentación de los siguientes sistemas:

- Alumbrado interior formado principalmente por luminarias tipo LED.
- Alumbrado exterior del parque constituido por parejas de proyectores de bajo consumo montados sobre soportes metálicos.
- Tomas de corriente, distribuidas estratégicamente por las dependencias del edificio de control.
- Calefacciones de aparatos.
- Climatización y extracción del edificio de control.
- Rectificador y cargador de baterías.
- Alimentación ventilación forzada transformador.
- Alimentación cambiador de tomas del transformador.
- Alimentación de equipo de alimentación ininterrumpida.

La distribución se realizará mediante el Cuadro General de Servicios Auxiliares de corriente alterna 400/230 Vca, el cual se instalará en la sala de servicios auxiliares del edificio, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

El cuadro general estará alimentado desde las fuentes independientes y no simultáneas arriba indicadas, estando alimentado desde la fuente principal, con las barras acopladas. En caso de ausencia de tensión un autómata programable conmutará a otra acometida viable.

El embarrado del cuadro general estará constituido por 3 barras de fase más 1 barra de neutro. Por facilidad de mantenimiento, tendrá una configuración de barra partida estando las barras 1 y las barras 2 enlazadas por medio de un interruptor motorizado.

5.5.3. CORRIENTE CONTINUA

La tensión de alimentación de 125 Vcc, será obtenida de un conjunto de dos baterías de 160 Ah con rectificador instaladas en el edificio y alimentada desde 230 Vca, proporciona una fuente de energía en ausencia de tensión de red, permitiendo mantener el control de la instalación por un periodo de tiempo determinado sin corriente alterna.

La corriente continua se utiliza básicamente en:

- Alimentación motores de tensado de muelles de interruptores.
- Alimentación de equipos de protección.
- Alimentación de equipos de mando.
- Alimentación equipos de señalización y alarmas.

Asimismo, el cuadro de corriente continua 125 Vcc, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación, tendrá dos barras independientes, desde las que se distribuirán los servicios de control y fuerza, el cual irá ubicado en la sala de servicios auxiliares del edificio.

También se instalará, en dicha sala, un cuadro de corriente continua 48 Vcc, con dos convertidores 125/48 Vcc, alimentados desde el cuadro de 125 Vcc. De este cuadro, partirán todas las alimentaciones a los equipos de comunicaciones.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5.4. CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES

Los cuadros de distribución de servicios auxiliares, tanto de c.c. como de c.a. serán metálicos y bastidor pivotante, en los que se encuentran alojados los interruptores magnetotérmicos que alimentarán a los diferentes circuitos auxiliares de la instalación, interruptores de reserva, medidores de tensión e intensidad y relés de supervisión de tensión.

5.5.5. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS EMPLEADAS

La recogida y distribución de señales a los distintos cuadros y/o apartada se realizará empleando cables. Éstos discurrirán por el interior de canales practicados en la solera del edificio, o por canales prefabricados de hormigón cuando discurran por el parque intemperie.

Cuando sea necesario comunicar un determinado elemento con el canal, se instalará un tubo de material plástico (rígido o corrugado, según conveniencia) que le proporcione protección mecánica a los conductores que discurran por su interior. El número de tubos y diámetro de los mismos que se dispondrán dependerá de la cantidad y tipo de conductores.

Por otra parte, las canalizaciones que se emplearán en el interior del edificio para dar suministro a los distintos receptores serán de distinto tipo:

- Bandeja metálica o de material plástico, con conductores con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo rígido o canal protectora de montaje superficial, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.
- Tubo corrugado empotrado en la construcción, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.

Todos los conductores serán de tipo no propagadores de la llama según UNE-EN 50265-2-1.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5.6. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO INTERIOR

En la instalación de alumbrado interior se distinguirán zonas diferentes en función de su uso y equitación; en cualquiera de los casos el nivel de iluminación deberá ser suficiente, cumpliendo con los requisitos marcados por reglamento y/o por las necesidades de la PROPIEDAD.

Se recomienda la instalación de lámparas tipo LED con el fin de obtener un ahorro energético, aumentar la durabilidad y conseguir por tanto un bajo impacto ambiental.

5.5.7. ALUMBRADO EXTERIOR

Estará constituido por:

- Alumbrado de trabajo, estará formado por proyectores de 250 W tipo LED, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado perimetral SET, formado por báculos con luminaria tipo globo.
- Alumbrada fachada edificio, estará formado por proyectores de 150 W tipo LED.

5.5.8. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Se dispondrán de luminarias autónomas de emergencia en cada dependencia, de tal forma que se pueda evacuar el edificio de forma ordenada en caso de emergencia. Éstas se colocarán encima de las puertas de salida, de tal forma que el recorrido de evacuación quede suficientemente iluminado.

Deberán poseer una autonomía mínima de 1 h, y su encendido será automático cuando la tensión descienda del 70 % del valor nominal.

5.5.9. TOMAS DE CORRIENTE

Se preverán tomas de corriente en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior. Se distribuirán en circuitos independientes según las necesidades previstas para cada instalación.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5.10. FUERZA

Se preverán tomas de corriente monofásica y trifásica en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior.

La alimentación se realizará desde los servicios auxiliares de corriente alterna por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

5.5.11. VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

La instalación de aire acondicionado y ventilación se ha previsto con los siguientes criterios:

En la sala de control, sala de protección y medida, sala de servicios auxiliares y celdas de MT un sistema de aire acondicionado. Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

Se recomienda en la medida de lo posible la instalación de máquinas de alta eficiencia energética (A, A+ o A++) con el fin de reducir consumos y contribuir a la conservación del medio ambiente.

En el aseo se ha previsto la instalación de dos extractores tipo S&P modelo EDM-200 o similar, para fijación en falso techo, con una capacidad de renovación mínima de 400 m³/hora a una presión de 12 mm.c.a.

5.5.12. SISTEMAS DE PROTECCIÓN (INCENDIOS E INTRUSOS)

La subestación estará dotada de un sistema de detección de incendios a base de detectores termo-velocimétricos y ópticos, y de 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 sin esperar la actuación del sistema de detección.

El diseño del edificio, debido a su arquitectura compartimentada, sirve por propia naturaleza como protección ante la propagación de un hipotético incendio en una de las salas. Las características de los paramentos de separación entre salas y los

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

sistemas de sellado correspondientes son tales que ofrecen una resistencia al fuego de RF-120.

La extinción de incendios se realizará manualmente con extintores de 5 kg de capacidad de CO₂ y 6 Kg. de polvo polivalente situados en el interior del edificio.

El edificio también estará dotado de un sistema de anti-intrusismo con alarma. El sistema de anti-intrusismo será el encargado de detectar la presencia humana dentro del edificio, cuando se suponga no esté autorizada, es decir cuando el sistema esté activado.

Los detectores actuarán mediante pulso negativo, es decir la señal que transmiten en condiciones normales a la central será de un “uno” lógico y en caso de detección transmitirán un “cero”, iniciándose el proceso de alarma. Con esto se evita una posible manipulación de los detectores.

Se realizará también la preinstalación para un sistema de vigilancia perimetral de la subestación y control de accesos a la misma.

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 (anti-incendios y anti-intrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la alarma local y otra hacia el sistema de comunicaciones exteriores.

En el parque de intemperie, ubicado en las cercanías de los transformadores de potencia, se instalará junto a ellos un extintor móvil de 25 kg de polvo polivalente.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	N° DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5.13. CONTROL Y PROTECCIÓN

Para la subestación proyectada se plantea la instalación de un sistema integrado de mando, medida, protección y control de la instalación constituido a base de UCP (unidades de control de posición) cuyas funciones de protección se completan con relés independientes, comunicados todos ellos con la UCS (unidad de control de subestación) equipada con una consola de operación local.

Las principales funciones de la UCS serán:

- Mando y señalización de todas las posiciones de la subestación.
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Gestión de las comunicaciones con el sistema de telecontrol.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP.
- Gestión de periféricos: Terminal local, impresora y módem.
- Generación de informes.
- Sincronización horaria.
- Gestión de comunicaciones y tratamiento de la información con las Unidades de Mantenimiento a través de la Red Telefónica Conmutada o Red de Tiempo Real.

Las principales funciones de la UCP serán:

- Medida de valores analógicos (intensidad, tensión, potencia, etc.) directamente desde los secundarios de los T/I y T/T.
- Protección de la posición.
- Mando y señalización remota de los dispositivos asociados a la posición (interruptores, seccionadores, etc.).
- Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo asociadas a la posición.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

5.5.14. FUNCIONES DE PROTECCIÓN

Para cada una de las posiciones que componen la instalación, se enumeran a continuación las funciones de protección requeridas:

TRANSFORMADOR LADO 66 KV

- Protecciones de autogenerador.
- Protección diferencial de transformador.
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro.
- Equipo de regulación automática de tensión.
- Unidad de control de posición con al menos las siguientes funciones:
 - Centralita de alarmas.
 - Medida de intensidad, tensión y potencias activa y reactiva.
 - Mando y señalización de la aparamenta: seccionador e interruptor.
 - Control local/remoto.
 - Doble sistema de alimentación en continua con doble batería.

LÍNEA 66 KV

- Protección fallo interruptor, sincronismo, mínima tensión y discordancia de polos primera bobina registros de medidas y control de posición.
- Protección principal (87L, 67N, 27, 79,59).
- Protección secundaria (87L, 21, 79,50BF).
- Teleprotección.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

TRANSFORMADOR – LADO 30 kV.

Existirá una posición de transformador lado 30 kV, contando con los siguientes elementos:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro del transformador lado 30 kV.
- Protección de máxima tensión homopolar.
- Unidad de control de posición con al menos las siguientes funciones:
 - Centralita de alarmas.
 - Medida de intensidad, tensión y potencias activa y reactiva.
 - Mando y señalización de la aparamenta: seccionador e interruptor.
 - Control local/remoto.

LÍNEAS 30 kV

La posición de línea de 30 kV contará con los siguientes elementos:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro.
- Protección de sobreintensidad de neutro sensible.
- Unidad de control de posición con al menos las siguientes funciones:
 - Centralita de alarmas.
 - Medida de intensidad, tensión y potencias activa y reactiva.
 - Mando y señalización de la aparamenta: seccionador e interruptor.
 - Control local/remoto.

REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA DE 30 kV

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N).

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

MEDIDA DE ENERGÍA

La medida de energía se ha diseñado de acuerdo con el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, aprobado por el Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Para realizar la medida de la energía generada en los parques fotovoltaicos se instalarán en la SET un equipo de medida del tipo 1 por cada planta en las celdas de Media Tensión, instalando un equipo de medida principal (MP) y medida redundante (MR).

El punto de medida tipo 1 consta de los siguientes sistemas:

Sistema de medida principal (MP):

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem.

Sistema de medida redundante (MR):

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem.

Características de los Equipos de Medida:

- El registro de energía activa y reactiva será realizado en todos los sentidos y cuadrantes, respectivamente, en que sea posible la circulación de energía.
- Dispondrán de dispositivos de comunicación para la lectura remota todos los equipos de medida.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Para permitir la lectura local y la parametrización de los equipos en modo local, dispondrán de al menos un canal de comunicaciones apropiado, ya sea a través de un puerto serie RS-232 o un optoacoplador.
- Los equipos de medida deberán disponer de al menos un integrador totalizador o elemento visualizador de la energía circulada que garantice su lectura tras ausencia de tensión de red, incluso cuando la opción horaria o por períodos sea la elegida, durante un tiempo no inferior a seis meses para todos los puntos de medida.
- El control de la potencia se efectuará mediante maxímetros. Se requerirán seis maxímetros en todos estos puntos, con un periodo de integración de 15 minutos.
- Se instalarán registradores con carácter general, los cuales podrán estar integrados en un contador combinado o constituir un dispositivo independiente de los contadores. Cada registrador podrá almacenar información de uno o más equipos de medida, con las condiciones que establezcan las instrucciones técnicas complementarias.
- El registrador de puntos de medida deberá tener capacidad para parametrizar periodos de integración de hasta 5 minutos, así como para registrar y almacenar los parámetros requeridos para el cálculo de las tarifas de acceso o suministro (energías activa y reactiva y valores de potencia), con la periodicidad y agregación que exija la normativa tarifaria correspondiente. Cuando ésta no requiera un periodo de integración menor, el registro de energía activa será horario.
- La clase de precisión de los transformadores de medida y los contadores de energía activa y reactiva que deberán cumplir los equipos de medida se resume en el siguiente cuadro:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Tipo de punto	Clase de precisión			
	Transformadores		Contadores	
	Tensión	Intensidad	Activa	Reactiva
1	0,2	0,2 S	≤0,2 S	≤0,5

Tabla 3: Clase de precisión de los transformadores de medida.

5.5.15. TELECONTROL

Para el control de la subestación se implementará un sistema integrado de control, protección y autosupervisión con ejecución modular, tanto en su parte física como en su parte lógica, y redundante. El sistema permitirá realizar trabajos de mantenimiento “en línea” y dispondrá de una autosupervisión permanente individual.

El sistema de control local de la subestación se comunicará con las unidades de protección y control de las posiciones de AT. Dicho sistema, ubicado en la Sala de Control de promotor, dispondrá del software de interfaz de usuario necesario para su utilización eventual desde la propia subestación, ya sea para funciones de control local en la propia subestación o para control remoto en las instalaciones dependientes de él.

5.5.16. EQUIPOS COMUNICACIONES

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones externos consisten en canales de comunicación para las teleprotecciones de línea y los circuitos de telecontrol. Habrá doble sistema de comunicaciones por fibra óptica (f.o.)

Para las comunicaciones internas, dentro de la subestación, entre las protecciones y las unidades de control de las posiciones y de la subestación se utilizarán enlaces por f.o., por lo que se dispondrá una red, con protección antirroedores, entre los armarios de protecciones y también con el armario de comunicaciones, situado en el edificio de la subestación, necesario para la interconexión con los diferentes centros de control.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

6. RED DE TIERRAS

6.1. INFERIORES

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la Subestación está dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre de 120 mm² de sección, enterrada en el terreno a 60 cm de profundidad, formando una malla poligonal de dimensiones máximas de 38 x 35 m.

Los conductores estarán y embebidos en tierra vegetal para facilitar la disipación de corriente.

Los cruces de los conductores de tierra y las derivaciones de las tomas de tierra con la malla de tierras, se realizan mediante soldaduras aluminotérmicas.

Se preverán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, así como las tomas de tierra para unión con el mallazo del edificio de control

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

7. OBRA CIVIL

7.1.1. PARQUE INTEMPERIE

El acondicionamiento del terreno y demás actuaciones necesarias sobre el parque intemperie se describen en los apartados siguientes.

7.1.2. ACOPIO DE MATERIALES

Se acondicionará la zona adyacente a la subestación, de uso agrícola, como zona de acopio de materiales, zona de vertido y parque de maquinaria.

7.1.3. DESBROCE

Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 50 cm en toda la superficie donde se va a instalar la subestación.

7.1.4. EXPLANACIÓN Y NIVELACIÓN DEL TERRENO

Se procederá a la explanación, desmonte, relleno y nivelación del terreno, aproximadamente unos 15 cm por debajo de la cota definitiva de la instalación.

7.1.5. RELLENO CON APORTACIONES

Si fuese necesario, se aportará un relleno de préstamo, de zahorra compactada en capas de 30 cm hasta alcanzar la cota definitiva.

7.1.6. RED DE TIERRAS

La red de tierras general de la instalación estará compuesta por:

- Conductor desnudo de Cu de 120 mm².

Malla poligonal de dimensiones máximas de 38 x 35 m.

- Profundidad 0,6 m.

Los conductores estarán y embebidos en tierra vegetal para facilitar la disipación de corriente.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Los cruces de los conductores de tierra y las derivaciones de las tomas de tierra con la malla de tierras, se realizan mediante soldaduras aluminotérmicas.

Se preverán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, así como las tomas de tierra para unión con el mallazo del edificio de control

7.1.7. CIMENTACIONES DE APARATOS

Los materiales a utilizar en las cimentaciones correspondientes, son:

Hormigón de relleno: HM-25.

Hormigón armado: HA-25/B/20/IIa.

Acero: B 500 S (para el caso de cercos de atado).

7.1.8. BANCADA DE TRANSFORMADORES Y DEPÓSITO DE ACEITE

Los transformadores de potencia se dispondrán sobre unas bancadas de hormigón armado. Estas bancadas abarcarán la totalidad de la superficie del transformador y se diseñarán para soportar el peso de la máquina y recoger el aceite de posibles fugas.

Las bancadas estarán recubiertas por una capa de cantos rodados, con la que se obtendrá una función de apagafuegos ante la posible pérdida de aceite en combustión.

Se construirá anejo a las bancadas un depósito de aceite que recoja las posibles fugas y las confine hasta su retirada por un gestor de residuos autorizado.

7.1.9. CANALIZACIONES DE PARQUE

Para la recogida de los cables de alimentación y señales de los diferentes equipos y aparamenta de parque y conducción de los mismos al edificio de control se instalan canalizaciones de cables.

Las canalizaciones para conducción de cables a instalar son de dos tipos:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Prefabricadas, o canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado con tapas de hormigón accesibles desde la superficie, ejecutadas según plano dotando al trazado de la canalización de una salida de aguas y de una pendiente aproximada del 2% para la evacuación de aguas procedentes de lluvias. Esta canalización está comunicada con el edificio de control.
- Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubo de PEAD para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales.

7.1.10. TERMINACIÓN SUPERFICIAL

El parque intemperie se remata con dos tipos de acabados:

- Capa de grava superficial de 10 cm en el recinto interior salvo viales y aceras.
- Pavimentado de vial de acceso y acera perimetral del edificio de control.

7.1.11. CERRAMIENTO PERIMETRAL

La subestación tendrá un vallado perimetral de 2,5 metros de altura, con malla metálica galvanizada de simple torsión.

Además contará con una pantalla vegetal para prevenir posibles colisiones de aves y reducir el impacto visual en el caso de que fuese necesario.

Los postes metálicos de fijación de la valla se colocarán cada 3 m.

7.1.12. EDIFICIO

El edificio, constituido por una sola planta, tendrá la siguiente distribución interior:

- (1) Sala de celdas de Media Tensión.
- (1) Sala de armarios de control y servicios auxiliares
- (1) Aseos y vestuarios.
- (1) Almacén.

La sala de celdas de media tensión, de 52,04 m², constará de una única dependencia y estará dedicada a albergar las celdas de media tensión del parque fotovoltaico. A esta sala se accederá desde el exterior del edificio y por dentro del edificio a través de la sala de armarios control.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

La sala de armarios de control y servicios auxiliares, de 64,36 m², constará de una única dependencia y estará integrada por los cuadros de control y protecciones correspondientes, así como los sistemas informáticos y resto de equipos necesarios para la explotación y control de la subestación, las baterías y los cuadros de servicios auxiliares propios. El acceso se realizará desde el exterior del edificio y por dentro del edificio a través de la sala de celdas de media tensión y de la sala de reuniones.

La sala de aseos y vestuarios, de 12,42 m², dispondrá de lavabos, y sanitarios, en habitáculos independientes, siendo uno de los dos aseos para minusválidos, por lo que estará dotado por una barra abatible. Para facilitar el acceso a este, la puerta de acceso será corredera. Se proveerá de agua corriente caliente y del equipamiento sanitario suficiente en caso de visitas. Se accederá a esta zona desde el interior del edificio.

El almacén, de 81,89 m², constará de una única dependencia y se accederá desde el exterior del edificio.

En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables entre el edificio y el parque intemperie, que deberán sellarse a la conclusión de los trabajos.

El edificio posee unas dimensiones totales de 21,80 m de largo por 10,60 m de ancho. La superficie total construida es aproximadamente de 231,08 m² y la altura del alero al suelo es aproximadamente de 5 m.

Se trata de una planta rectangular con cerramiento de paneles prefabricados de hormigón y cubierta a dos aguas con teja cerámica curva roja con canalones y bajantes de PVC. El acabado del edificio será con aquel material que mejor se integre con el entorno, para minimizar, en la medida de lo posible, el impacto visual.

Se realizará una solera de hormigón armado a distintos niveles en función de la dependencia en que se encuentre, colocada sobre una capa de encachado de grava. Dicha solera se rematará superficialmente mediante un revestimiento de resina epoxi en dos capas de 1 mm de espesor.

Se dispondrá suelo técnico en las salas.

El aseo y la sala de reuniones tendrán un solado de terrazo sobre capa de mortero de cemento.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

La terminación de los techos se realizará con la técnica de falso techo en todas las salas.

Las particiones interiores del edificio como paredes, sellado de paso de cables y puertas tendrán una resistencia al fuego de 2 horas (RF-120).

Las puertas de acceso al interior del edificio serán abatibles hacia el exterior mediante doble hoja de las dimensiones adecuadas a los equipos a instalar. Estas puertas irán pintadas con pintura anticorrosiva y con una banda fotoluminiscente epoxi de 10 cm en la parte interior.

El edificio irá bordeado por una acera de 1,5 m de anchura y acabado igual que la fachada del edificio.

7.1.13. CIMENTACIÓN DEL EDIFICIO

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapatas con la configuración de zapata corrida y con pasamuros previstos para el paso de cables e instalaciones al edificio.

7.1.14. ESTRUCTURA

La estructura estará constituida por pilares y vigas de hormigón armado de construcción in situ.

El sistema utilizado en los forjados será de bovedilla unidireccional de hormigón o placa alveolar.

El cálculo de la estructura portante se realizará de acuerdo con la normativa EHE, actualmente vigente con los valores característicos dados por la norma CTE, de acciones en la edificación.

Tanto en forjados como en las vigas y pilares de los pórticos, se tendrán en cuenta la norma EHE, actualmente vigente.

7.1.15. CUBIERTA

La cubierta será a un agua, de paneles sándwich o compuesto tipo teja. El panel sándwich está compuesto por dos capas, metálicas o de aluminio y un interior de poliuretano. Será de material y color similar a los del entorno con el efecto de mejorar la integración paisajística.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

7.1.16. CERRAMIENTO

El cerramiento vertical será de paneles prefabricados de hormigón, de 20 cm de espesor pintado tanto en interior como en exterior. Dicho paramento cumplirá con las especificaciones de transmisión de calor que marca la normativa CTE. Las paredes divisorias interiores serán de tabicón de 20 cm de espesor. El color de la pintura exterior será de un color similar al del entorno con el efecto de mejorar la integración paisajística.

7.1.17. REVESTIMIENTOS

Los revestimientos para las diferentes salas interiores del edificio serán pintados.

7.1.18. PAVIMENTOS

Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm de grueso con mallazo equipotencial de 30×30 cm formado por redondos de diámetro 6 mm. El acabado del pavimento será de terrazo de 30×30 cm en las salas. En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará una solera de hormigón visto. En el almacén será de pintura de epoxi.

Sobre la solera del edificio se ejecutarán zanjas de 1 m y 0,5 m de profundidad, para el tendido y distribución de los cables de potencia y de control.

Las zanjas se cubrirán con chapas lagrimadas de 3 mm de espesor, apoyadas sobre perfiles metálicos.

Se prevé la instalación de suelo técnico en la sala de servicios auxiliares, en la sala de armarios de control, en la sala de telecontrol, en la sala reserva, en la sala de reuniones y en el despacho.

7.1.19. EVACUACIÓN

Las aguas pluviales se recogerán en las cubiertas mediante canalones para proteger al edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Las bajantes se conectarán con la red de evacuación de aguas pluviales.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

7.1.20. CANALIZACIONES DE CABLES

En el interior del edificio se instalan zanjas de conducción de cables subterráneas, con tapa de chapa metálica, para conexión entre aparatos de campo y cuadros de mando, medida, protección, control y comunicaciones instalados en el interior del edificio.

Se prevé la instalación de tubos de PEAD de 200 mm de diámetro para el paso de cables entre distintas zanjas y para la conexión con los distintos aparatos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

8.1. OBRA CIVIL

8.1.1. GENERALIDADES

En los terrenos previamente determinados, y cuya situación se indica en el plano de emplazamiento que se adjunta, se realizarán las labores previas de balizado y señalización con objeto de diferenciar las zonas que serán propias de la obra.

Las tierras procedentes de vaciados, así como los escombros generados, deberán ser retirados y posteriormente transportados a vertedero autorizado.

Para la realización de la obra civil, deberán tenerse muy en cuenta todas las especificaciones que se relacionan a continuación.

8.1.2. FABRICACIÓN Y TRANSPORTE A OBRA DEL HORMIGÓN

Hormigones elaborados en central

Se entiende como “central de fabricación de hormigón” al conjunto de instalaciones y equipos indicados en el art. 71.2 de la instrucción EHE-08, ajustándose asimismo a los procedimientos de dosificación, amasado, control de producción y transporte especificados en dicho artículo.

Cada entrega o recepción en el punto de empleo del hormigón en obra, irá acompañado de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón
- Número de serie de la hoja de suministro
- Fecha de entrega
 - Nombre del peticionario y del responsable de la recepción, según art. 71.4.2 de la instrucción EHE-08
 - Especificación del hormigón:

En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

1. Designación de acuerdo con el art. 39.2. de la instrucción EHE-08
2. Contenido de cemento en kg/m³ de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
3. Relación agua/cemento del hormigón con una tolerancia de $\pm 0,02$.

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

1. Contenido de cemento por m³ de hormigón.
2. Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
3. El tipo de ambiente de acuerdo con la tabla 8.2.2. de la instrucción EHE-08
 - Tipo, clase y marca del cemento
 - Consistencia
 - Tamaño máximo del árido
 - Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:2002, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene
 - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar)
 - Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco
 - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga según art. 71.4.2. de la instrucción EHE-08
 - Hora límite de uso para el hormigón

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

El fabricante de hormigón está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en los art. 28.1, 28.3, 28.4, 28.5, 28.6 y 28.7 de la instrucción EHE-08, y deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

La Dirección de obra, o la persona en quien delegue, será la responsable de que el control de la recepción del hormigón se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos, y siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo XVI de la instrucción EHE.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia (y aire ocluido, en su caso) deberá ser realizado durante la entrega. No podrá ser rechazado ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

Hormigones no fabricados en central

Las dispersiones en la calidad del hormigón a que habitualmente conduce el que no se fabrique en central hace desaconsejable esta forma de fabricación. De todos modos, en caso de utilizar este sistema, deberán extremarse las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

Los medios para la fabricación del hormigón comprenden:

- Almacenamiento de materias primas
- Instalaciones de dosificación
- Equipo de amasado

Para el almacenamiento de materias primas se tendrá en cuenta lo previsto en los artículos 26, 27, 28, 29 y 30 de la instrucción EHE-08.

La dosificación de cemento se realizará en peso. Los áridos podrán dosificarse por peso o volumen, no siendo recomendable este segundo procedimiento debido a las fuertes dispersiones a que suele dar lugar. El fabricante de este tipo de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por la Dirección de Obra. Asimismo, será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Cemento

Para los cementos que se empleen en esta obra regirá la Instrucción Técnica para la recepción de Cementos RC-08.

Podrán utilizarse aquellos cementos que, cumpliendo las instrucciones mencionadas en el párrafo anterior, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior, proporcionando al hormigón las cualidades que al mismo se exigen.

El cemento será transportado en sacos adecuados para que su contenido no sufra alteraciones, o bien a granel, mediante instalaciones especiales de transporte, cubas o sistemas similares herméticos, con seguridad y almacenamiento tales que garanticen su perfecta conservación, que su contenido no sufra alteración y que preserven el medio ambiente.

Cuando el suministro del cemento se realice en sacos, éstos se almacenarán en un sitio ventilado y resguardado tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes. Si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad. Dicho almacenamiento no deberá ser muy prolongado aún cuando las condiciones de conservación sean buenas, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable, tanto para el cemento ensacado como a granel, será de tres meses, dos meses y un mes para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5 respectivamente.

La temperatura del cemento no deberá exceder de 70°C si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos y de 40°C si se va a realizar a mano.

A la entrega de cada partida de cementos en los almacenes o silos de obra, se presentará a la Dirección de la Obra una hoja de resultados de las características físicas y químicas que se ajustarán a lo prescrito en la vigente instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08, art. 6). Dicha hoja podrá ser la que la contrata exija a su suministrador de cemento, bien entendido que el Constructor es el responsable ante la propiedad de la calidad del cemento.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

La propiedad hará las comprobaciones que estime oportunas, y en caso de que no se cumpliera alguna de las condiciones prescritas, rechazará la totalidad de la partida y podrá exigir al contratista la demolición de las obras realizadas con dicho cemento.

Los cementos a emplear serán el CEM-I y el CEM-II (según cuadros A4.2, A4.3.1, A4.4 y A4.5 del Anejo 4 de la Instrucción EHE-08). El empleo de cemento de cualquier tipo diferente de los anteriores citados habrá de ser autorizado por la Dirección de Obra, con las condiciones que en su caso establezca.

La utilización de aditivos y adiciones en el hormigón puede modificar la aptitud del cemento para la aplicación prevista, lo que debe ser tenido en cuenta, con las limitaciones establecidas en el artículo 29 de la misma Instrucción.

En el caso particular de existencia de sulfatos con un contenido superior a 3000 mg/kg, el cemento a emplear será resistente a sulfatos (SR), debiendo cumplir en su caso las prescripciones adicionales indicadas en la tabla A2.1.1 de la Instrucción RC-08.

Áridos

Los áridos cumplirán las especificaciones de la “Instrucción de Hormigón Estructural”, EHE, art. 28.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos aconsejables por estudios realizados en laboratorios.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como áridos, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor que 45° con la dirección de hormigonado
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor que 45° con la dirección de hormigonado
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza.

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites en % del peso total de la muestra detallada en la tabla 28.7 de la instrucción EHE-08.

No se utilizarán áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados según indica la norma UNE-EN 1744-1:1999, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

No se utilizarán áridos finos cuyo equivalente de arena (SE4), determinado sobre la fracción 0/4, de conformidad con el Anexo A de la norma UNE EN 933-8, sea inferior. No obstante, aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas o dolomías (entendiendo como tales aquellas rocas sedimentarias carbonáticas que contienen al menos un 70% de calcita, dolomita o de ambas), que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas siempre que el valor de azul de metileno (UNE-EN 933-9:1999) sea igual o inferior a 0,6 gramos de azul por cada 100 gramos de finos, para las mismas clases de exposiciones anteriores.

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los alcalinos del hormigón (procedentes del cemento o de otros componentes). Para su comprobación se realizará un estudio petrográfico, del cual se obtendrá información sobre el tipo de reactividad que, en su caso, pueda presentar.

Se cumplirán las siguientes limitaciones respecto a las condiciones físico-mecánicas de los áridos:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Friabilidad de la arena (FA) ≤ 40 (ensayo micro-Deval UNE 83115:1989 EX.)

Resistencia al desgaste de la grava ≤ 40 (ensayo de Los Ángeles UNE-EN 1367-2:1999)

Absorción de agua por los áridos $\leq 5\%$ (UNE 83133:90 y 83134:90)

La curva granulométrica del árido fino deberá estar comprendida dentro del huso definido en la tabla 28.4.1.a de la instrucción EHE-08, que se detalla a continuación:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

ÁRIDO	% MÁXIMO QUE PASA POR EL TAMIZ 0,063 mm	TIPO DE ÁRIDOS
Grueso	1,5%	Cualquiera
Fino	6%	Áridos redondeados Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien a alguna de las clases específicas de exposición Qa, Qb, Qc, E, H y F
	10%	Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien a alguna de las clases específicas de exposición Qa, Qb, Qc, E y F Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa, IIb, y no sometidas a ninguna de las clases de exposición Qa, Qb, Qc, E, H y F.
	16%	Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa o IIb y no sometidas a ninguna clase específica de exposición Qa, Qb, Qc, E, H y F

Tabla 4: Tipo de áridos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Antes de comenzar el suministro, la propiedad podrá exigir al suministrador una demostración satisfactoria de que los áridos a suministrar cumplen los requisitos establecidos anteriormente. El Constructor notificará cualquier cambio en la producción que pudiera afectar a la validez de la información dada.

Cada carga de árido deberá de ir acompañada con los datos del suministro, indicando el nombre del suministrador y cantera, tipo y designación del árido, cantidad de árido suministrado e identificación del lugar de suministro.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación ambiental y, especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas. Se recomienda su almacenaje en recintos atechados, convenientemente protegidos y aislados. También deberán tomarse las medidas oportunas para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

Agua

El agua utilizada tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. El agua que se emplee cumplirá las prescripciones del Artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Se rechazará el agua que no cumpla las condiciones siguientes:

- Exponente de hidrógeno (pH) ≥ 5
- Sustancias disueltas (UNE 7130) ≤ 15 gramos por litro
- Sulfatos (SO₄) (UNE 7131) ≤ 1 gramo por litro (excepto para el hormigón SR en el que se eleva el límite a 5 gramos por litro)
- Ión cloruro (Cl⁻) (UNE 7178) para hormigón armado y hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: ≤ 3 gramos por litro
- Hidratos de carbono (UNE 7132) = 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE) ≤ 15 gramos por litro.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Las características del agua a emplear y hormigones se comprobarán mediante las series de ensayos que estime pertinente la Dirección de Obra.

Hormigones

En los hormigones en masa, la carga de rotura a compresión no será en ningún caso inferior a 20 N/mm² a 28 días.

En hormigones para armar, la carga de rotura a compresión no será en ningún caso inferior a 25 N/mm² a 28 días.

La resistencia del hormigón a compresión, se refiere a la resistencia de la unidad de producto o amasada y se obtiene a partir de los resultados de ensayo de rotura a compresión, en número igual o superior a dos, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de 28 días de edad, fabricadas a partir de la amasada, conservadas con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 83301:91 y rotas por compresión según el método de ensayo indicado en la UNE 83304:84.

Cuando las resistencias características citadas anteriormente fuesen distintas de algunas de las citadas en los planos del Proyecto y/o los planos constructivos, se exigirá la mayor.

Dosificación del hormigón

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se deben cumplir los requisitos descritos en el artículo 37.3.1.

No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida para cada tipo de hormigón y clase de exposición, según artículo 37.3.2 y 37.3.3 de la instrucción EHE-08.

Control del hormigón

Se realizará un control estadístico del hormigón a fin de comprobar a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

El número mínimo de lotes que deberán muestrearse en obra será de tres, correspondiendo a lotes relativos a los tres tipos de elementos estructurales que figuran en la tabla 86.5.4.1 de la instrucción EHE-08 que se detalla:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	<i>Elementos o grupo de elementos que funcionan fundamentalment e a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)</i>	<i>Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalment e a flexión (vigas, forjados de hormigón con pilares metálicos, tableros, muros de contención, etc.)</i>	<i>Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)</i>
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1000 m ²	---
Número de plantas	2	2	---

Tabla 5: Control del hormigón.

El control se realizará determinando la resistencia de un mínimo de 5 probetas, de las cuales dos se ensayarán a 7 días (con carácter informativo) y otras dos a 28 días, tal y como se especifica en el artículo 31.3 de la instrucción EHE, quedando una probeta como contraanálisis si fuera necesario, rompiéndose ésta a los 28 días si las anteriores mostraron resultados satisfactorios, en caso contrario será la propiedad y la Dirección de Obra quienes decidirán cuando se ensayará dicha probeta.

La rotura de probetas se hará en un laboratorio, estando el Contratista obligado a retirar las probetas a las 24 horas y transportarlas al laboratorio antes de los 7 días a partir de su confección, sin percibir por ello cantidad alguna.

Si el contratista desea que la rotura de probetas se efectúe en Laboratorio distinto, deberá obtener la correspondiente autorización de la Dirección de Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el cuadro para la unidad de que se trate.

La densidad o peso específico que deberán alcanzar todos los hormigones no será inferior a 2,30, y si la media de varias probetas, determinada con el mismo criterio que

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

la resistencia característica, fuese inferior a la exigida en más del 2%, la Dirección de Obra podrá ordenar todas las medidas que juzgue oportunas para corregir el defecto, rechazar el elemento de obra o aceptarlo con una rebaja en el precio de abono.

En caso de dificultad o duda por parte de la Dirección de Obra para determinar esta densidad con probetas o muestras de hormigón tomadas antes de su puesta en obra, se extraerán del elemento de que se trate las que aquella juzgue precisas.

Productos químicos

La adición de productos químicos en mortero y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por necesidad, no podrá hacerse sin autorización expresa de la Dirección de Obra, la que podrá exigir la presentación de ensayo o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial.

Si, por el contrario, fuese necesario el empleo de algún producto aditivo o corrector, se realizarán en las condiciones que señale la Dirección de Obra.

Acero para armaduras

El acero soldable para armaduras tendrá un límite elástico aparente igual o superior a 500 N/mm², y su alargamiento repartido de rotura será igual o superior al 14%. No se fisurará plegándolo a 180° sobre un perno cuyo diámetro sea 5 veces el de la barra. Corresponderá, al menos, al tipo B 500S.

Los aceros serán acopiados en parque adecuado para su conservación, clasificados por tipos y diámetros, y de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general. Se tomarán todas las precauciones para que los aceros no estén expuestos a la lluvia, humedad del suelo y eventual agresividad de la atmósfera ambiente. En el momento de su utilización deberán estar exentos de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o adherencia.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Elementos y materiales metálicos

El acero para estructuras será del tipo S 275 JR (EN 10027-1), equivalente al A44b o calidad semejante, siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura: Comprendida entre 41 y 56 kg/mm²
- Límite elástico aparente: Superior a 26 kg/mm²
- Alargamiento mínimo de rotura: longitudinal 22%, transversal 22%.
- Los contenidos en azufre y fósforo: Serán ambos inferiores a 0,055%.

Los electrodos a utilizar para el soldeo serán de cualquiera de los tipos de calidad de estructuras definidos en la norma UNE-EN 499:1995. La clase, marca y diámetro a emplear serán propuestos por el Contratista a la Dirección de Obra antes de su uso, para su aprobación.

8.1.4. CIMENTACIONES

El hormigón a utilizar será del tipo HM-25. El hormigón armado a utilizar, si fuera necesario, del tipo HA-25. En todos los casos, se atenderá a los resultados del estudio geotécnico, si hubiese, para determinar características específicas en función de la agresividad del suelo al hormigón.

8.1.5. CANALIZACIONES

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y fuerza que llegan a los equipos desde los edificios, se realizará una red de canales prefabricados. Asimismo, los cables de potencia en su salida de las bornas de MT de los transformadores discurrirán por canales prefabricados, zanjas y arquetas multitubulares. Los pasos bajo viales, se realizarán mediante tubos embebidos en hormigón.

8.2. ESTRUCTURA METÁLICA

8.2.1. GENERALIDADES

Todas las estructuras estarán constituidas por perfiles de acero normalizados de fabricación nacional.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Estas estructuras de soporte estarán formadas por perfiles en U (UPN), o con piezas angulares empresilladas tipo celosía, con objeto de conseguir sencillez y economía.

El acero a utilizar será procedente de laminación, debiéndose ajustar a las características correspondientes de la calidad soldable tipo S 275 JR (EN 10027-1), equivalente al A44b o calidad semejante.

El coeficiente de mayoración de cargas se adoptará para los estados de carga definitivos y siempre bajo normas. En consecuencia, para espesores inferiores a 40 mm y para el tipo de acero indicado resultan las tensiones admisibles siguientes:

1730 kg/cm²

1950 kg/cm²

8.2.2. FABRICACIÓN

Se realizará de conformidad con los planos, debiendo ser su construcción lo más cuidada posible.

Se eliminarán las rebabas de laminación en relieve, en todas las zonas que deban estar en contacto con otras en las uniones de las estructuras.

El aplanado de los perfiles y chapas deberá realizarse con prensa o máquina de rodillos, y no por choque. Cuando excepcionalmente se utilice la maza o martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar un endurecimiento excesivo del material.

El corte podrá realizarse con sierra o cizalla, debiéndose eliminar posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherente a las operaciones de corte.

Queda expresamente prohibida la utilización para el corte del arco eléctrico o el soplete.

Deberán, además, tenerse en cuenta las prescripciones siguientes:

- El corte con cizalla sólo se permitirá hasta un espesor máx. de 15 mm.
- Los bordes cortados con cizalla se mecanizarán mediante piedra esmeril, buril o esmerilado posterior, o fresa en una profundidad no

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

superior a 2 mm, a fin de levantar toda la capa de material alterado por el corte.

- Se efectuarán todos los chaflanes y biselados de aristas que se indiquen en los planos, ajustándose a las dimensiones e indicaciones que se fijen en los mismos.

Las tolerancias de las longitudes máximas de los elementos de apoyo, medidas entre taladros extremos serán como mínimo de $(1+0,1L)$ mm, siendo L la longitud expresada en metros.

La fabricación de las estructuras se realizará con la suficiente precisión, de forma que no sea necesario hacer modificaciones durante el montaje para quedar dentro de las tolerancias fijadas por la norma CTE-DB-SE-A.

Cada pieza o estructura llevará la marca o número consignado en los planos punzonada en los extremos de la pieza.

8.2.3. TORNILLERÍA

La tornillería de unión de las diferentes partes de las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Será de medidas métricas según DIN 933, con arandelas según DIN 7980 y la calidad de esta tornillería será A2 de 800 N/mm² de límite elástico, según norma UNE EN ISO 3506-1:2010.

8.2.4. SOLDADURAS

Los materiales de soldeo (varillas, electrodos) serán utilizados teniendo en cuenta las recomendaciones particulares del fabricante.

Antes de iniciar la fabricación, el fabricante de las estructuras realizará cuantas pruebas sean necesarias para la correcta cualificación de los distintos métodos de soldeo manual, automático o combinación de los mismos, a tope o en ángulo, tanto de procedimientos de soldeo como en homologación de los soldadores que deban intervenir en la misma (según norma UNE o ASME IX).

La garganta de los cordones de soldadura será según el apartado 8.6 de la norma CTE-DB-S-A.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Para el montaje en taller de todas las partes que deban soldarse en ángulo habrán de acercarse hasta donde sea factible, y nunca la separación entre las partes será superior a 3 mm. Si la separación es de 1,5 mm o superior el tamaño de la soldadura será aumentado en los milímetros que mida la separación.

Cuando la junta sea de solape la separación entre las superficies a soldar no será mayor de 1,5 mm.

Se alinearán cuidadosamente las partes a soldar a tope. Las desalineaciones mayores de 3 mm serán corregidas y al hacerse la corrección las partes no se descentrarán más de 2 grados.

8.2.5. TALADRADOS

El trazado y taladrado de agujeros deberá permitir el montaje de los diferentes elementos sin forzarlos.

Los agujeros para los tornillos se ejecutarán por punzonado y taladrado, quedando prohibida la utilización para este menester de soplete o arco eléctrico.

El punzonado se permitirá en espesores no superiores a 8 mm para taladros inferiores a 17 mm, pudiendo, para diámetros superiores punzonar y escariar posteriormente a broca.

Los agujeros no podrán ser ovalados ni cónicos, ni el punzonado debe deformar el angular por embutido del material, debiendo tener el mismo diámetro en ambos extremos, con las tolerancias que más adelante se indican.

Se eliminarán las rebabas que aparezcan en taladrados y punzonados.

La coincidencia de taladros de piezas superpuestas será tal, que permita entrar a los tornillos libremente.

Las dimensiones de los taladros serán:

- Para tornillo de M12, taladro de 14 mm de diámetro
- Para tornillo de M16, taladro de 18 mm de diámetro
- Para tornillo de M18, taladro de 20 mm de diámetro

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p>MEMORIA SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 01</p>		

- Para tornillo de M20, taladro de 23 mm de diámetro

La tolerancia en todos los casos será de +0,4 mm sobre el material en negro.

Sea cual sea la forma de realizar los taladros, la tolerancia de irregularidad de separación o de alineación de los agujeros será de 0,5 mm como máximo.

8.2.6. ACABADO FINAL

Todas las estructuras deberán ser protegidas contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente, no admitiéndose piezas protegidas por galvanización en frío.

El zinc deberá tener una pureza mínima del 99%. En el 1% máximo de impurezas no deberán existir elementos que alteren la protección de las piezas de acero, ni las propiedades mecánicas de éste.

Todas las operaciones de corte, punzonado, taladrado y soldeo se realizarán antes del galvanizado. Sólo se aceptará, a posteriori, el escariado de taladros y el repaso de roscas de tuercas.

Las piezas roscadas deberán prepararse antes de la inmersión en el baño, con la tolerancia adecuada para que los filetes, una vez realizado el galvanizado, queden sin alteración y libres de adherencias y homogéneos, de forma que admitan el roscado a mano.

Las piezas con soldaduras se limpiarán con chorro de arena.

Las piezas serán decapadas en baños adecuados para garantizar su limpieza.

El recubrimiento de zinc deberá ser liso, adherente, continuo y completo, estando desprovistas las piezas de ampollas, zonas pulverulentas o no recubiertas, escorias e incrustaciones. No se admitirán elementos con glóbulos o depósitos grandes de zinc que puedan perturbar el ensamblaje normal de las piezas.

El espesor mínimo del recubrimiento de zinc será de 80 micras.

Durante la operación de galvanizado se tomarán las medidas oportunas para lograr que una vez concluida ésta, las piezas que componen cada estructura conserven su forma y posición relativas sin necesidad de rectificaciones posteriores para devolverlas a su forma primitiva.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.2.7. MONTAJE

Todas las estructuras irán atornilladas a los pernos que se encuentran ya embebidos en las fundaciones correspondientes.

El montaje se realizará de forma que ningún elemento quede sometido a esfuerzos mayores que aquellos para los que ha sido calculado.

Se pondrá especial cuidado en no dañar la protección de galvanizado de ningún elemento durante el montaje, prohibiéndose el arrastre de piezas por el suelo o descarga de las mismas por basculamiento.

Se admitirá un error máximo de $\pm 1\%$ en la cota de altura de la placa base con la que se configura en los planos. Se admitirá una desviación máxima de ± 2 mm en la situación en planta de las placas de base con relación a la situación de las mismas indicadas en el plano. Respecto al resto de las tolerancias se deberá cumplir lo indicado en la norma CTE-DB-S-A.

8.3. ARMADO E IZADO DE APOYOS

Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de sus tornillos y tuercas adecuadas, según los planos del fabricante que estarán en poder del contratista.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc.

El contratista se abstendrá de agrandar taladros, quitar rebabas, enderezar barras o cortar ingletes.

El apriete de los tornillos debe realizarse con llaves dinamométricas.

Los apoyos deben ser izados de forma que no queden dañados mecánicamente. Para ellos e utilizarán los medios necesarios y adecuados.

Una vez izado el apoyo, se repasará el apriete de los tornillos y el graneteado del filete. Deben sobresalir, al menos, tres filetes de la rosca del tornillo fuera de la tuerca.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.4. CON CARÁCTER GENERAL

8.4.1. INTERRUPTORES

Los interruptores, una vez nivelados, se regulan y ajustan comprobándose también la presión y densidad del gas a través del densímetro. El Constructor del interruptor debe aprobar la bondad del montaje.

8.4.2. SECCIONADORES

Se cuidará especialmente la regulación, ajuste del mando y engrase finales, así como la penetración de las cuchillas.

8.4.3. TRANSFORMADORES

Las cubas estarán preparadas para efectuar el vacío completo y serán de tipo convencional.

La casa constructora del transformador deberá revisar el montaje y dar su aprobación al mismo.

Las reactancias se adquirirán con todos los elementos montados en fábrica comprobándose el aislamiento y la rigidez dieléctrica del aceite.

8.4.4. RESTO DE 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.

8.4.5. RECEPCIÓN DE MATERIALES

En la recepción de los transformadores, aparamenta de parque, cables eléctricos AT y cables de F.O., apoyos de línea, se comprobará que sus especificaciones coinciden con las de proyecto y en su caso, se registrarán y comprobarán fabricantes, números de serie y ensayos obligatorios o solicitados por el cliente.

Los materiales deberán protegerse de la intemperie, hasta su ubicación en el lugar definitivo, de forma que se evite el contacto directo con el agua o humedades excesivas. En cualquier caso, no deben mantenerse los materiales en estas condiciones por un plazo mayor de siete días.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Los apoyos se transportarán en góndola o camión adecuado, hasta el almacén de la obra y desde este punto a pie de hoyo, mediante carros especiales y elementos apropiados. Se manipularán de forma que no se resientan sus estructuras.

8.4.6. INSTALACIÓN DE LAS CELDAS DE M.T.

Las celdas de media tensión deberán recepcionarse previa entrega de certificado de control de calidad del fabricante, y comprobación de inexistencia de golpes o abolladuras causados en el transporte y presión adecuada de SF₆.

Las celdas se unirán al suelo por medio de perfiles metálicos, para asegurar su nivelación y ausencia de tensiones mecánicas. Las celdas contarán con enclavamientos para evitar un accionamiento incorrecto. Todas las celdas deberán llevar indicadores de presencia de tensión.

8.5. EMBARRADOS Y CONEXIONES

Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. Luego se montarán en el suelo todos los tramos izándolos y regulándolos posteriormente.

Los embarrados de tubo se prepararán y ejecutarán en el suelo, incluyendo el doblado con máquina, empalmes si son necesarios, y taladros. En el caso de los tubos de aluminio, se prevé un equipo de soldadura para la unión de las palas de conexión. Posteriormente se izarán y montarán los diferentes tramos.

8.6. REPLANTEO Y ESTAQUILLADO

El replanteo y estaquillado de los apoyos de la línea, se verificará por el representante de la propiedad en presencia del Contratista. Comprobándose que la ubicación de los apoyos es la correcta.

La situación de cada apoyo, ha de quedar determinada mediante tres estaquillas en los de alineación (centro y puntos opuestos en la dirección del trazado) y cinco en los de ángulo (centro y puntos opuestos en la dirección de la bisectriz, y puntos opuestos en la perpendicular de ésta).

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.7. TENDIDO DE LOS CABLES SET

8.7.1. ZANJAS

En la apertura de zanjas se realizará un nivelado de su fondo con el fin de eliminar aristas u otros elementos punzantes o cortantes. El fondo deberá ser homogéneo y presentar un asiento eficaz.

Se realizarán de forma ordenada y continua evitándose que permanezcan abiertas, debiéndose realizar el tendido de cables de forma inmediata para su posterior tapado, una vez comprobado su rigidez dieléctrica y su continuidad.

La capa de arena será silícea lavada. Deberá haber sido preparada con una antelación máxima de tres días antes de ser tendida en lecho de la zanja. Se exigirá también el tapado de los conductores con arena silícea lavada no más tarde de 24 horas después de haber sido tendidos. La sustitución de estas arenas silíceas por calizas requerirá la autorización previa de la Dirección Facultativa.

El cierre de zanjas se efectuará preferentemente con los materiales del propio terreno, utilizando la capa vegetal como capa final. Las tierras de relleno de las zanjas, aún siendo las mismas de su apertura, estarán libres de restos orgánicos como madera, fangos, etc., así como de cualquier desecho o embalaje de la obra, aún cuando para ello sea necesario cribarlas.

Los cortes de caminos se señalizarán adecuadamente dejando pasos alternativos. Se tendrá especial cuidado en el cruce o paralelismo de las escorrentías macizándolas con hormigón en todos los cruces.

El tapado de zanjas se realizará de forma que no cree problemas en los cables, en las cintas de señalización, ni en las placas protectoras.

En los puntos en que se realice el cruce con otro circuito de cables, los conductores se tenderán bajo tubo de hormigón o de PVC rígido, realizando el cruzamiento por debajo de los conductores, respetando al menos una distancia de 40 cm. El cruzamiento se realizará perpendicularmente, y el tubo deberá sobresalir al menos dos metros por cada lado.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Como medida de seguridad, cuando se excave en las proximidades de conductores previamente tendidos, estos permanecerán sin tensión y puestos a tierra, salvo que la Dirección Facultativa y el coordinador de seguridad y salud entiendan que los medios de excavación empleados permiten el trabajo en tensión.

8.7.2. CONDUCTORES ENTERRADOS

En el tendido de los cables directamente enterrados se evitará causar roces sobre los conductores y torceduras, por lo que el tendido sobre el lecho de arena se realizará cuidadosamente evitando tracción sobre los mismos.

Los conductores eléctricos de AT se tenderán en capa separados entre sí una distancia que se mantendrá constante durante todo el tendido, instalando regularmente cada 8 m., al menos, separadores en cables a distancias regulares. En ningún caso se colocarán los cables por encima de los 100 cm de profundidad y deberán ser debidamente señalizados con losetas cerámicas o placas engarzables para aviso y protección a golpes de picas y bandas de señalización plásticas.

8.7.3. EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes se realizarán con materiales homologados y de suficiente sección como para asegurar que no se produzcan sobretemperaturas en el empalme con respecto a la temperatura de los conductores. Deberá quedar perfectamente garantizada la estanqueidad de estas conexiones y su durabilidad, por lo que no deberán producirse tensiones ni torsiones sobre los conductores.

Cuando los cables a conectar sean apantallados, se garantizará la conexión física de ambas pantallas, de forma que exista continuidad en las tierras, sin pérdida de sección efectiva real.

8.8. CABLES DE FUERZA Y CONTROL

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.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.9. TENDIDO DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Los cables de F.O. serán de ocho fibras, de rango 65/125 mm para el multimodo a tender entre ambas SET, de pérdida máxima 2,8 dB/km a 850 nm, tipo OPTRAL CDAD con cubierta de poliuretano o similar, con armadura de fibra de vidrio, no propagador de la llama y libre de halógenos.

El cable de F.O. no deberá tener conectores para asegurar una pérdida menor a 6 dB.

En las instalaciones se deberán medir las pérdidas para cada una de las ocho vías de cable de F.O. en cada tramo, y entregar los resultados al director de obra, que rechazará el tendido si la pérdida fuese mayor a los 6 dB indicados.

El tendido de la F.O. se realizará tendido en el interior de un tubo de PVC de al menos 63 mm de diámetro. Los extremos del cable terminarán en sus correspondientes cajas de conexionado, identificando correctamente cada fibra.

8.10. PUESTA A TIERRA SET

La fijación de la malla a las estructuras, se realizará mediante “cocas” de cable, fijadas sobre la estructura mediante grapa de fundición de bronce de la que derivará el cable de toma de tierra de la aparamenta.

La puesta a tierra concreta de los elementos integrantes de la aparamenta, se realizará mediante cable tierra de cobre electrolítico. Este cable partirá de las grapas anteriormente indicadas para las “cocas” y discurrirá por los soportes o estructuras altas, fijada a los mismos mediante piezas de soporte atornilladas cada cincuenta centímetros aproximadamente.

La unión entre la malla de tierra y los latiguillos que darán tierra a las estructuras, se realizará mediante soldadura aluminotérmica.

Una vez completada la instalación se realizarán las medidas necesarias de tensiones de paso y de contacto. Estas mediciones se efectuarán con los dispositivos adecuados que permitan simular el defecto de forma que la intensidad empleada en el ensayo sea como mínimo el 1% de la intensidad de defecto para la cual ha sido dimensionada la instalación, sin que ésta pueda ser inferior a 50 A, según se indica en el ITC RAT-13.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

8.11. CALIDAD ACÚSTICA

Durante las fases de construcción y funcionamiento, se deberán cumplir los objetivos de calidad acústica para las áreas habitadas existentes, según se determina en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del ruido.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

9.1. MEMORIA

9.1.1. OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El "Estudio de Seguridad y Salud" se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Construcción con una inversión superior a 450.759 €.

9.1.2. DATOS GENERALES

9.1.3. TIPO DE TRABAJO

El trabajo a realizar por contratistas de distintas especialidades en la ejecución del presente Proyecto, consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases de construcción:

- Cimentaciones de las estructuras y bastidores metálicos.
- Bancada transformador de potencia y depósito de aceite
- Bancada reactancia.
- Canalizaciones para cables de control y para conductores de tierra.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.1.4. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos son básicamente las siguientes:

- Conexión de la nueva apartamentada a la red de tierras.
- Medida de tensiones de paso y contacto.
- Maniobra de descarga mediante grúa hasta su bancada y montaje de transformador de potencia.
- Montaje de estructuras y apartamentada eléctrica de intemperie.
- Colocación de embarrados y piezas de conexión para unión de la apartamentada.
- Montaje de equipos de protección, medida, control y comunicaciones en el edificio, así como la instalación de la parte de servicios auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de potencia y demás elementos auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de control, fuerza y comunicaciones, y demás elementos auxiliares.
- Pruebas funcionales.
- Puesta en servicio de la instalación.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.1.5. SITUACIÓN Y CLIMA

La Subestación Eléctrica La Nava 66/30 kV, se encuentra ubicada en el término municipal de Tudela (Navarra), en la parcela 203 del polígono 40. Sus coordenadas ETRS89 al huso 30 son:

Punto	X	Y
1	608.970,3382	4.662.778,0367
2	608.970,3382	4.662.742,0367
3	608.937,3382	4.662.742,0367
4	608.937,3382	4.662.778,0367

Tabla 2: Vértices de la Subestación de La Nava 66/30 kV.

La subestación ocupará aproximadamente 1.188 m² de terreno.

9.1.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado Proyecto es de 6 meses.

9.1.7. NÚMERO DE OPERARIOS

Se considera una punta máxima de quince (15) trabajadores, con una media de seis (6) trabajadores en obra.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.1.8. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Electricistas
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Gruístas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

9.1.9. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Minirretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Plataforma de elevación

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

9.1.10. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con tomas de corriente alimentados desde las instalaciones de la propiedad o mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsible como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

9.1.11. ANÁLISIS DE RIESGOS

Analizamos a continuación los riesgos previsible inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

9.1.12. RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquéllos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.

9.1.13. RIESGOS ESPECÍFICOS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1, más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

9.1.13.1.1. EXCAVACIONES

Además de los generales, pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

9.1.13.1.2. VOLADURAS

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.

9.1.13.1.3. TRABAJO CON FERRALLA

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

9.1.13.1.4. TRABAJO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

9.1.13.1.5. TRABAJOS CON HORMIGÓN

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.1.13.1.6. MANIPULACIÓN DE MATERIALES

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

9.1.13.1.7. TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

9.1.13.1.8. PREFABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS, CERRAMIENTOS Y EQUIPOS

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos o herramientas sueltas.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

9.1.13.1.9. MANIOBRA DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).caída o vuelco de los medios de elevación.

9.1.13.1.10. MONTAJE DE INSTALACIONES. SUELOS Y ACABADOS

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

9.1.14. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y de medios auxiliares relacionados en el apartado 6.2.7.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.1.14.1.1. MÁQUINAS FIJAS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

9.1.14.1.2. MEDIOS DE ELEVACIÓN

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

9.1.14.1.3. ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

9.1.14.1.4. EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y OXIACETILÉNICA

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios y quemaduras
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

9.1.15. MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, se basará fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales.

Con respecto a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos.

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

9.1.16. PROTECCIONES COLECTIVAS

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

9.1.16.1.1. RIESGOS GENERALES

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, y que son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

9.1.16.1.2. RIESGOS ESPECÍFICOS

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 3.2., son las siguientes:

En excavaciones

- Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.

- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de éstas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, que será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

En voladuras

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/78 B.O.E. 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de "carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de "prohibido el paso - Voladuras".
- Antes de la "pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

que no quedan terrenos inestables, saneando éstos si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.

En trabajos en altura

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a las mismas deberán ser tratadas conjuntamente.

Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que éstas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Para evitar la caída de personas:

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si éstos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G. S. H .T., destacando entre otras:
 - Superficie de apoyo horizontal y resistente.
 - Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
 - Arriostarlos a partir de cierta altura.
 - A partir de 2 m de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
 - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
 - En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
 - No tendrán largueros o peldaños rotos ni astillados.
 - Dispondrán de zapatillas antideslizantes.
 - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
 - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a ésta.
 - Colocarlas con la inclinación adecuada.
 - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

En trabajos con ferralla

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

En trabajos de encofrado y desencofrado

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

En trabajos de hormigón

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de éste con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Para la manipulación de materiales

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
 - Manejo manual de materiales.
 - Acopio de materiales, según sus características.
 - Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.

- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

En instalaciones de distribución de energía

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

9.1.17. PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivo.
- Mascarillas faciales según necesidades.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

9.1.18. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad.

9.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.2.1. RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

9.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

9.2.2.1.1. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

9.2.2.1.2. PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.

- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

9.2.2.1.3. HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

9.2.2.1.4. MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

9.2.2.1.5. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

9.2.2.1.6. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones

9.2.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones, oficinas, almacenes, vehículos, etc.

9.2.4. REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

9.2.5. ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

9.2.6. ALMACENAMIENTO

Las botellas de gases se almacenarán en un recinto acotado y exclusivo para ellas que cumplirá las siguientes condiciones:

- Se separará cada tipo de gas en compartimentos diferentes y, en cada caso, estará señalizado el contenido de las botellas.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.
- El recinto estará perfectamente ventilado, cubierto de los rayos del sol y en el acceso habrá algún extintor.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.2.7. USO DE BOTELLAS EN LOS TAJOS

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte, estará adiestrado para estos trabajos y como mínimo cumplirá las siguientes normas básicas de Seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
- Se pondrán válvulas antirretroceso en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables tales como aceite, gasolina, etc.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.
- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocada en carros portabotellas o amarrada a puntos fijos para evitar su caída.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.2.8. FORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como Folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

9.2.9. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN LA OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que se le informará de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirá unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

9.2.10. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos, o bien por Técnicos de Seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

9.2.11. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

9.2.12. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

9.2.13. CONTROL MÉDICO

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

9.2.14. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

9.2.15. MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

9.2.16. VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, éstos montarán casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de su personal cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, las condiciones mínimas establecidas en el Capítulo III de la O.G.S.H.T., o bien usar, en su defecto y bajo las mismas condiciones las instalaciones definitivas. En cualquier caso, estas instalaciones se deberán mantener en unas adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES

9.3.1. OBJETO

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en la Memoria, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

No se especifican en este documento por estar claramente definidos en los diferentes artículos del RD 1627/1997, los aspectos relativos a las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y de salud, a las obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos y al uso del libro de incidencias. También son de aplicación fundamental los principios generales y disposiciones mínimas de seguridad y de salud que se recogen en el RD 1627/1997.

9.3.2. DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 9 de marzo de 1971), en los Capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD 1627/1997 de 24 de octubre)
- Reglamento de aparatos de elevación: grúas móviles autopropulsadas (RD 2370/1996, B.O.E. 24.12.96)
- Disposiciones de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas (RD 487/1997, B.O.E. 23.4.97)

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo (RD 486/1997 de 14 de abril, B.O.E. 23.4.97)
- Señalización de seguridad y salud en el trabajo (RD 485/1997, B.O.E. 23.4.97)
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (OM 9.3.1971, B.O.E. 16.3.71)
- Reglamento de prevención de riesgos laborales (RD 39/1997, B.O.E. 31.1.97)
- Normas armonizadas en aplicación de la Directiva 89/392 sobre máquinas
- Directiva 89/392 de máquinas (RD 56/1995, B.O.E. 8.2.95)
- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión (OM 28.11.68)
- Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica (seguridad y salud en el trabajo) (OM 28.9.1970, B.O.E. 17.10.70)
- Limitación de potencia acústica en maquinaria de obras (RD 459/89, B.O.E.11.3.89 y 1.12.89)
- Protección de los trabajadores frente al ruido (RD 1316/89)
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de Octubre por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del ruido.
- Libro de incidencias en materia de seguridad (OM 20.9.86, B.O.E. 13.11.86)
- Ley General de la Seguridad Social (D.2065/74 de 30 de Mayo)
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/80 de 1 de Marzo)
- Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud Laboral (Ley 31/95).

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

- Ordenanza Laboral de la Construcción (O.M. 28.08.70)
- Ordenanza Laboral Industrias Siderometalúrgicas (O.M. 29.07.70)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (D. 2413/73 de 20.9.73, y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (D. 2414/61 de 22 de Diciembre).
- Reglamento de Explosivos (R.D. 2114/78, B.O.E. 07.09.78).
- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras (O.M. de 23 de Mayo de 1977, y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas (R.D. 1495/86 de 26 de Mayo)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/79 de 4 de Abril).
- Almacenamiento de Productos Químicos (R.D. 668/80 de 8 de Febrero).
- Instrucción Técnica Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de Mayo de 1982).
- Normas sobre señalización (R.D. 1403/86 de 9 de Mayo).
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de Diciembre de 1987).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Equipos de Protección Individual E.P.I (R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre y modificaciones posteriores).
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (OM 17.5.94, B.O.E. 29.5.74)
- Convenios Colectivos Provinciales de la Construcción.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

9.3.3. PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

9.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Andamios.
- Redes (según Norma UNE 81-650-80).
- Mamparas.
- Protecciones de la instalación eléctrica.
- Medios de protección contra incendios.
- Señalización.
- Barandillas.
- Plataformas.
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Algunas de éstas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras, por lo que omitiremos extendernos en sus características.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado 4 (PLANOS) del presente Estudio.

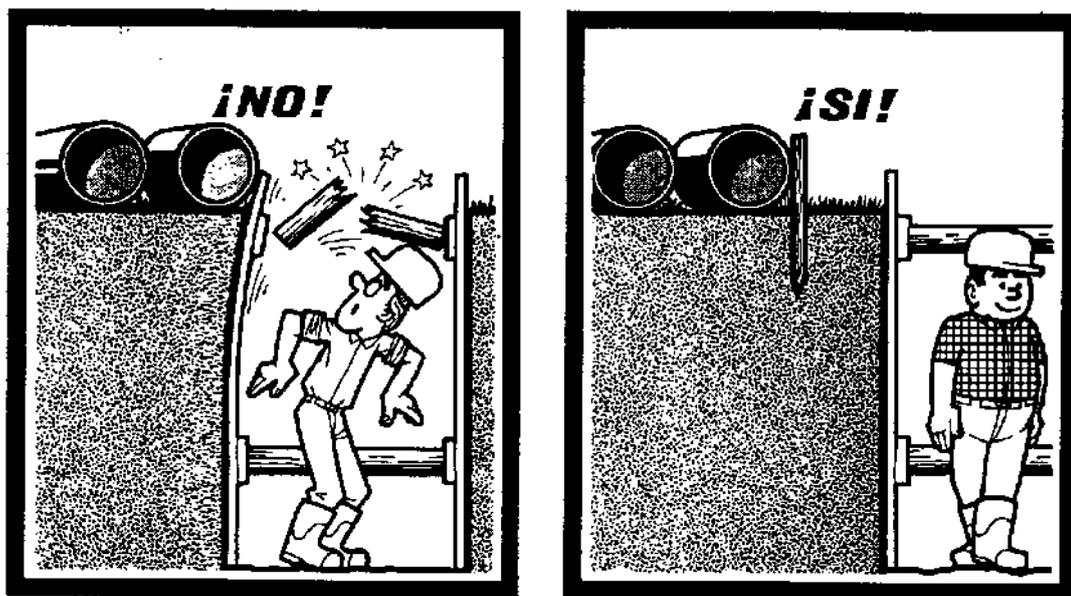
9.3.5. REVISIONES TECNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020 Rev.: 01	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx

9.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS

EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



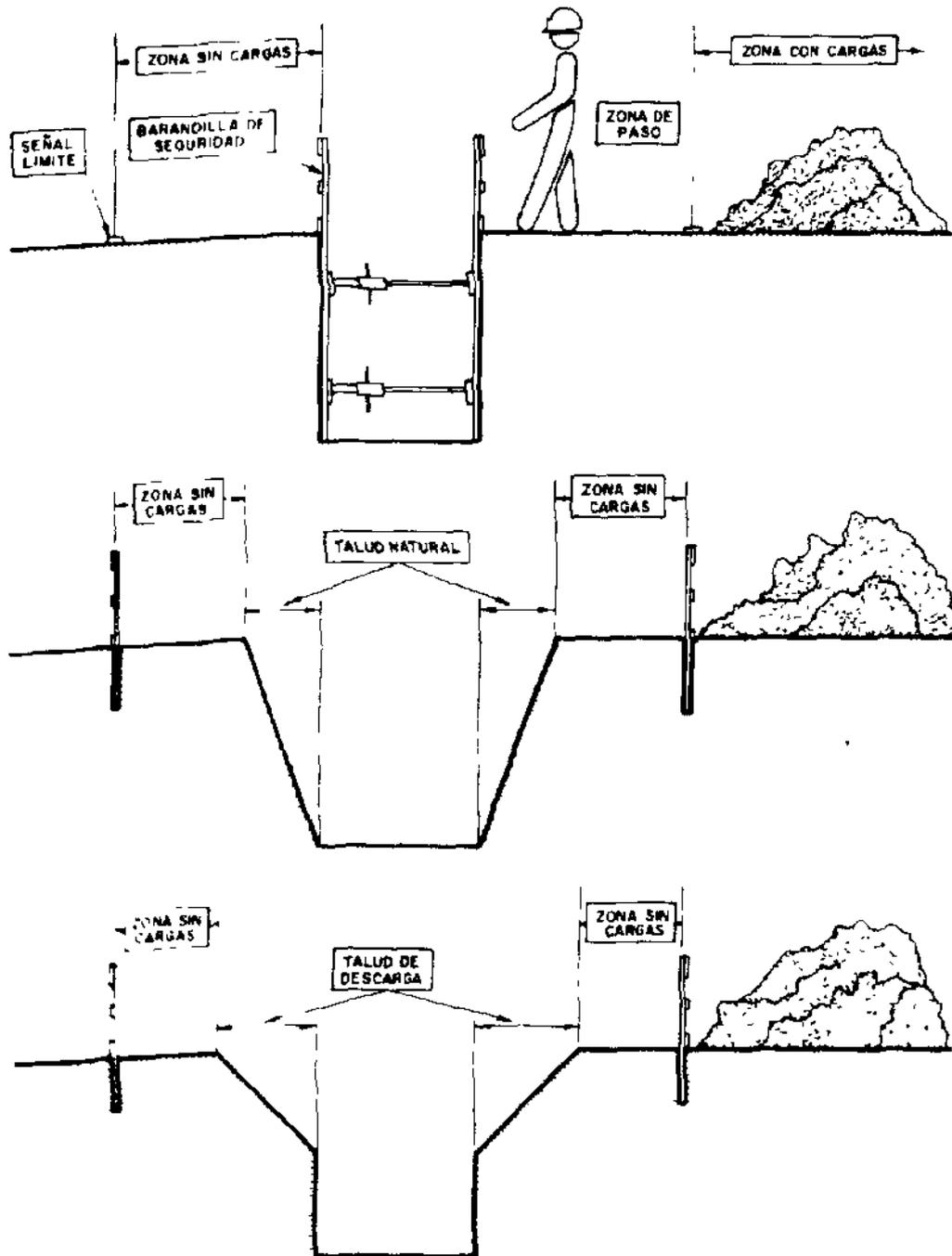
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

Diciembre 2020

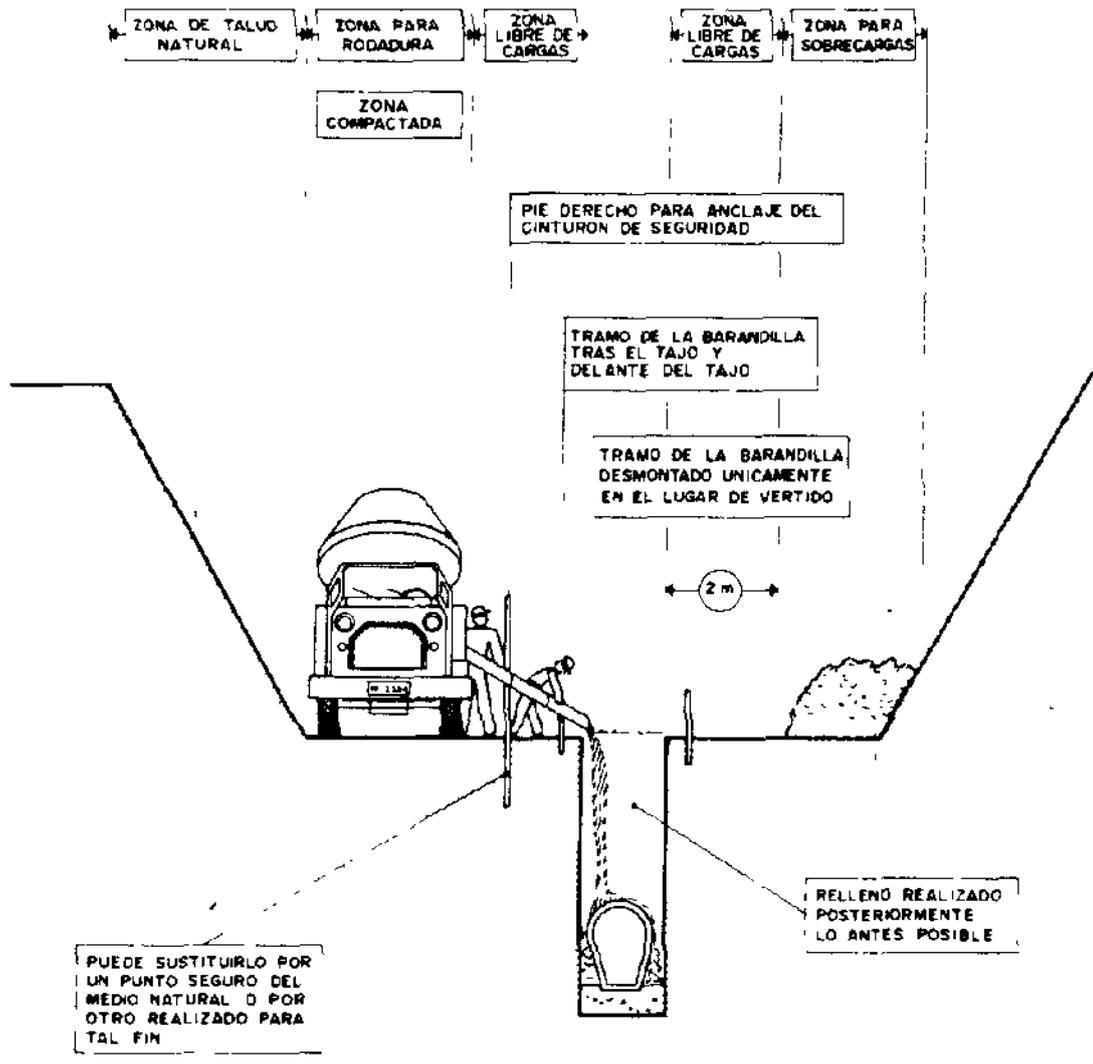
Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx



 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020 Rev.: 01</p>	MEMORIA SET LA NAVA	<p style="text-align: right;">Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx</p>

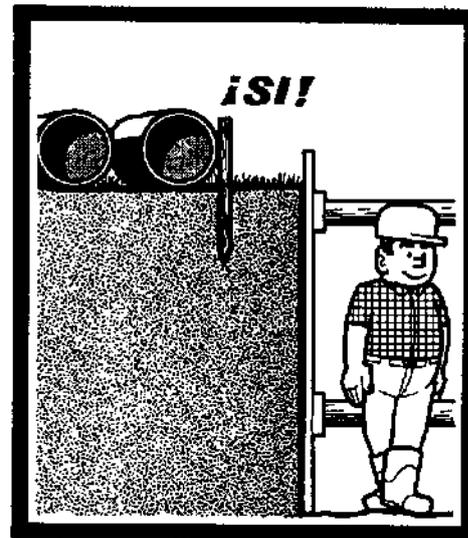
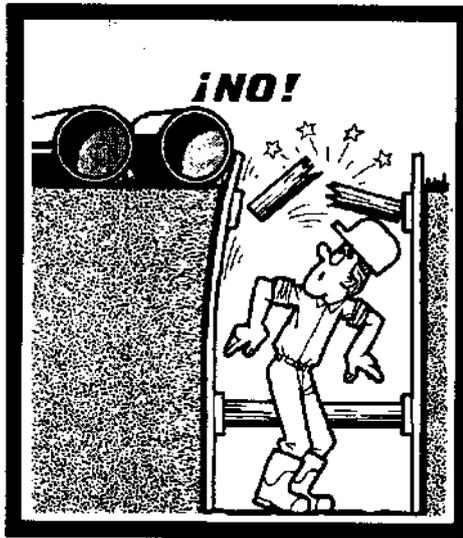


Diciembre 2020

Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx



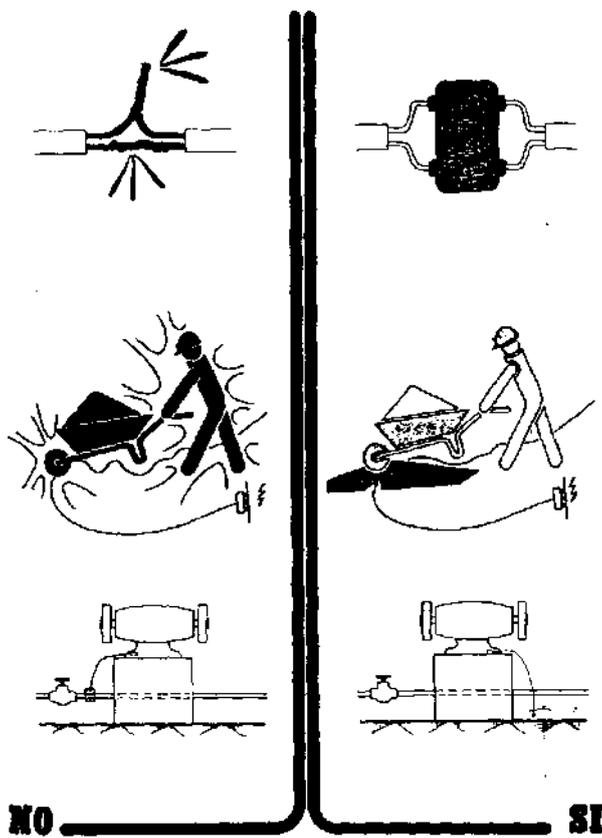
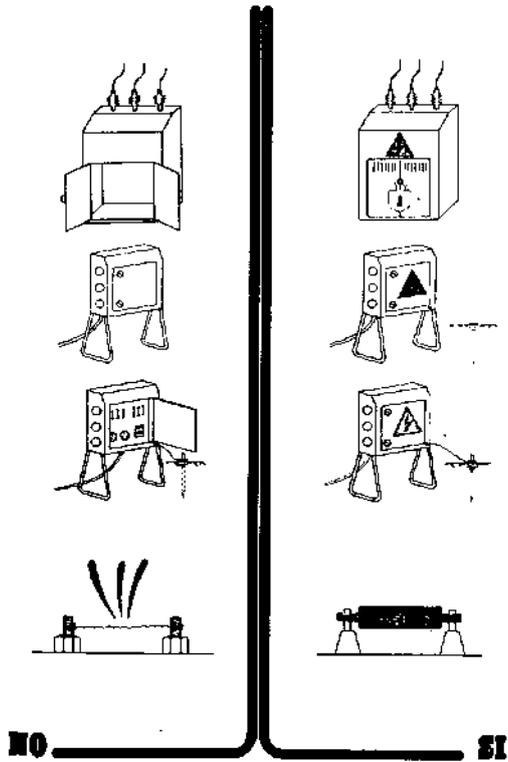
Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

Las zanjas deben entibarse.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

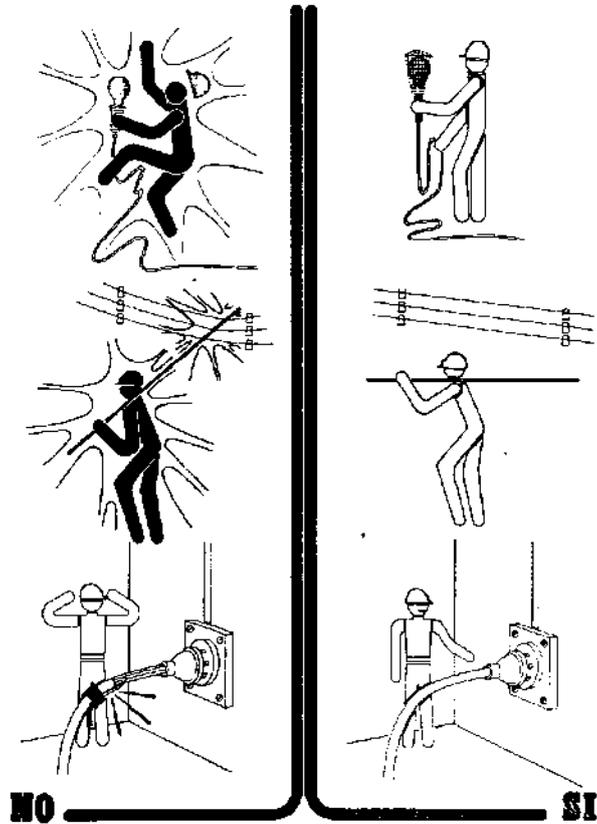


Diciembre 2020

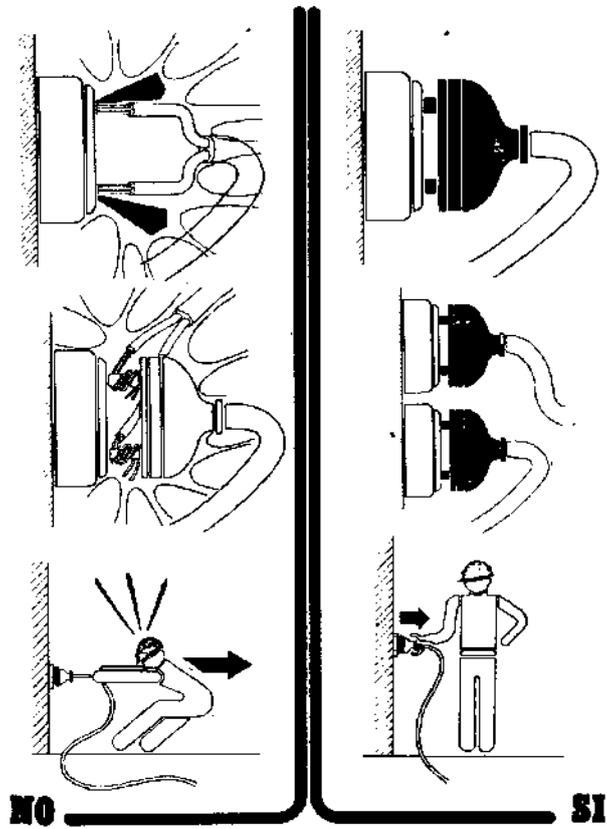
Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx

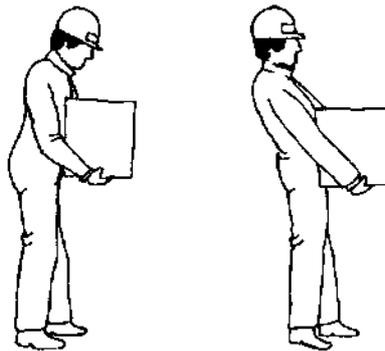
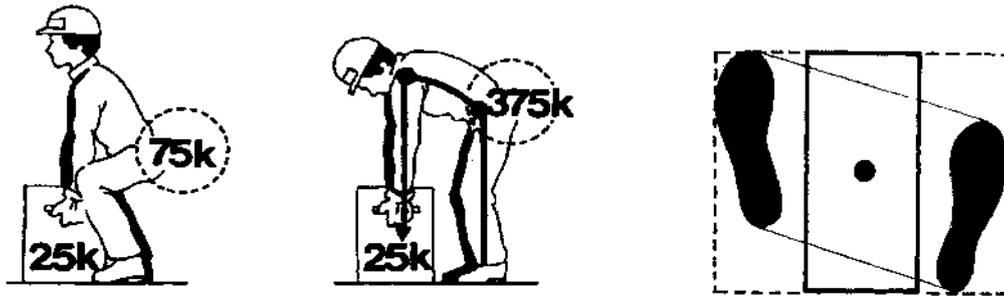


 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020 Rev.: 01</p>	<p>MEMORIA SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx</p>



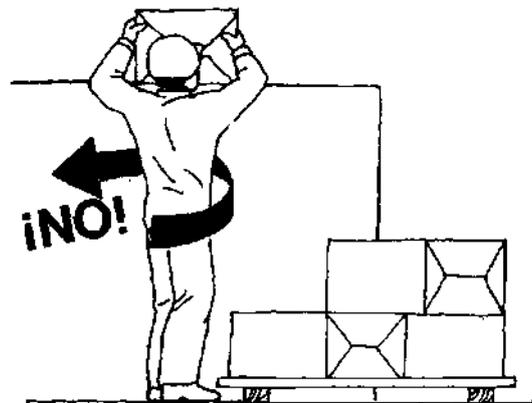
 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020 Rev.: 01	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

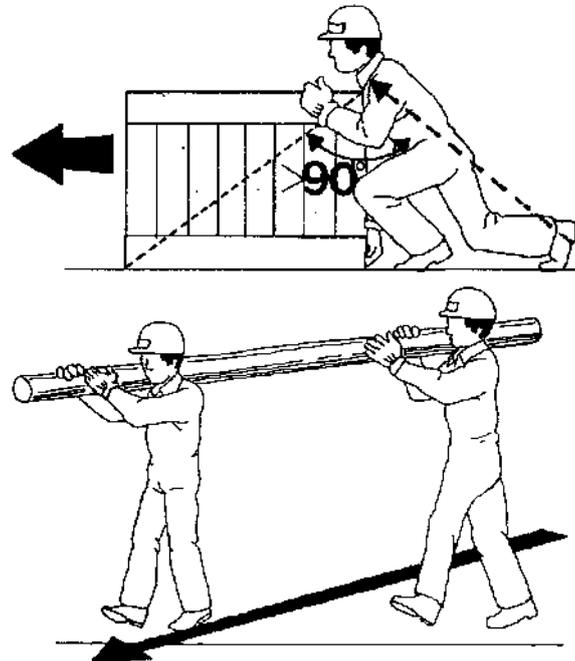


¡NO!

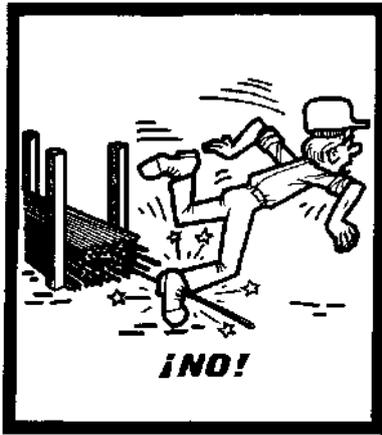
¡SI!



 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
<p>Diciembre 2020 Rev.: 01</p>	<p>MEMORIA SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx</p>



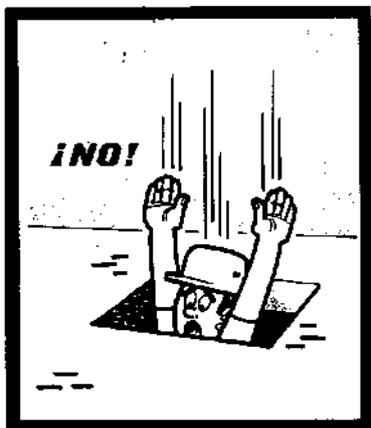
ORDEN Y LIMPIEZA



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.

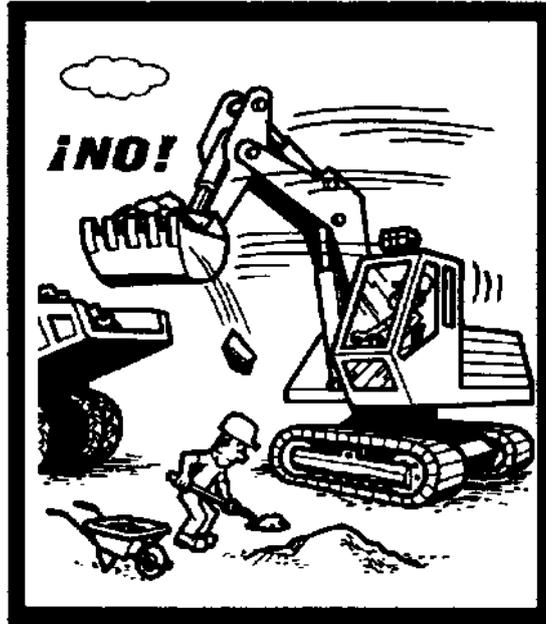


Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

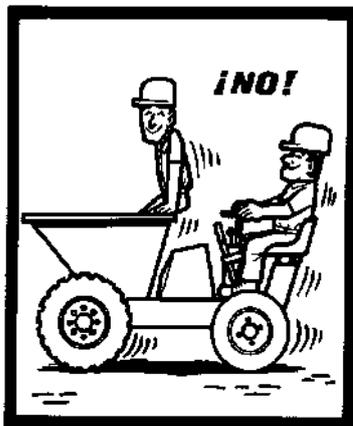


 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

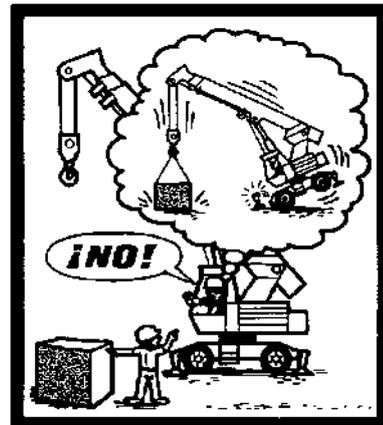
MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



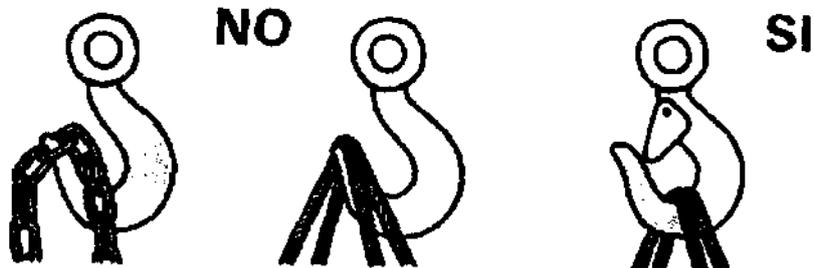
No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020 Rev.: 01	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx

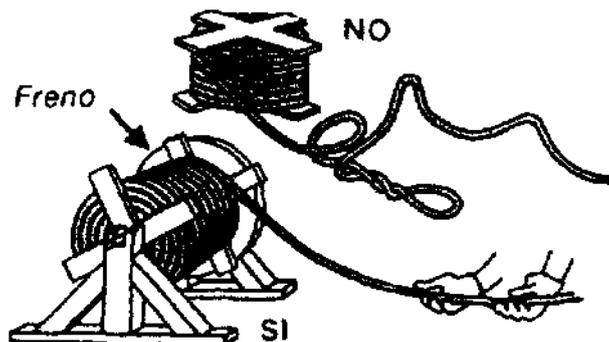
ELEMENTOS DE IZADO



Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.



Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad

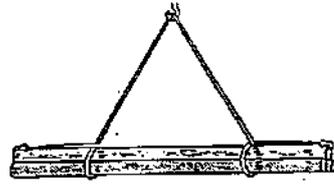


Diciembre 2020

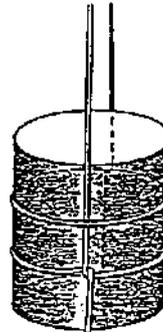
Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

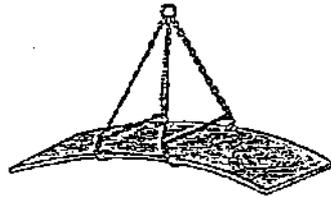
Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx



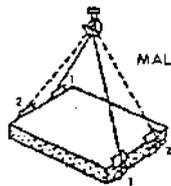
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



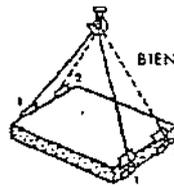
AMARRE DE BIDONES



PLANCHA LARGA



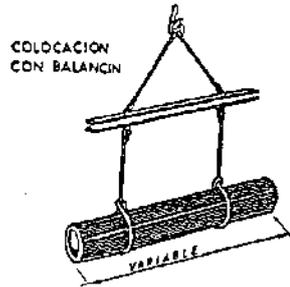
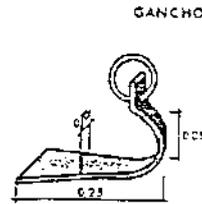
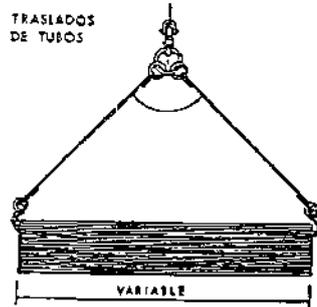
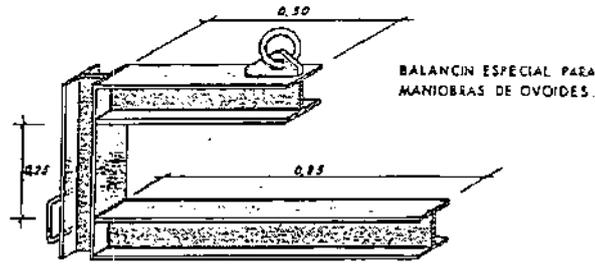
MAL



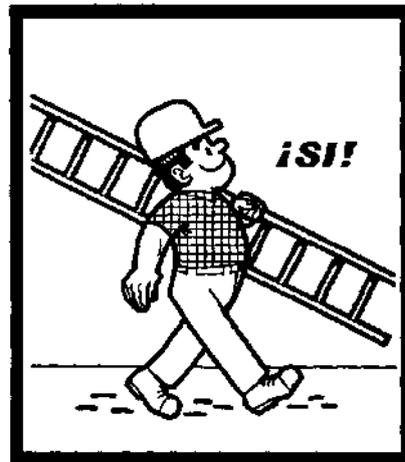
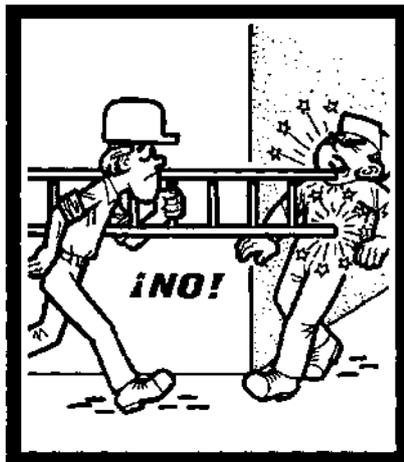
BIEN



CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



ESCALERAS



Diciembre 2020

Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

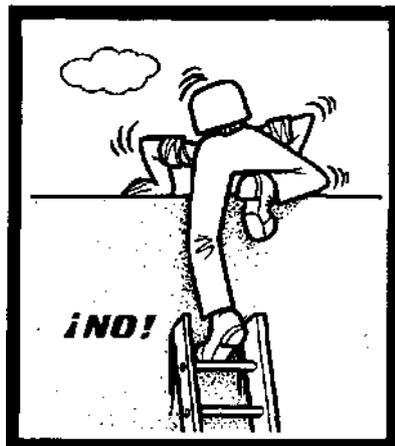
Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx

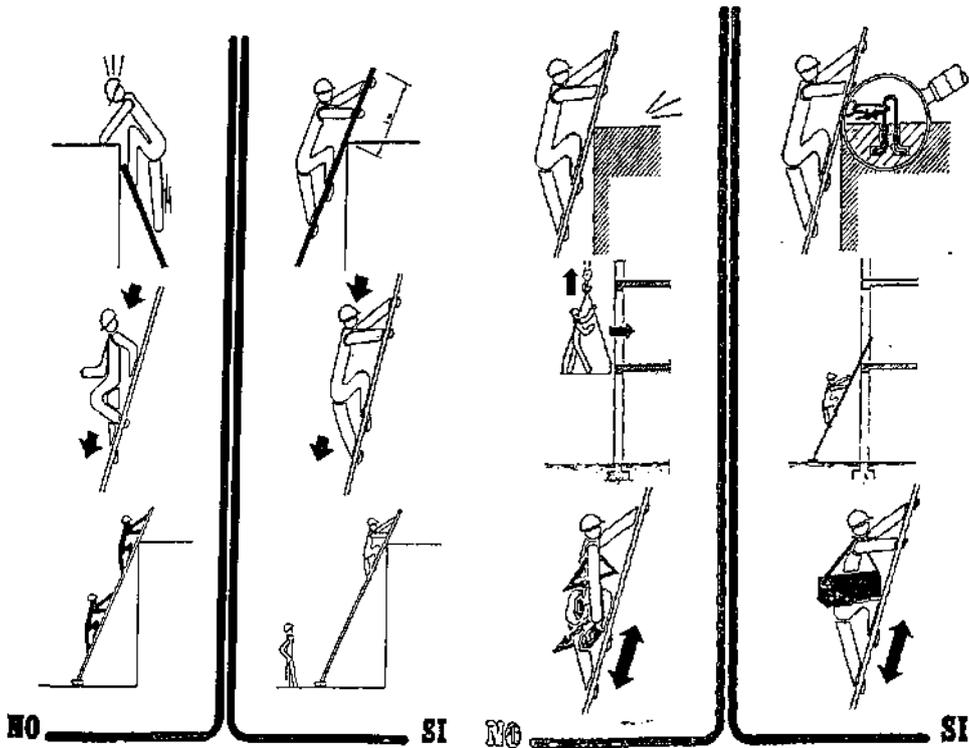


Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

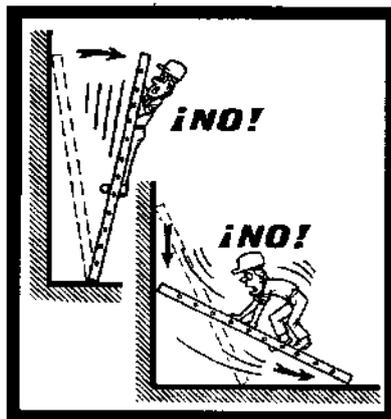


Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.



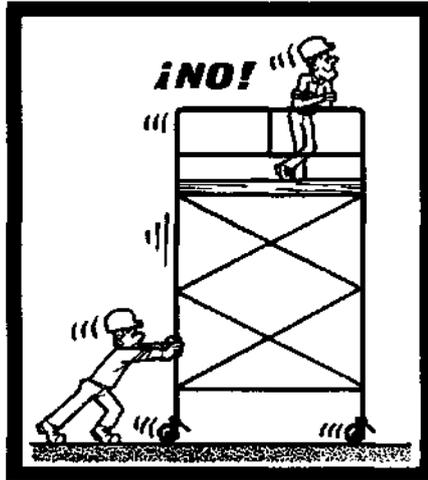


Vigilar que la separación del pié de
escalera, de la superficie de apoyo,
sea la correcta.



 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

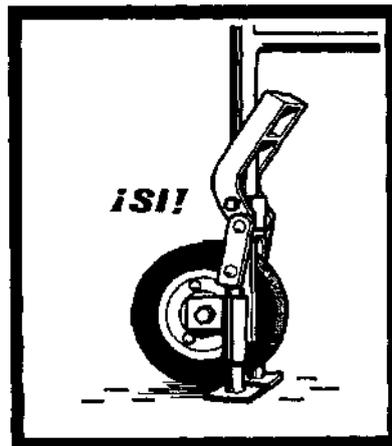
ANDAMIOS



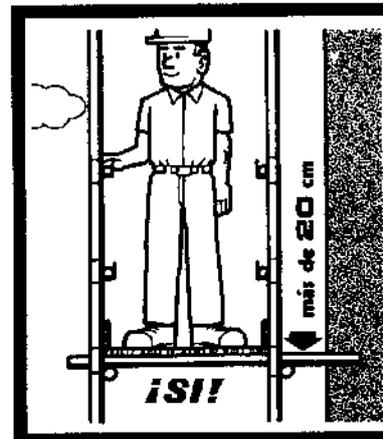
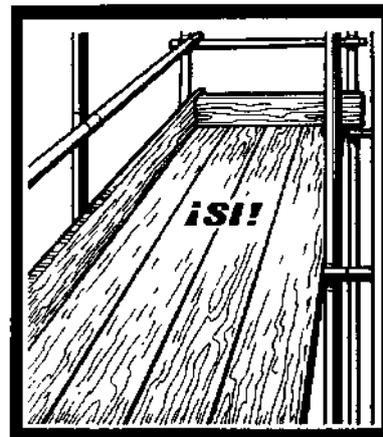
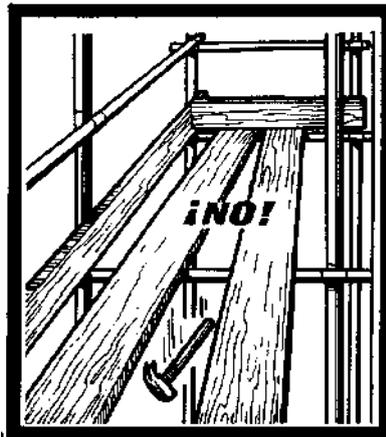
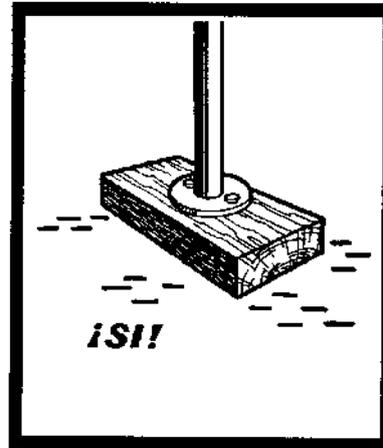
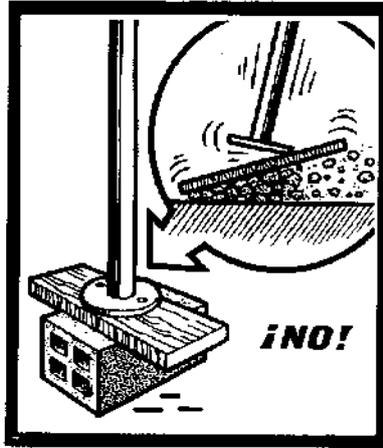
Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.



Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.



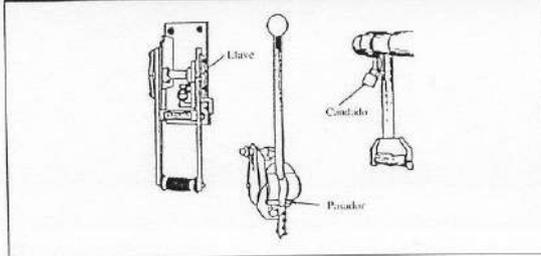
Diciembre 2020

Rev.: 01

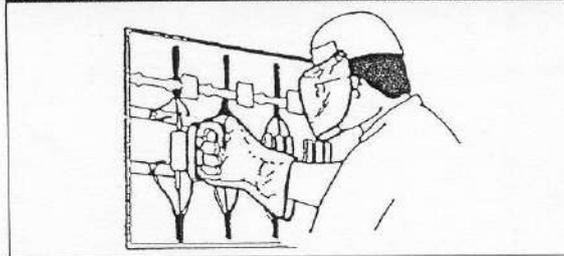
MEMORIA SET LA NAVA

Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx

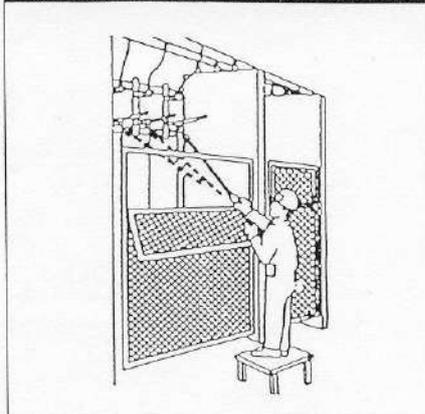
BLOQUEO MECANICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO



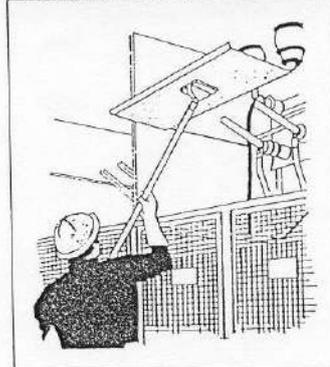
BLOQUEO ELECTRICO MEDIANTE RETIRADA DE FUSIBLES DE MANDO



COMPROBACION DE LA AUSENCIA DE TENSION



UTILIZACION DE PANTALLAS AISLANTES



PREVENCION DE RIESGOS ELECTRICOS

Diciembre 2020

Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx



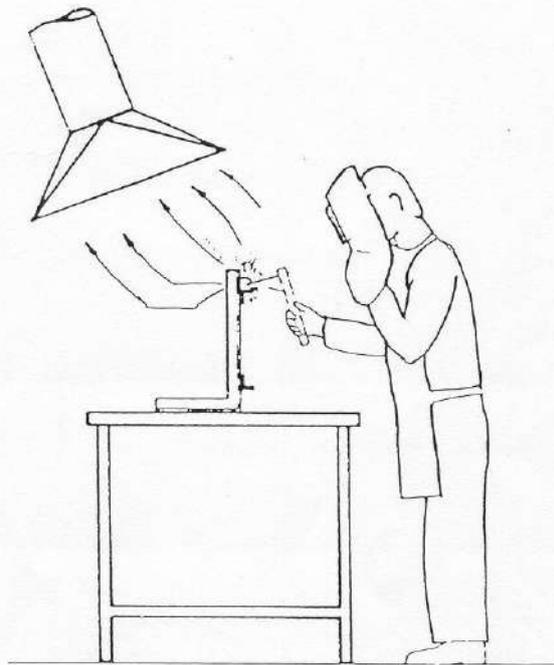
SEÑALIZACION DE RIESGOS ELECTRICOS

Diciembre 2020

Rev.: 01

MEMORIA SET LA NAVA

Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-
001 Memoria SET La
Nava_02.docx



SOLDADURA ELECTRICA. PROTECCION

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

9.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

9.5.1. OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones de desarrollo de este Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc, por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costos, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y Bienestar.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020 Rev.: 01	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx

9.5.2. PRESUPUESTO PARCIAL

CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES

Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Casco de seguridad homologado	8	3,61	27,08
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	8	5,41	40,58
Ud.	Mascarilla antipolvo	8	10,09	75,68
Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	15	0,43	6,45
Ud.	Protector auditivo	8	12,26	91,95
Ud.	Cinturón de seguridad	3	19,84	59,52
Ud.	Cinturón antivibratorio	2	17,3	25,95
Ud.	Mono o buzo de trabajo	8	13,7	102,75
Ud.	Impermeable	8	12,98	97,35
Ud.	Guantes dieléctricos	8	25,25	189,38
Ud.	Guantes de goma finos	8	1,8	13,50
Ud.	Guantes de cuero	6	2,52	15,12
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	8	9,37	70,28

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020 Rev.: 01	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx

Ud.	Botas de seguridad de lona	6	20,2	121,20
Ud.	Botas de seguridad de cuero	2	23,08	51,93
Ud.	Botas dieléctricas	2	28,85	43,28
Ud.	Chaleco reflectante	6	18,04	108,24
Ud.	Muñequera	2	2,88	4,32
Ud.	Casco para AT homologado	6	2,82	16,92
Ud.	Pértiga para AT	1	86,3	64,73
Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	1	103,62	77,72
Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	3	135	405,00
Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	3	73,78	221,34
Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	3	6,3	18,90
Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	3	17,92	53,76
Ud.	Dispositivo anticaída	3	96,4	289,20
TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES				2.292,09 €

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS

Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	1	28,98	21,74
M	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	38	0,47	17,63
M	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	38	0,47	17,63
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	2	9,52	21,42
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	4	1,08	4,05
H	Camión de riego, incluido el conductor	2	17,66	26,49
H	Mano de obra de señalización	3	7,81	23,43
H	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	2	14,42	32,45
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	901,52	676,14
Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	2	75,18	112,77
Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	1	399,18	299,39
Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1	41,06	30,80
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	2	25,45	38,18
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	2	30,4	45,60
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS				1.367,69 €

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

CAPITULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Botiquín de obra instalado	2	25,66	51,32
Ud.	Reposición de material de botiquín de obra	4	30,47	121,88
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	15	51,78	776,70
TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS				949,90 €

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para usos varios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	5	108	540,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	5	108	540,00
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 3.25x1.90m, incluida instalación de fuerza y alumbrado, material sanitario y termo agua caliente	5	108	540,00
Ud.	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	2	30,41	60,82
Ud.	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1	36,25	36,25
Ud.	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1	42,58	42,58
Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	1	30,47	30,47
Ud.	Mesa metálica para comedor, capacidad 10 personas, colocada	1	24,23	24,23
Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	2	22,42	44,84
Ud.	Calienta comidas para 50 servicios	1	47,46	47,46
Ud.	Depósito de basuras de 800l	2	6,66	13,32
Ud.	Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones	30	25,38	761,40
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	6	9,92	59,52
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				2.740,89 €

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

CAPITULO 5: FORMACION Y REUNIONES

Ud	Denominación	Ud	€ / Ud	Total (€)
H	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por un encargo	18	4,07	73,26
H	Comité de seguridad	2	27,91	55,82
H	Horas reuniones de Seguridad	11	15,93	175,23
H	Meses de control y asesoramiento de Seguridad (Visitas Téc. Seguridad)	3	318,54	955,62
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES				1.259,93 €

9.5.3. PRESUPUESTO GENERAL

TOTAL PRESUPUESTO:

TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES	2.929,09 €
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS	1.367,69 €
TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	949,90 €
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	2.740,89 €
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES	1.259,93€
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	8.610,50 €

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de: **8.610,50 (OCHO MIL SEISCIENTOS DIEZ EUROS Y CINCUENTA CÉNTIMOS.)**

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

10.1. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.2. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Analizamos a continuación los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas.

Se muestran los residuos incluidos en la Lista Europea de Residuos (según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones), con su codificación correspondiente. Los residuos generados serán los marcados en la lista.

17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
17 01 01	Hormigón	X
17 01 02	Ladrillos	
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	X
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (3) Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 02	Madera, vidrio y plástico	
17 02 01	Madera	X
17 02 02	Vidrio	

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 02 03	Plástico	X
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y acero	
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	X
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	X
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del espec. en el código 17 05 07	
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto	
17 08	Materiales de construcción a base de yeso	
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	X
17 09	Otros residuos de construcción y demolición	
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	X

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior.

Se calculan las siguientes cantidades de residuos generados:

- Hormigón: (10,36 T).
- Cerámicos: (2,75 T).
- Cables (recortes y sobrantes): 0.25 m³ (0,93 T)
- Papeles, cartones: < 1 m³ (<0,30 T)
- Plásticos: < 1 m³ (<0,30 T)

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Se procurará, en los casos en los que sea posible, la reutilización de las tierras procedentes de la excavación.

En cuanto al resto de materiales de la obra, se prevén las siguientes operaciones de reutilización, valorización o eliminación:

X	No se prevé la reutilización en la obra. Transporte a vertedero autorizado
	Utilización como combustible y generación de energía
	Recuperación de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas, sin disolventes
	Reciclado o recuperación de metales
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Acumulación de residuos para su tratamiento según normativa
	Otros

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón.....	80 t.
Ladrillos, tejas, cerámicos:	40 t.
Metal:	2 t.
Madera:	1 t.
Vidrio:	1 t.
Plástico:	0,5 t.
Papel y cartón:	0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.5. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tipos de almacenamiento de residuos incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión	Precio (€)	Precio/ Vol
1 saca de 1 m ³	50	50 €/m ³
1 bidón de 1 m ³	100	100 €/m ³
1 bidón de 1000 l de residuos peligrosos	270	270€/m ³
1 contenedor de media capacidad (5 – 10 m ³), normalmente de 7 m ³	200	30 €/m ³
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m ³)	300	25 €/m ³
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	100	11 €/m ³
1 carga de camión de transporte de hasta 25 t	100	5 €/m ³
1 bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100	500 €/m ³

10.5.1. PRESUPUESTOS PARCIALES

10.5.2. TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Tierras limpias y materiales pétreos	475 t	100 € (19 camiones de 25 t) 100 € (1 carga de camión de transporte de hasta 10 t)	2.000
Total			2.000 €

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.5.3. RCD DE NATURALEZA PÉTREA

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Hormigón	10,36 t	100 € (1 camión de hasta 25t)	100
Total			100 €

10.5.4. RCD DE NATURALEZA NO PÉTREA

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Plásticos	0,14 m ³	100 € (1 bidón de 1 m ³)	100
Total			100 €

10.5.5. RESIDUOS PELIGROSOS

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Trapos contaminados, envases contaminados, aerosoles	3 bidones de 200 l	100 € (3 bidones)	300
Total			300 €

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

10.5.6. PRESUPUESTO GENERAL

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general se resume en:

Descripción	Precio total (€)
Tierras de excavación	2.000
Hormigón	100
Plásticos	100
Residuos peligrosos	300
Total	2.500 €

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto de SET FV La Nava 66/30 kV, asciende a la cantidad de DOS MIL QUINIENTOS EUROS (2.500,00 €).

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01- 001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

11. PLAZO DE EJECUCIÓN

La ejecución de este proyecto se ha estimado en aproximadamente Siete (7) meses, incluyendo todas las tareas y suministros necesarios.

El cronograma de construcción en función de las necesidades medioambientales se muestra en el documento 3.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	MEMORIA SET LA NAVA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-001 Memoria SET La Nava_02.docx
Rev.: 01		

12. CONCLUSIONES

Considerando expuestas en esta memoria de la Subestación Eléctrica FV La Nava 66/30 kV, todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sean concedidas las Autorizaciones Administrativas y de construcción pertinentes.

Zaragoza, diciembre de 2020

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITIAR

Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.



DOCUMENTO 2

PLANOS

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

**Término Municipal de Tudela
(Navarra)**

Realización:



**SISENER
INGENIEROS, S.L.**

Diciembre 2020

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020 Rev.: 00	PLANOS SET LA NAVA	N° DOC.: 20-2277-08_02-00-01-002 Planos.docx

ÍNDICE

1.	PLANOS	2
1.1.	LISTA DE PLANOS SET LA NAVA 66/30 KV.....	2

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020 Rev.: 00</p>	<p>PLANOS SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-002 Planos.docx</p>

1. PLANOS

1.1. LISTA DE PLANOS SET LA NAVA 66/30 KV

TÍTULO	CÓDIGO
SITUACIÓN	20-2277-08_02-01-01-001
IMPLANTACIÓN	20-2277-08_02-01-01-002
PLANTA GENERAL	20-2277-08_02-01-01-003
SECCIÓN GENERAL	20-2277-08_02-01-01-004
PLANTA GENERAL CIMENTACIONES Y CANALES	20-2277-08_02-01-01-005
PLANTA GENERAL DE RED DE PAT	20-2277-08_02-01-01-006
PLANTAS GENERALES EDIFICIO	20-2277-08_02-01-02-001
SECCIONES EDIFICIO	20-2277-08_02-01-02-002
ALZADOS EDIFICIOS	20-2277-08_02-01-02-003
PLANTA GENERAL EQUIPOS	20-2277-08_02-01-02-004
ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO	20-2277-08_02-01-03-001
ESQUEMA UNIFILAR PROTECCIONES AT	20-2277-08_02-01-03-002
ESQUEMA UNIFILAR PROTECCIONES MT	20-2277-08_02-01-03-003
ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES C.A.	20-2277-08_02-01-03-004
ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES C.C.	20-2277-08_02-01-03-005

Zaragoza, Diciembre de 2020

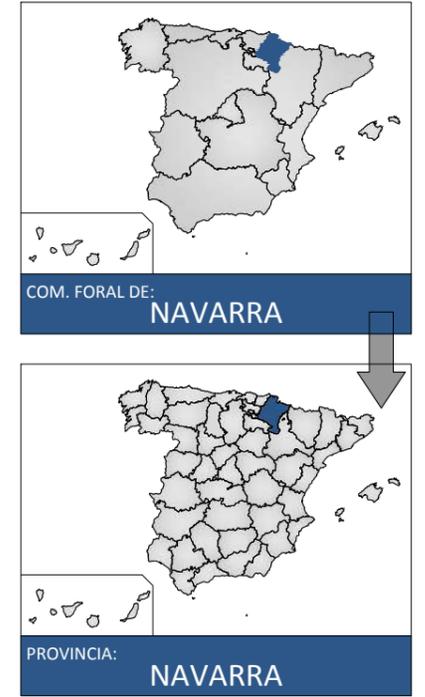
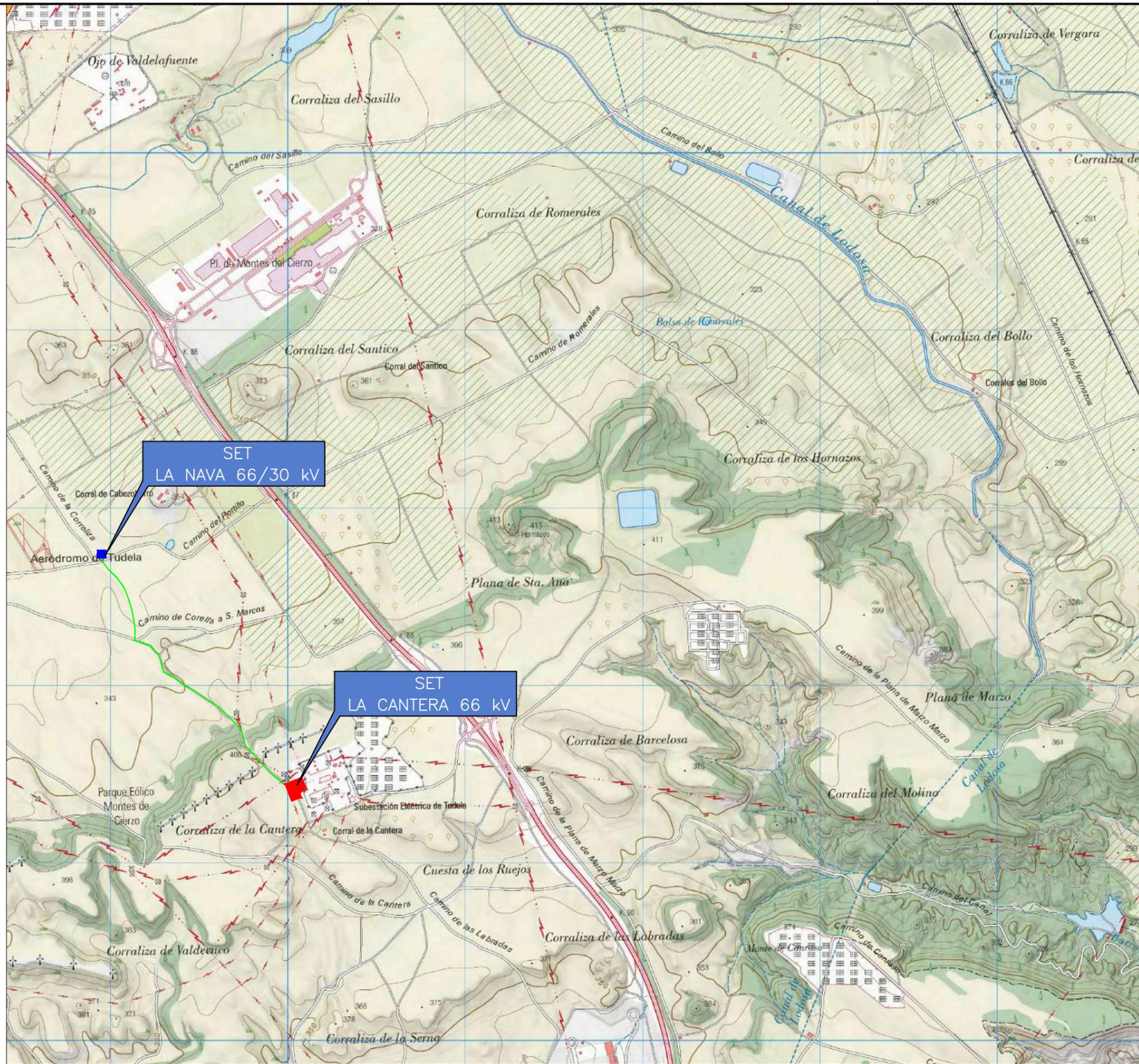
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Javier Sanz Osorio

Colegiado 6.134 COGITIAR

Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 KV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

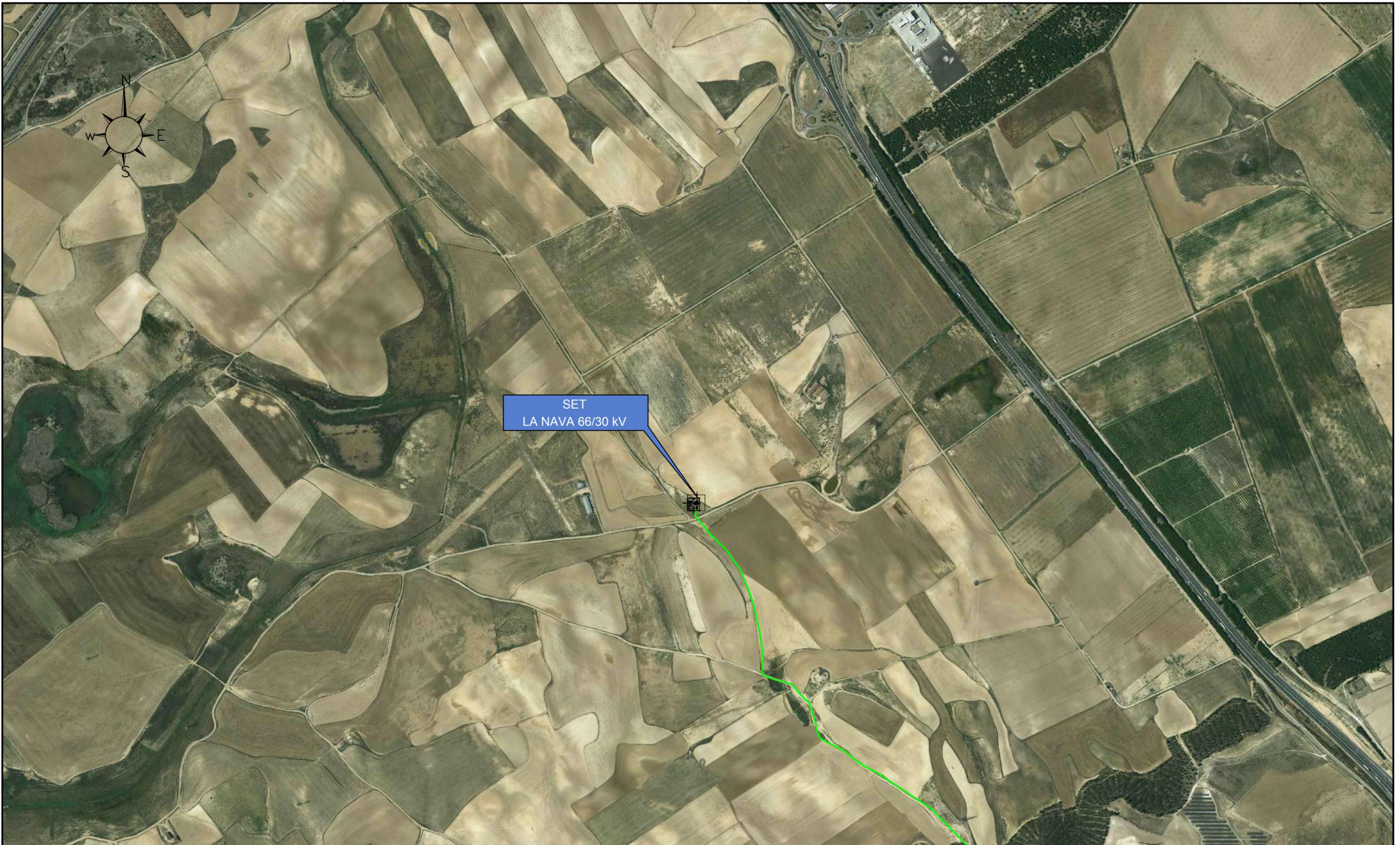
Escala:	1/25.000
Revisión:	00
Hoja:	01
Siguiente:	--
Código:	20-2277-08 02-01-01-001

El Ingeniero Técnico Industrial
 Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
 D. Javier Sanz Osorio
 N° Colegiado COGITIAR: 6.134



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	SSR
Comprobado:	12/2020	SSR
Aprobado:	12/2020	SSR

SITUACIÓN



SET
LA NAVA 66/30 kV



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala: 1/10.000

Revisión: 00

Hoja: 01

Siguiente: 02

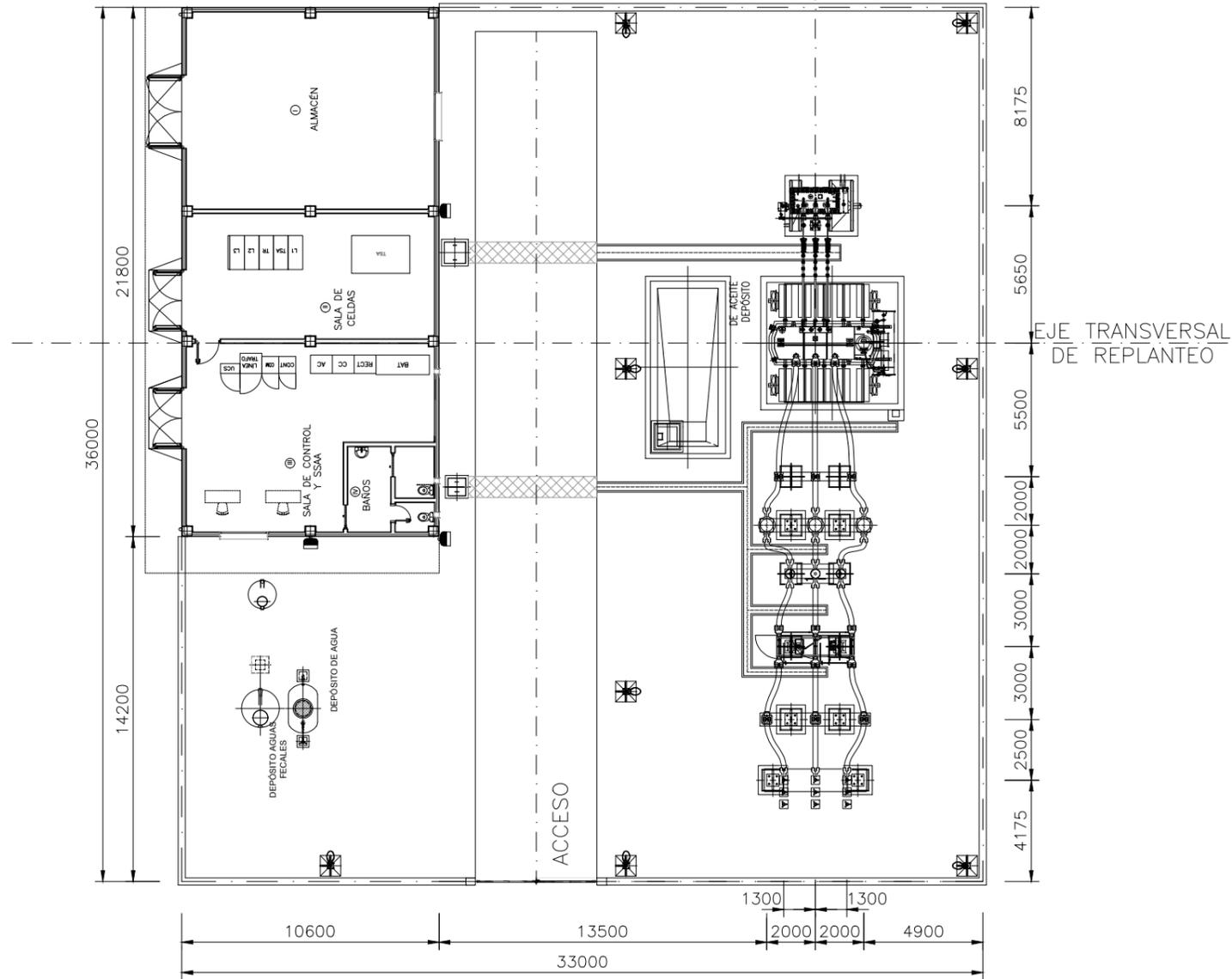
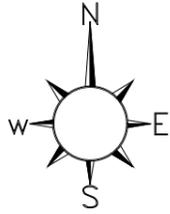
Código: 20-2278-08
02-01-01-002

El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

IMPLANTACION



NOTAS:

1.- COTAS EN MILÍMETROS



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)**

Escala: 1/250

Revisión: 00

Hoja: 01

Siguiente: -

Código: 20-2277-08
02-01-01-003

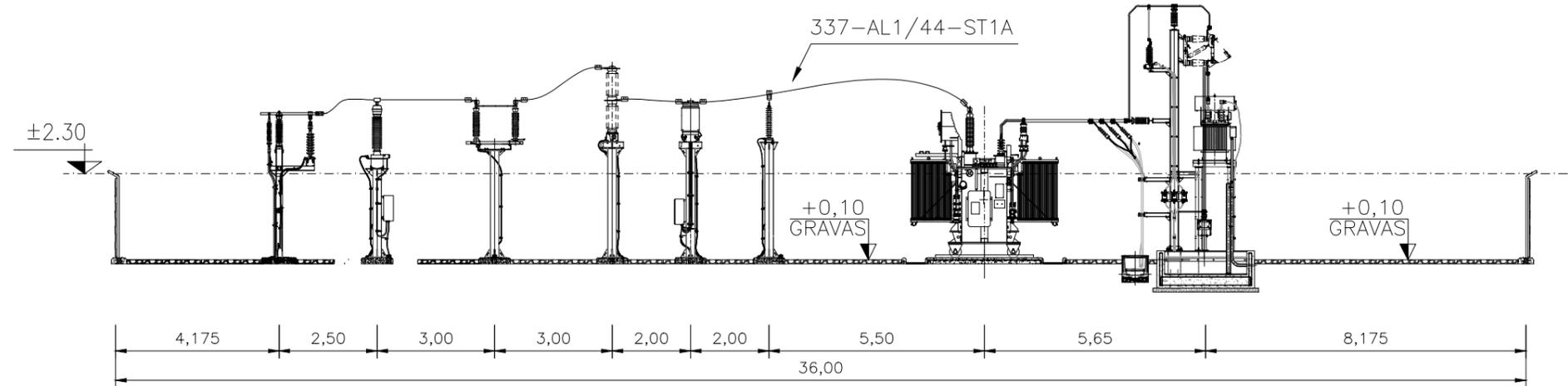
El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGITAR: 6.134



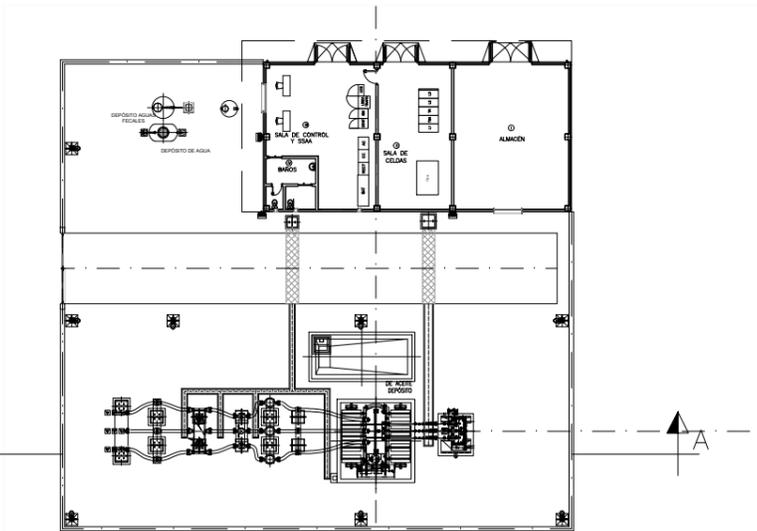
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

PLANTA GENERAL SUBESTACIÓN

SECCIÓN A-A

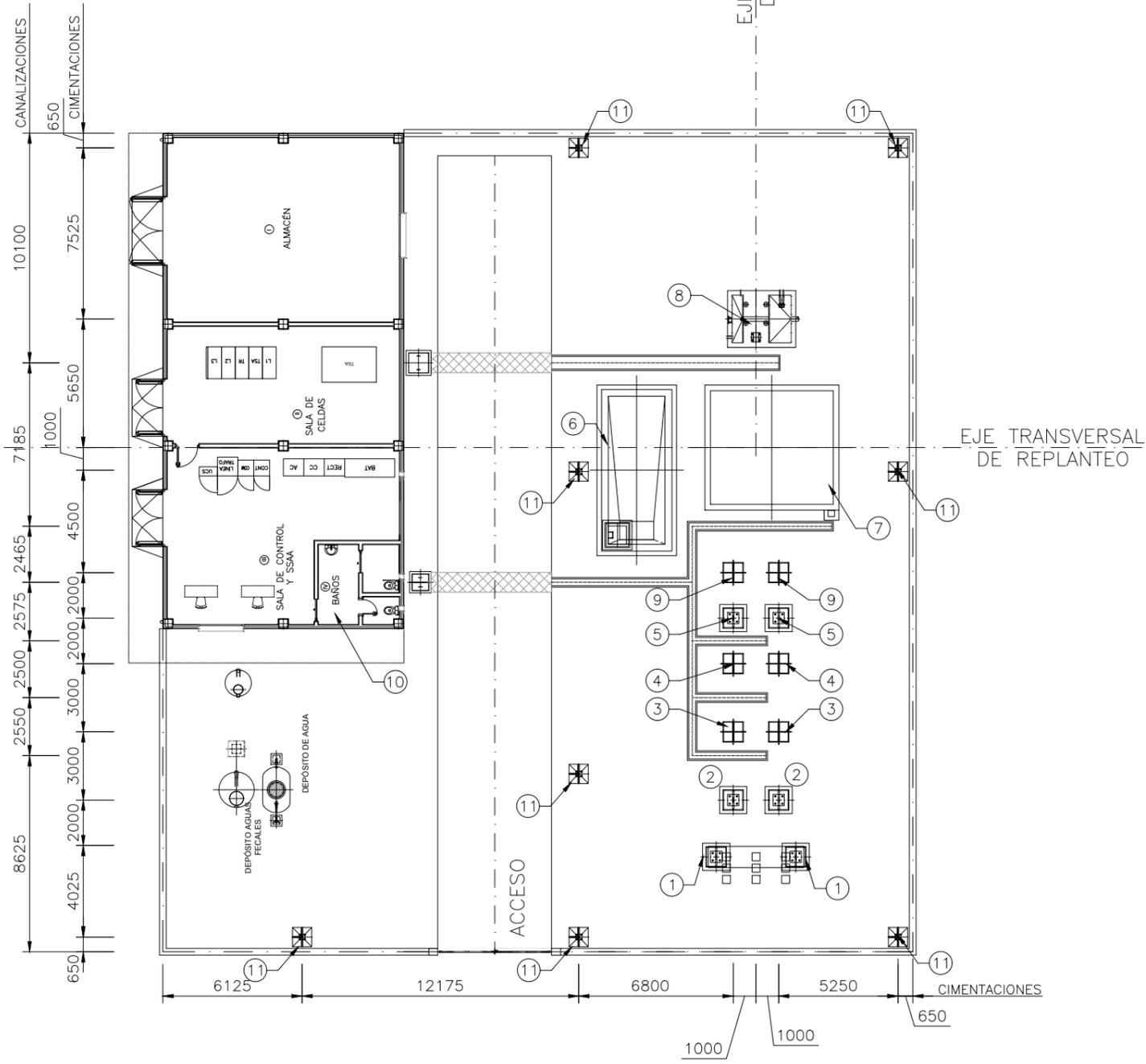
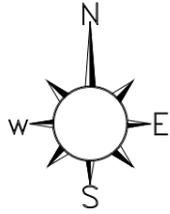


ENTRADA DE LÍNEA 66 kV
 TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
 SECCIONADOR DE LÍNEA
 INTERRUPTOR
 TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
 PARARRAYOS
 TRANSFORMADOR
 SOPORTE M.T. REACTANCIA P.A.T.



ESCALA
1/500

	PROYECTO TECNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV T.M. TUDELA (NAVARRA)		Escala: 1/150
			Revisión: 00 Hoja: 01 Siguiete: --
El Ingeniero Técnico Industrial Al servicio de Sisener Ingenieros S.L. D. Javier Sanz Osorio N° Colegiado COGITIAR: 6.134	Fecha: 12/2020 Nombre: V.B.P. Comprobado: 12/2020 F.J.E. Aprobado: 12/2020 J.S.O.	SECCION GENERAL	Código: 20-2277-08 02-01-01-004



CIMENTACIONES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
1	2	CIMENTACIÓN ENTRADA DE LÍNEA
2	2	CIMENTACIÓN TT CAPACITIVO DE LÍNEA
3	2	CIMENTACIÓN SECCIONADOR LÍNEA
4	2	CIMENTACIÓN INTERRUPTOR
5	2	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
6	2	CIMENTACIÓN PARARRAYOS
7	1	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA
8	1	CIMENTACIÓN MEDIA TENSIÓN
9	1	DEPÓSITO DE ACEITE
10	1	EDIFICIO DE CONTROL
11	8	CIMENTACIÓN ALUMBRADO

NOTAS:

1.- COTAS EN MILÍMETROS



**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)**

Escala: 1/250

Revisión: 00

Hoja: 01

Siguiente: -

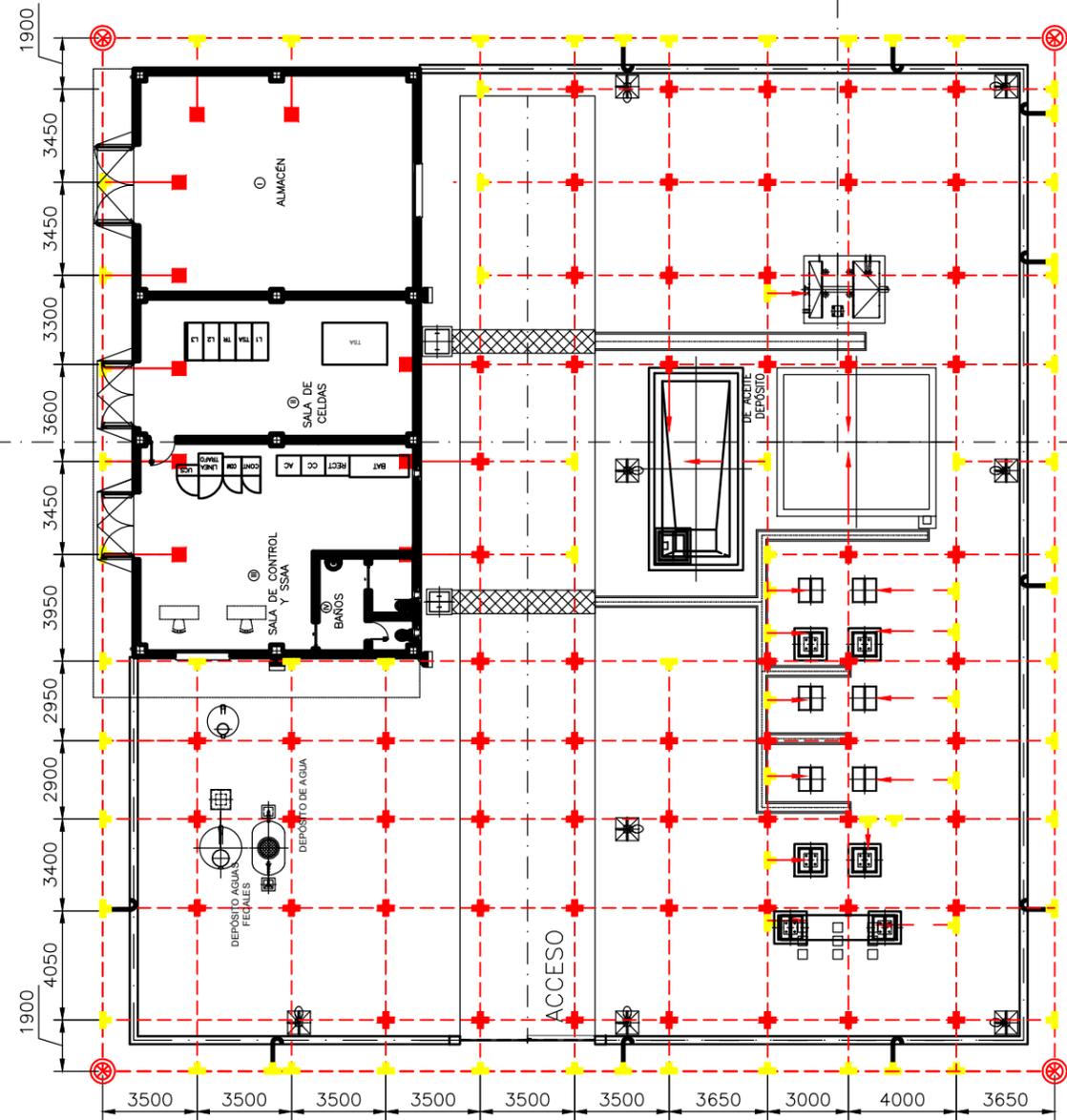
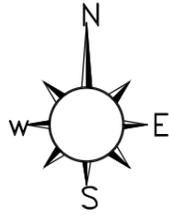
Código: 20-2277-08
02-01-01-005

El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



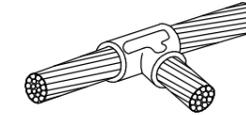
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

PLANTA GENERAL CIMENTACIONES Y CANALES

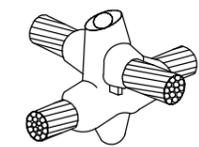


LEYENDA		
SÍMBOLO	CANT.	DENOMINACIÓN
—m	-m	CABLE DE Cu DESNUDO DE 120 mm ² (ENTERRADO)
■	75	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA EN "T"
+	63	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA EN "CRUZ"
┌	10	PUNTE CONEXIÓN A PUESTA A TIERRA DE VALLADO EXTERIOR
—	19	PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA
—■	10	CONEXIÓN CON LA RED DE TIERRAS DEL EDIFICIO
⊗	4	PICAS DE TIERRA ø20, 2m DE PROFUNDIDAD

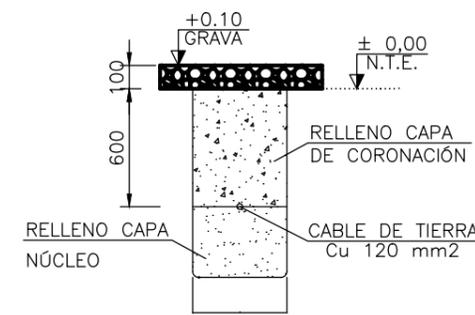
DETALLE "1"
CONEXIÓN DE 2 CONDUCTORES
CRUZADOS EN T MEDIANTE
SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA



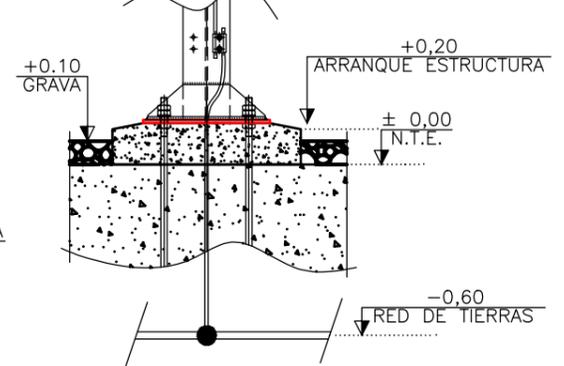
DETALLE "2"
CONEXIÓN DE 2 CONDUCTORES
CRUZADOS MEDIANTE
SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA



ZANJA CABLE DE TIERRA



PaT ESTRUCTURAS



NOTAS:

- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS.
- 2.- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBEN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
 - PUERTAS EDIFICIO Y ACCESOS
 - CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS Y CANALES REFORZADOS
 - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 12 m
 - CIMENTACIONES DE EDIFICIO
- 3.- SE DARÁ CONTINUIDAD ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA.
- 4.- LA MALLA DE TIERRA ESTÁ A 0,60 m DE PROFUNDIDAD BAJO N.T.E.

REFERENCIAS:

20-2277-08_02-01-01-003 PLANTA GENERAL.



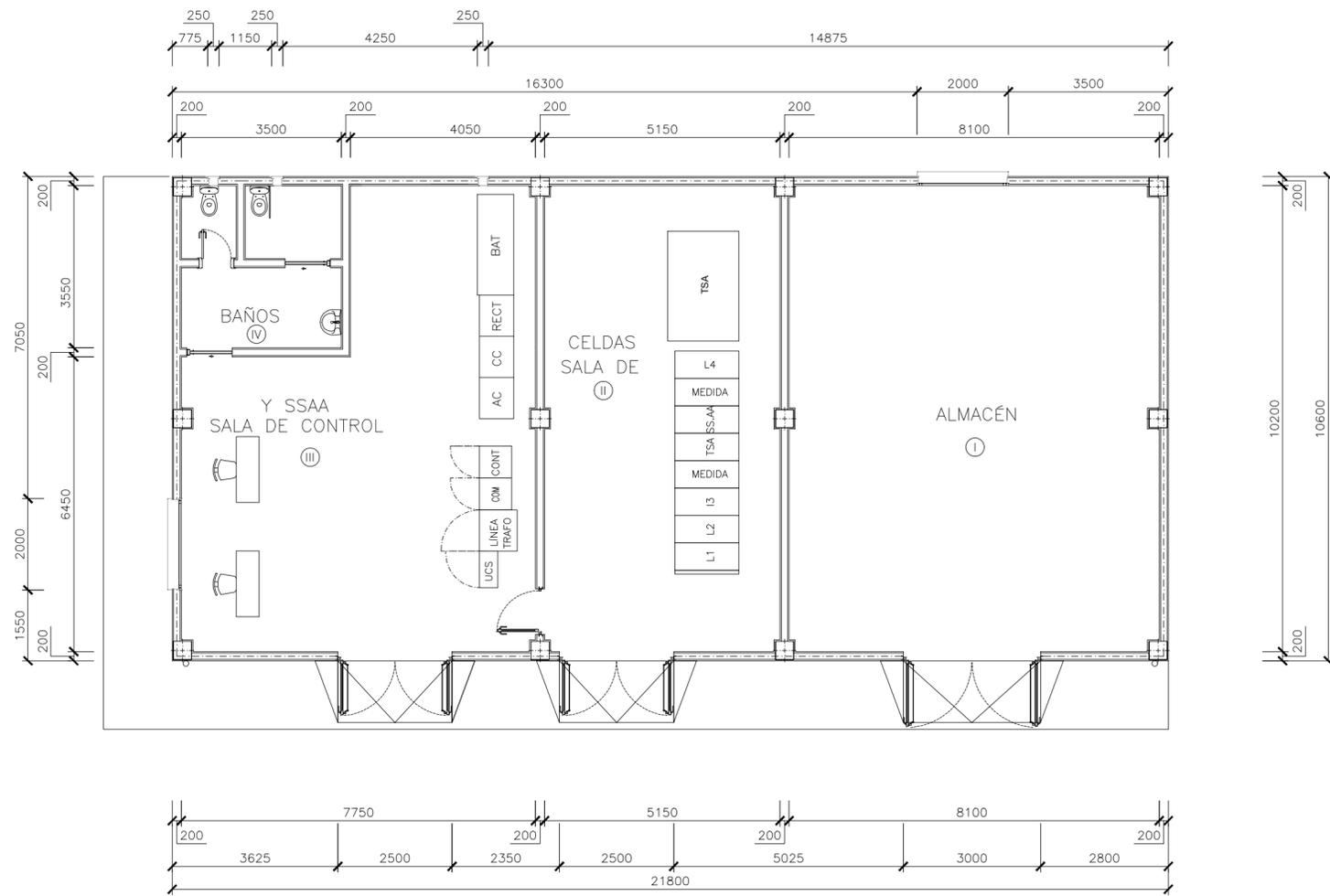
PROYECTO TECNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala:	1/250
Revisión:	00
Hoja:	01
Siguiente:	--
Código:	20-2278-08 02-01-01-006

El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

Fecha:	Nombre:
Dibujado: 12/2020	V.B.P.
Comprobado: 12/2020	F.J.E.
Aprobado: 12/2020	J.S.O.

PLANTA GENERAL RED DE TIERRAS



CUADRO DE ACABADOS PLANTA BAJA			
LOCALES	PAREDES	TECHOS	SUELOS
●BAÑOS	<ul style="list-style-type: none"> ●Chapeado piedra 2.5 cm + Fabrica ladrillo + 2.5cm de enfoscado de cemento + alicatado porcelánico. ●Fabrica de L. H. D. colocado a 1/2 asta, guarnecido de yeso + alicatado porcelánico. 		<ul style="list-style-type: none"> ●Solera de hormigón armado + capa de mortero de cemento de 2 cm de espesor + loseta 3cm
●ALMACÉN	<ul style="list-style-type: none"> ●Chapeado piedra 2.5 cm + Fabrica ladrillo + 2.5cm de enfoscado de cemento + capa de pintura criterio según propiedad ●Fabrica de L. H. D. 24x12x9 cm a 1/2 asta, guarnecido de yeso + pintura plastica 	●Losa de hormigón armado	<ul style="list-style-type: none"> ●Solera de hormigón armado + capa de mortero de cemento de 5 cm de espesor + pintura epoxi
●SALA DE CELDAS			<ul style="list-style-type: none"> ●Solera de hormigón armado + capa de mortero de cemento de 2 cm de espesor + loseta 3cm ●En los fijos, hormigón armado pulido.
●SALA DE TABLEROS CONTROL Y SSAA			<ul style="list-style-type: none"> ●Solera de hormigón armado + capa de mortero mortero de cemento de 2 cm de espesor + loseta antiacido 3cm ●Solera de hormigón armado + Suelo tecnico

CUADRO DE SUPERFICIES PLANTA BAJA		
1	ALMACEN	S: 81.89 m ²
2	SALA DE CELDAS	S: 52.04 m ²
3	SALA DE TABLEROS DE CONTROL Y SSAA	S: 64.36 m ²
4	BAÑOS	S: 12.42 m ²

SISENER INGENIEROS, S.L.

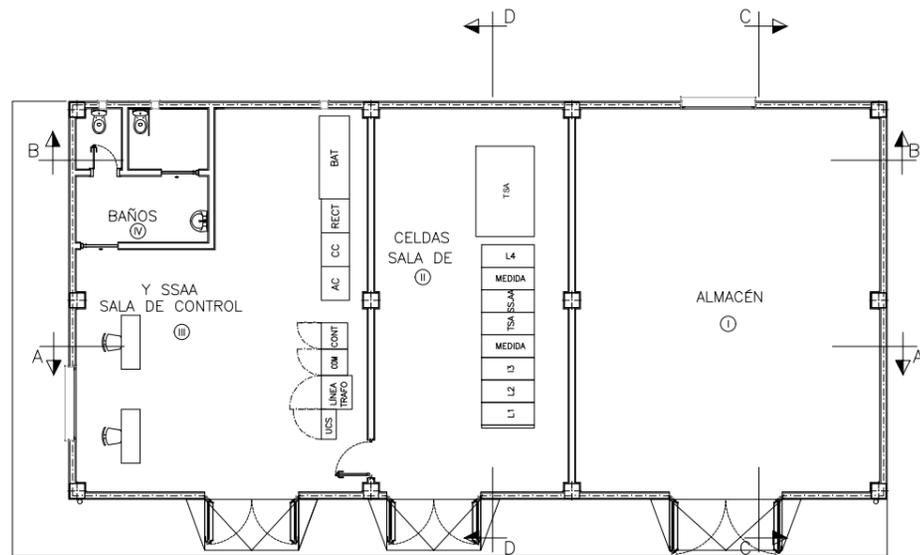
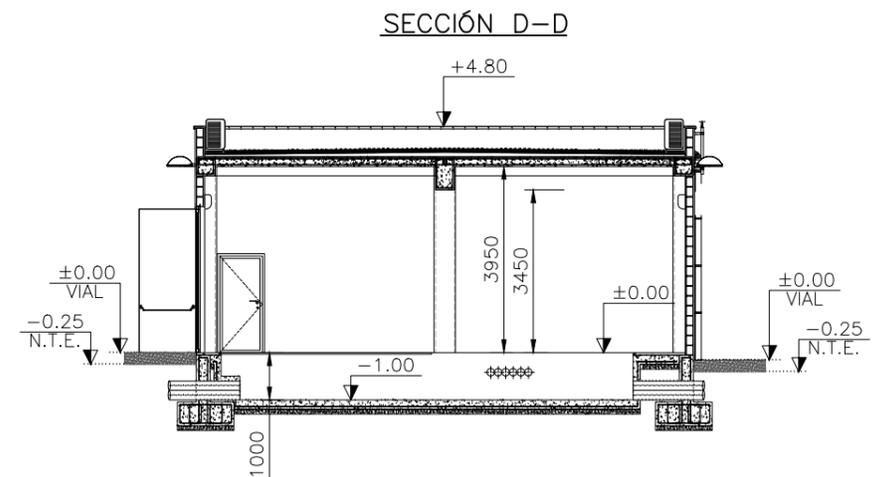
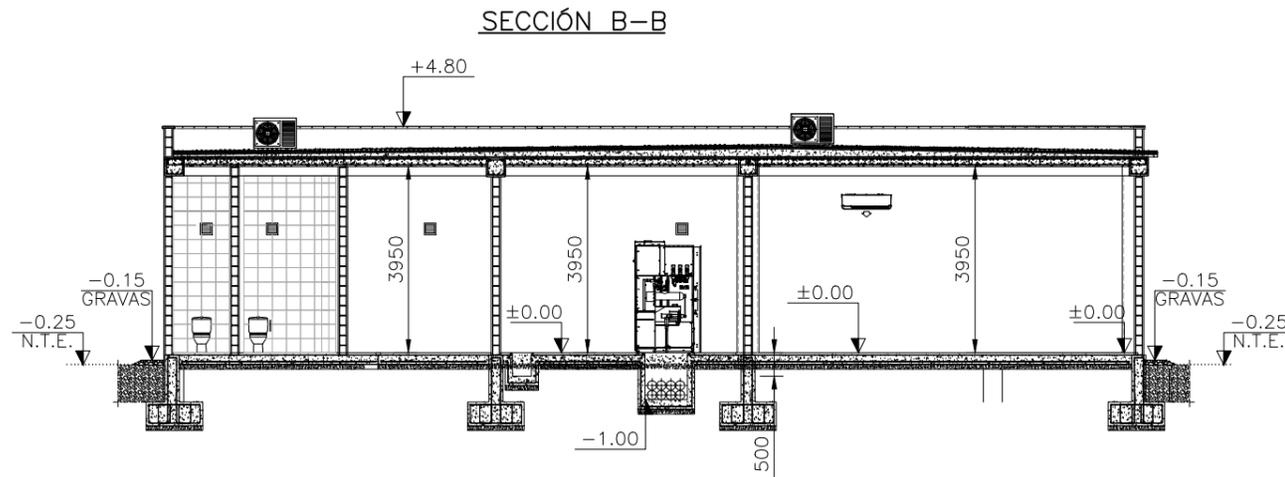
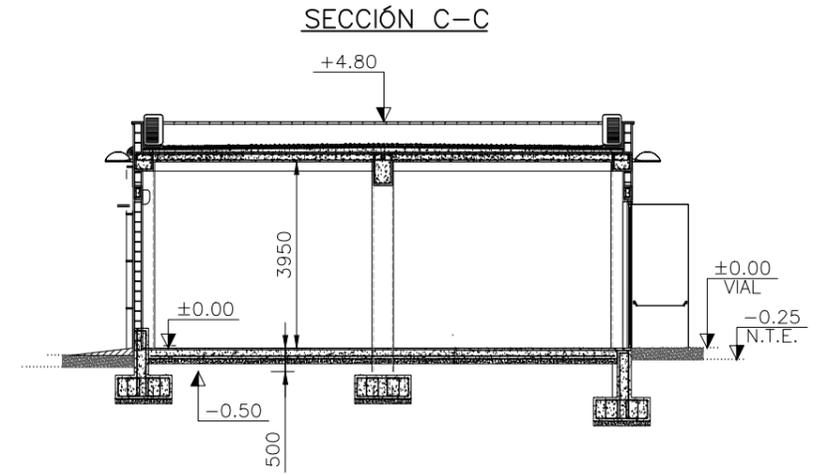
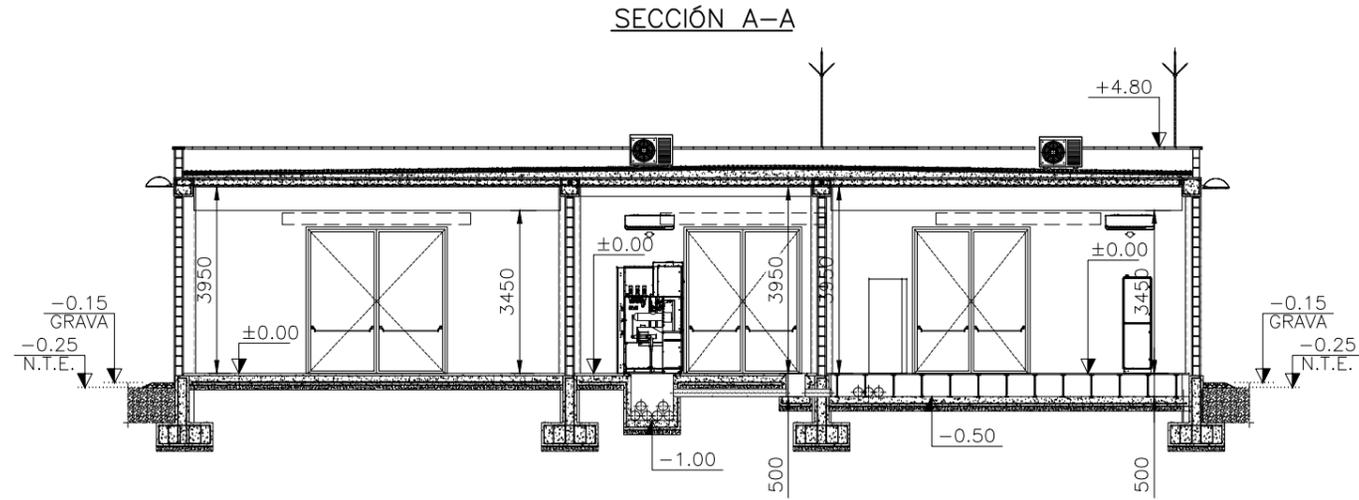
El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

Fecha:	Nombre:
Dibujado: 12/2020	V.B.P.
Comprobado: 12/2020	F.J.E.
Aprobado: 12/2020	J.S.O.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

OBRA CIVIL
PLANTA GENERAL EDIFICIO

Escala:	1/100
Revisión:	00
Hoja:	01
Siguiente:	--
Código:	20-2277-08 02-01-02-001



PLANOS DE REFERENCIA:

1.- COTAS EN MILIMETROS Y PROFUNDIDADES EN METROS

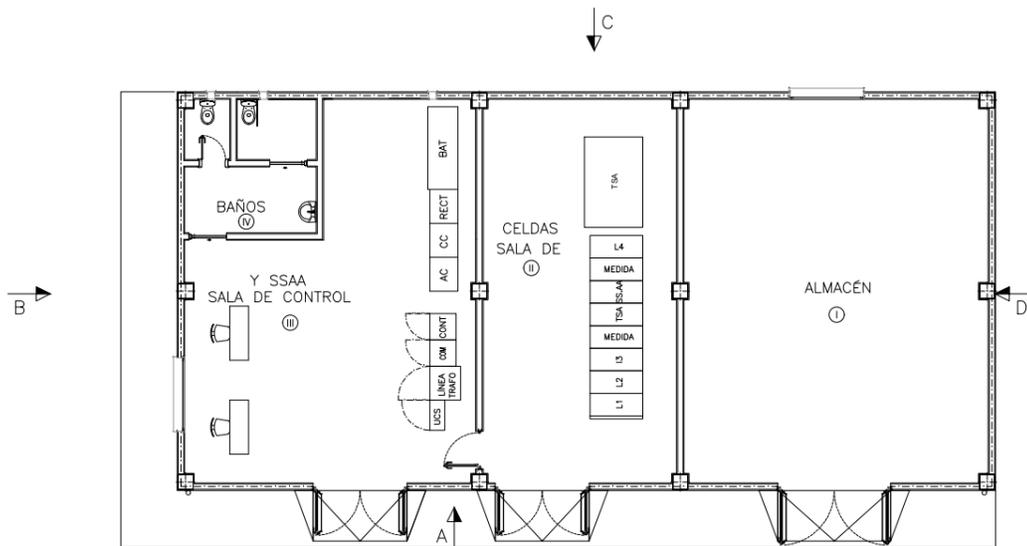
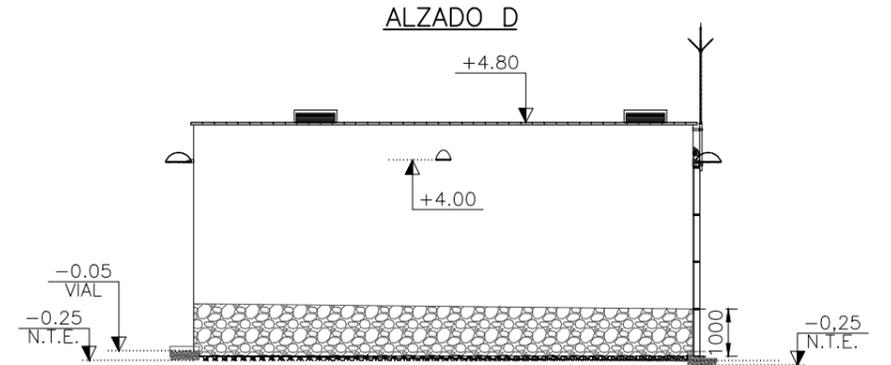
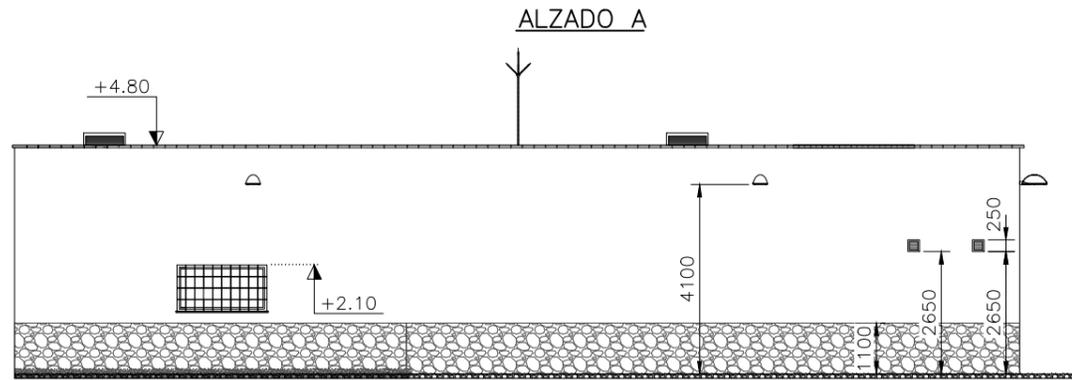
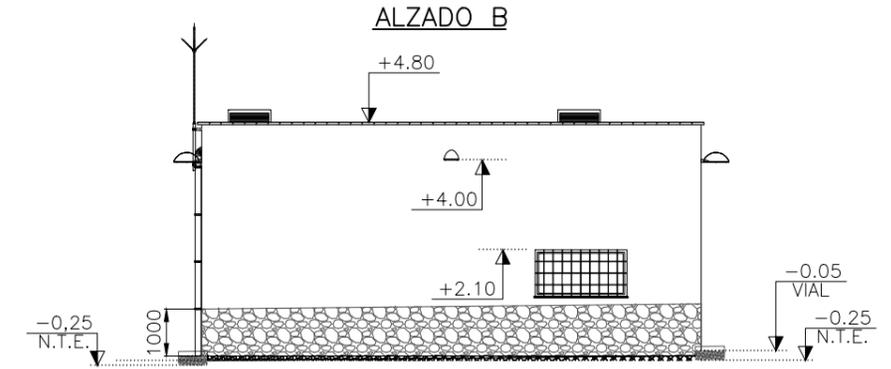
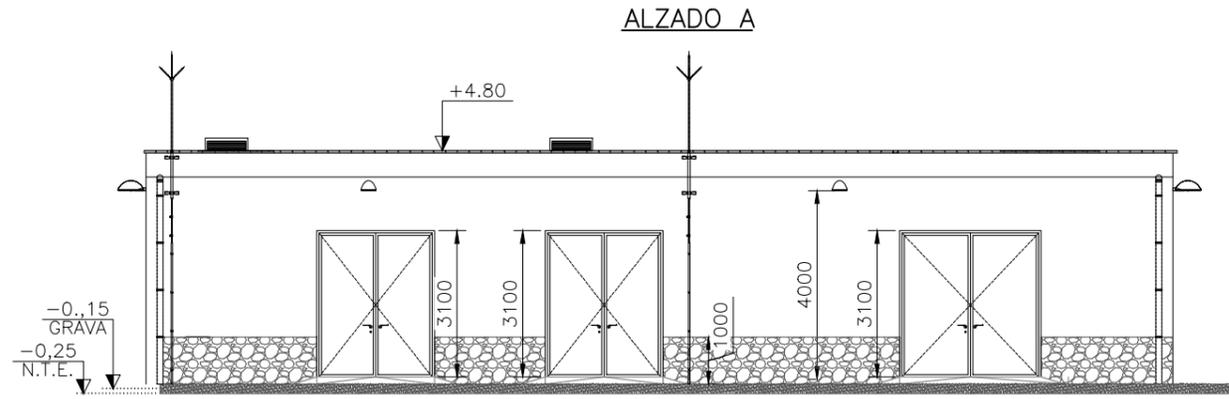
PLANOS DE REFERENCIA:

- 20-2277-08_02-01-02-001 EDIFICIO PLANTA GENERAL.
- 20-2277-08_02-01-02-003 ALZADOS EDIFICIO.
- 20-2277-08_02-01-02-004 PLANTA GENERAL EQUIPOS.

	Fecha:	Nombre:
	Dibujado:	V.B.P.
	Comprobado:	F.J.E.
	Aprobado:	J.S.O.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV T.M. TUDELA (NAVARRA)		Escala: 1/150
		Revisión: 00 Hoja: 01 Siguiente: --
SECCIONES EDIFICIO		Código: 20-2277-08 02-01-02-002

El Ingeniero Técnico Industrial
 Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
 D. Javier Sanz Osorio
 Nº Colegiado COGIATIR: 6.134



PLANOS DE REFERENCIA:

1.- COTAS EN MILIMETROS Y PROFUNDIDADES EN METROS

PLANOS DE REFERENCIA:

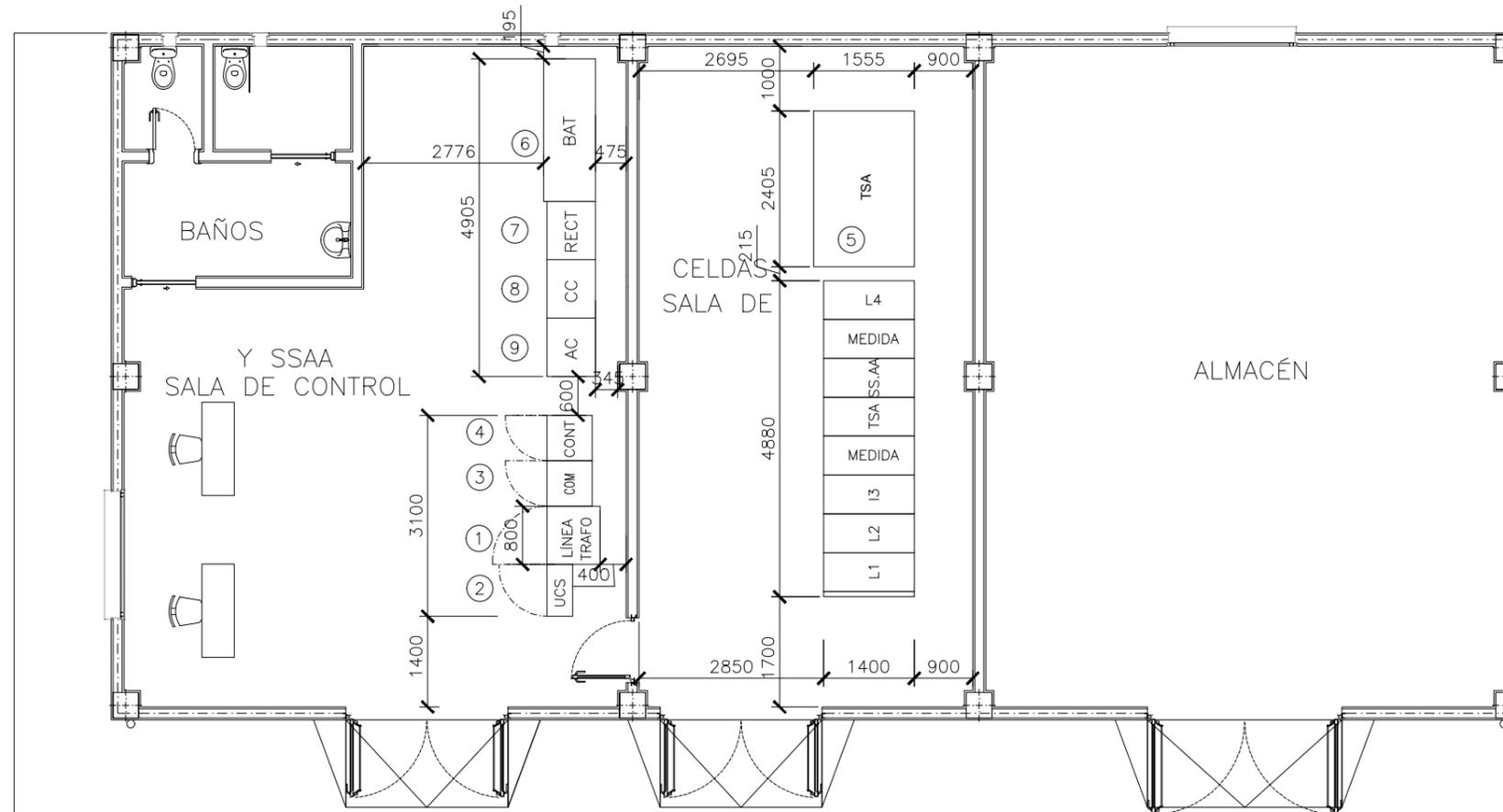
- 20-2277-08_02-01-02-001 EDIFICIO PLANTA GENERAL.
- 20-2277-08_02-01-02-002 SECCIONES EDIFICIO.
- 20-2277-08_02-01-02-004 PLANTA GENERAL EQUIPOS.

	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV T.M. TUDELA (NAVARRA)		Escala: 1/150
			Revisión: 00
			Hoja: 01
			Siguiete: --
		ALZADOS EDIFICIO	Código: 20-2277-08 02-01-02-003

El Ingeniero Técnico Industrial
 Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
 D. Javier Sanz Osorio
 N° Colegiado COGITIAR: 6.134

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

EQUIPOS	
POS.	DENOMINACIÓN
1	ARMARIO PROTECCIÓN DE LÍNEA Y TRAF0
2	UNIDAD DE CONTROL SUBESTACIÓN (UCS)
3	ARMARIO DE COMUNICACIONES
4	ARMARIO DE CONTADORES
5	TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES 100 kVA
6	BATERÍAS 125 Vcc
7	RECTIFICADOR 125 Vcc
8	ARMARIO CORRIENTE CONTINUA
9	ARMARIO CORRIENTE ALTERNA



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala: 1/100

Revisión: 00

Hoja: 01

Siguiente: --

Código: 20-2277-08
02-01-02-004

El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGITIAR: 6.134



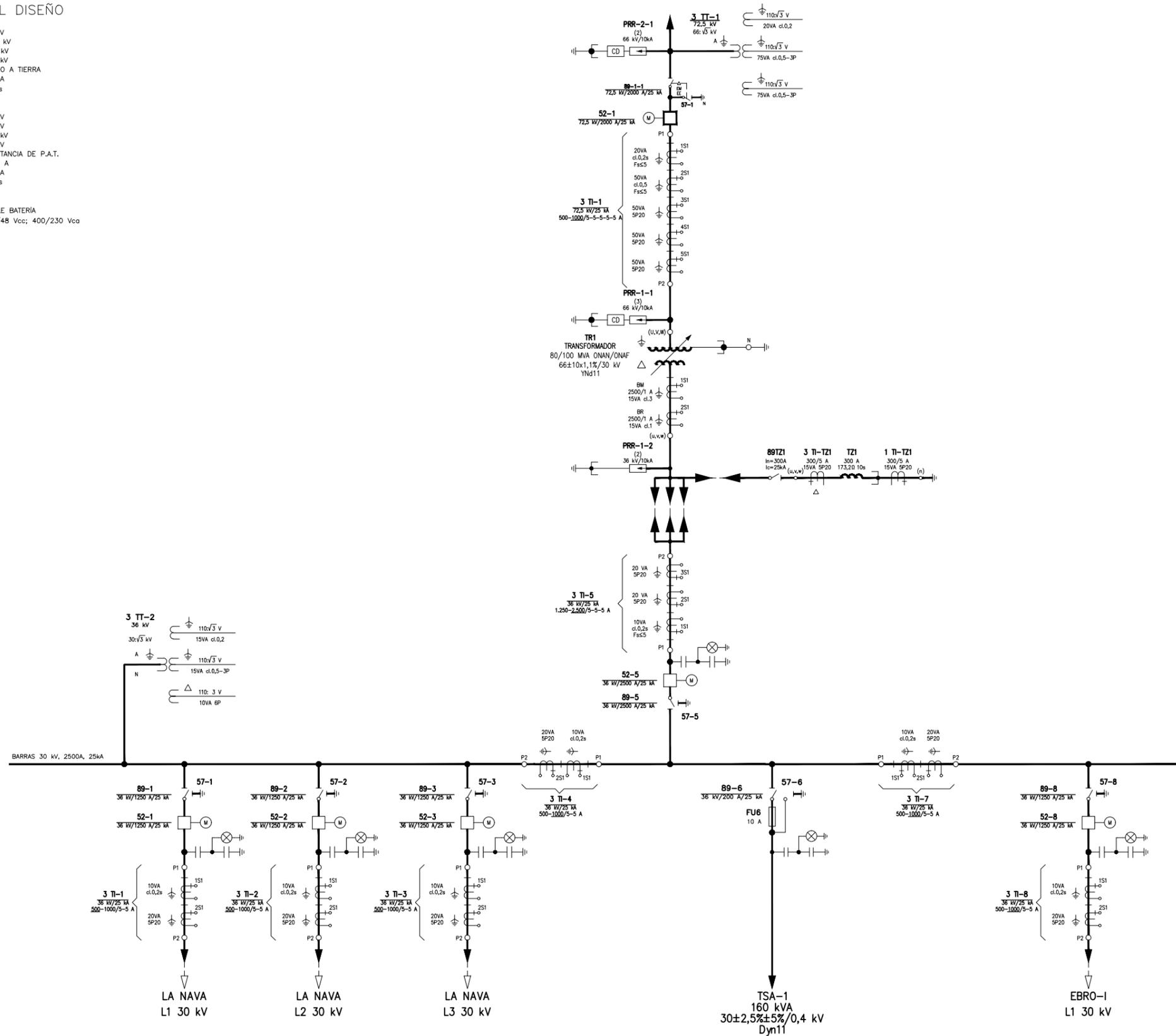
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

PLANTA GENERAL EQUIPOS

CARACTERISTICAS BASICAS DEL DISEÑO

SISTEMA 66 kV	
TENSION DE SERVICIO	66 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	72,5 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	325 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	140 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	0,5 s
SISTEMA 30 kV	
TENSION DE SERVICIO	30 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	170 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGIMEN DE NEUTRO	REACTANCIA DE P.A.T.
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	1250 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	0,5 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERIA 125/48 Vcc; 400/230 Vcc

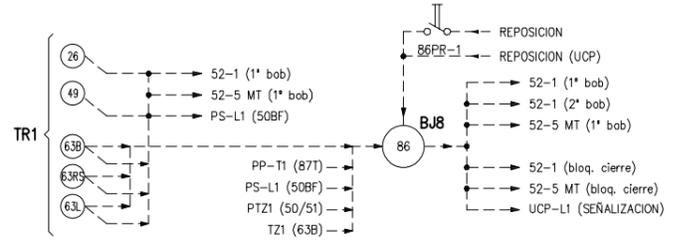
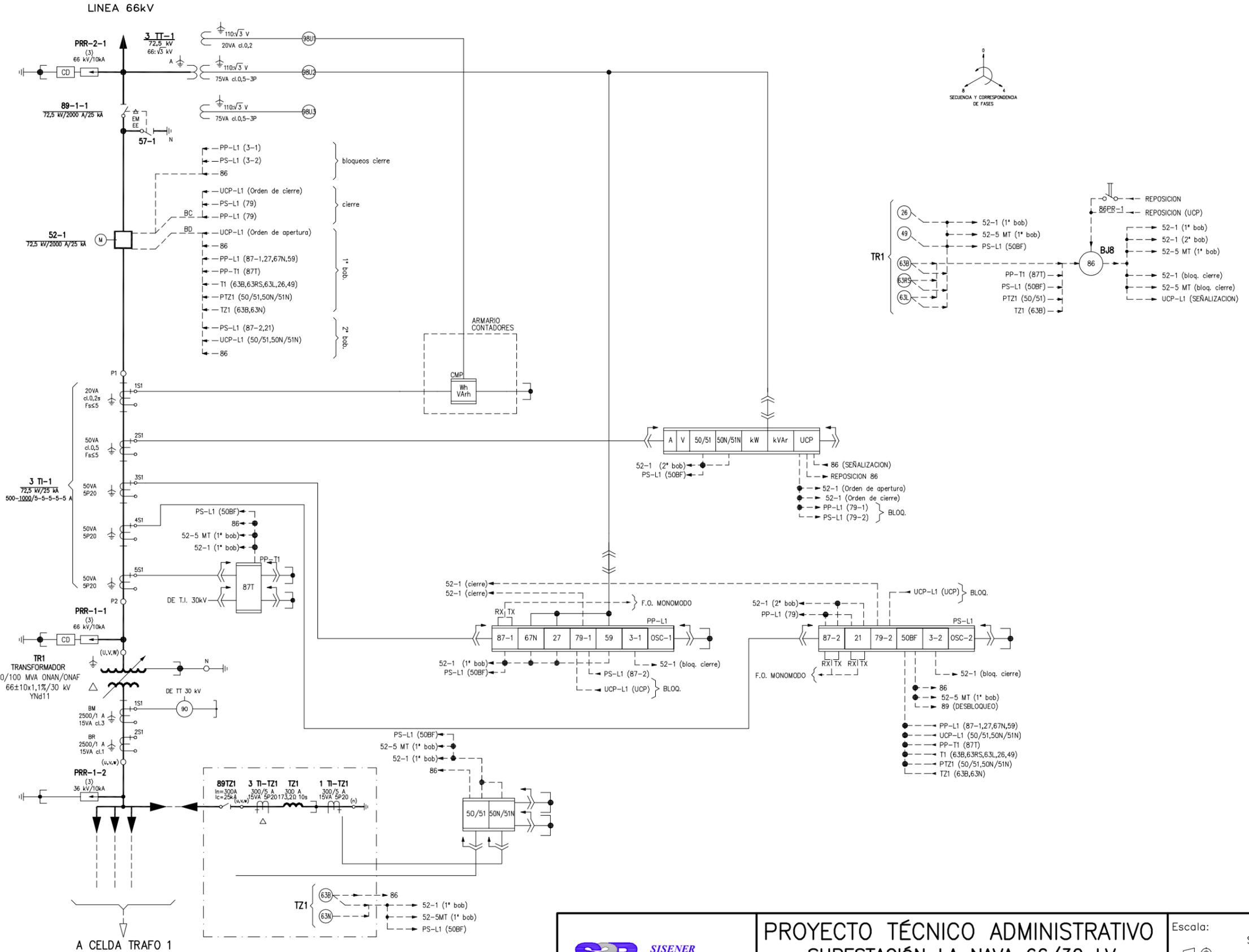
LINEA 66 kV A SET CANTERA



	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV T.M. TUDELA (NAVARRA)		Escala:	S/E	
			Revisión:	00	
		ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO		Hoja:	01
				Siguiente:	--
				Código:	20-2277-08 02-01-03-001

El Ingeniero Técnico Industrial
 Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
 D. Javier Sanz Osorio
 Nº Colegiado COGITIAR: 6.134

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

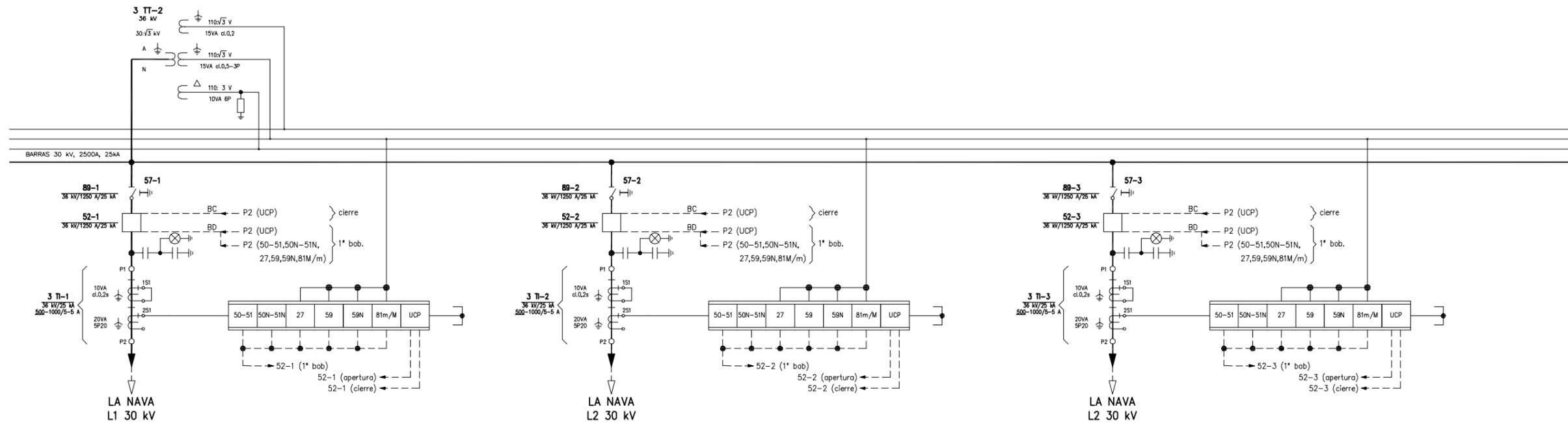


CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO
 SISTEMA: 66 kV
 TENSION DE SERVICIO: 66 kV
 TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL: 72,5 kV
 NIVEL BASICO DE IMPULSO: 325 kV
 TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO: 140 kV
 REGIMEN DE NEUTRO: RIGIDO A TIERRA
 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL: 26 kA
 DURACION DE CORTOCIRCUITO: 0,5 s
 TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES: DOBLE BATERIA
 125/48 Vcc; 400/230 Vcc

- LEYENDA**
- 52 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
 - 57 SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
 - 89 SECCIONADOR
 - 2 DISCORDANCIA DE POLOS
 - 3 SUPERVISION DE BOMBAS
 - 21 PROTECCION DE DISTANCIA
 - 25 PROTECCION DE SINCRONISMO
 - 26 TERMOMETRO TEMPERATURA DEL ACEITE
 - 27 PROTECCION MINIMA TENSION
 - 49 PROTECCION DE IMAGEN TERMICA
 - 50-51 PROTECCION SOBREINTENSIDAD DE FASES
 - 50N-51N PROTECCION SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO
 - 50n-62 PROTECCION DE FALLO DE INTERRUPTOR
 - 59 PROTECCION MAXIMA TENSION
 - 63 RELE BUCHHOLZ
 - 63L LIBERADOR DE PRESION
 - 63RS RELE JANSCH
 - 67 PROTECCION DIRECCIONAL DE FASES
 - 67N PROTECCION DIRECCIONAL DE NEUTRO
 - 79 RELE DE RENEGANCIA
 - 81 PROTECCION MAXIMA/MINIMA FRECUENCIA
 - 86 RELE DE DISPARO CON BLOQUEO
 - 87L PROTECCION DIFERENCIAL DE LINEA
 - 87T PROTECCION DIFERENCIAL TRANSFORMADOR
 - 90 REGULADOR DE TENSION
 - 98 INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

A CELDA TRAF0 1

	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV T.M. TUDELA (NAVARRA)		Escala: S/E
	El Ingeniero Técnico Industrial Al servicio de Sisener Ingenieros S.L. D. Javier Sanz Osorio Nº Colegiado COGIATIR: 6.134	Fecha: 12/2020 Nombre: V.B.P.	ESQUEMA UNIFILAR PROTECCIONES AT
Dibujado: 12/2020 Comprobado: 12/2020 Aprobado: 12/2020	Nombre: F.J.E. Nombre: J.S.O.	Revisión: 00 Hoja: 01 Siguiete: --	Código: 20-2277-08 02-01-03-002



CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL DISEÑO

SISTEMA	30 kV
TENSIÓN DE SERVICIO	30 kV
TENSIÓN MÁX. ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
TENSIÓN FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGÍMEN DE NEUTRO	REACTANCIA DE P.A.T.
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	1250 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	0,5 s
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERÍA
	125/48 Vec; 400/230 Vec

LEYENDA

52	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
57	SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
89	SECCIONADOR
2	DISCORDANCIA DE POLOS
3	SUPERVISIÓN DE BOBINAS
21	PROTECCIÓN DE DISTANCIA
25	PROTECCIÓN DE SINCRONISMO
26	TERMOMETRO TEMPERATURA DEL ACEITE
27	PROTECCIÓN MINIMA TENSION
49	PROTECCIÓN DE IMAGEN TERMICA
50-51	PROTECCIÓN SOBRETENSION DE FASES
50N-51N	PROTECCIÓN SOBRETENSION DE NEUTRO
50-62	PROTECCIÓN DE FALLO DE INTERRUPTOR
59	PROTECCIÓN MAXIMA TENSION
63B	RELE BUCHHOLZ
63L	LIBERADOR DE PRESION
63RS	RELE JANSEN
67	PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE FASES
67N	PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE NEUTRO
79	RELE DE REENGANCHE
81	PROTECCIÓN MAXIMA/MINIMA FRECUENCIA
86	RELE DE DISPARO CON BLOQUEO
87L	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LINEA
87T	PROTECCIÓN DIFERENCIAL TRANSFORMADOR
90	REGULADOR DE TENSION
98	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

SISENER INGENIEROS, S.L.

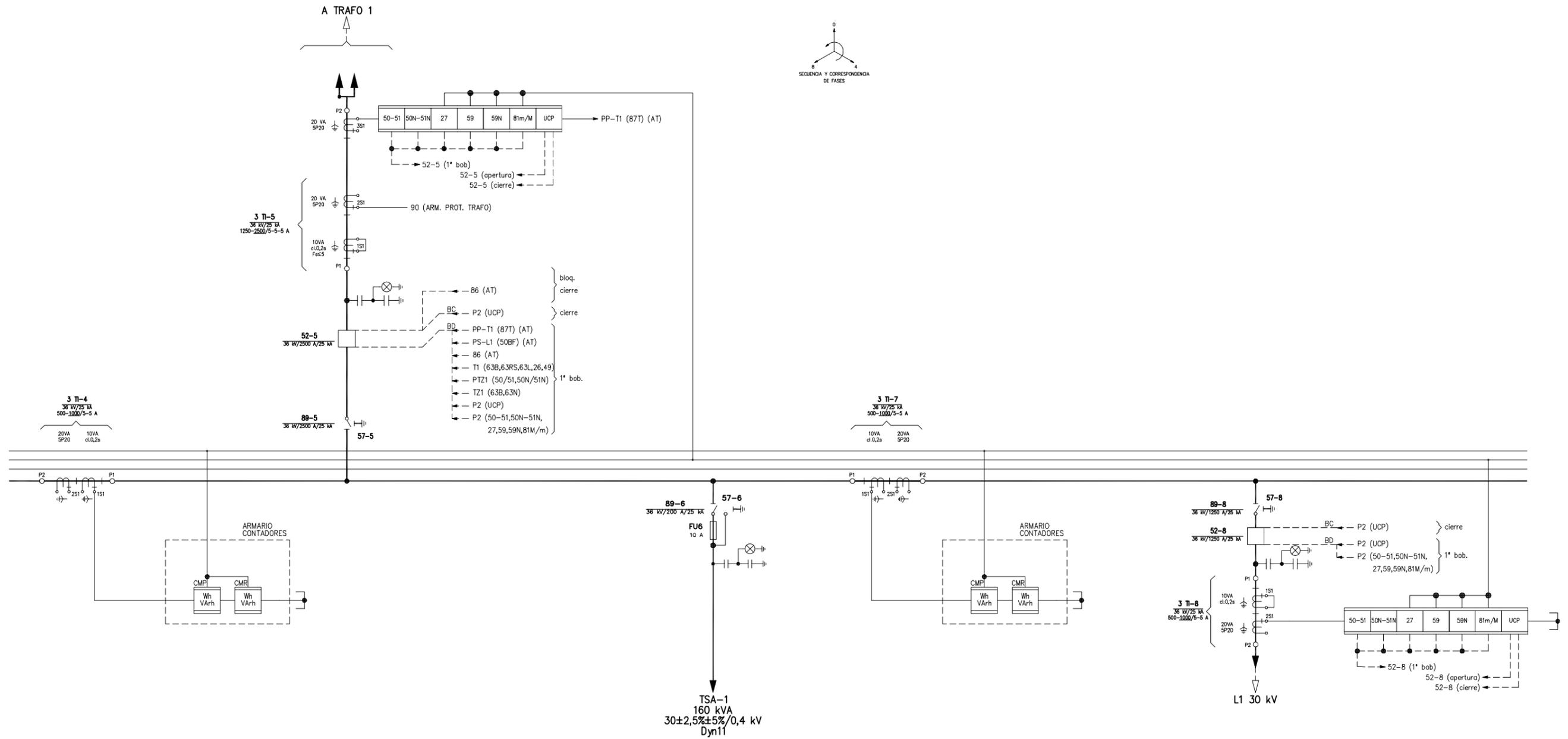
El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGIATIR: 6.134

Fecha:	Nombre:
Dibujado:	V.B.P.
Comprobado:	F.J.E.
Aprobado:	J.S.O.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

ESQUEMA UNIFILAR
PROTECCIONES MT

Escala:	S/E
Revisión:	00
Hoja:	01
Siguiente:	02
Código:	013

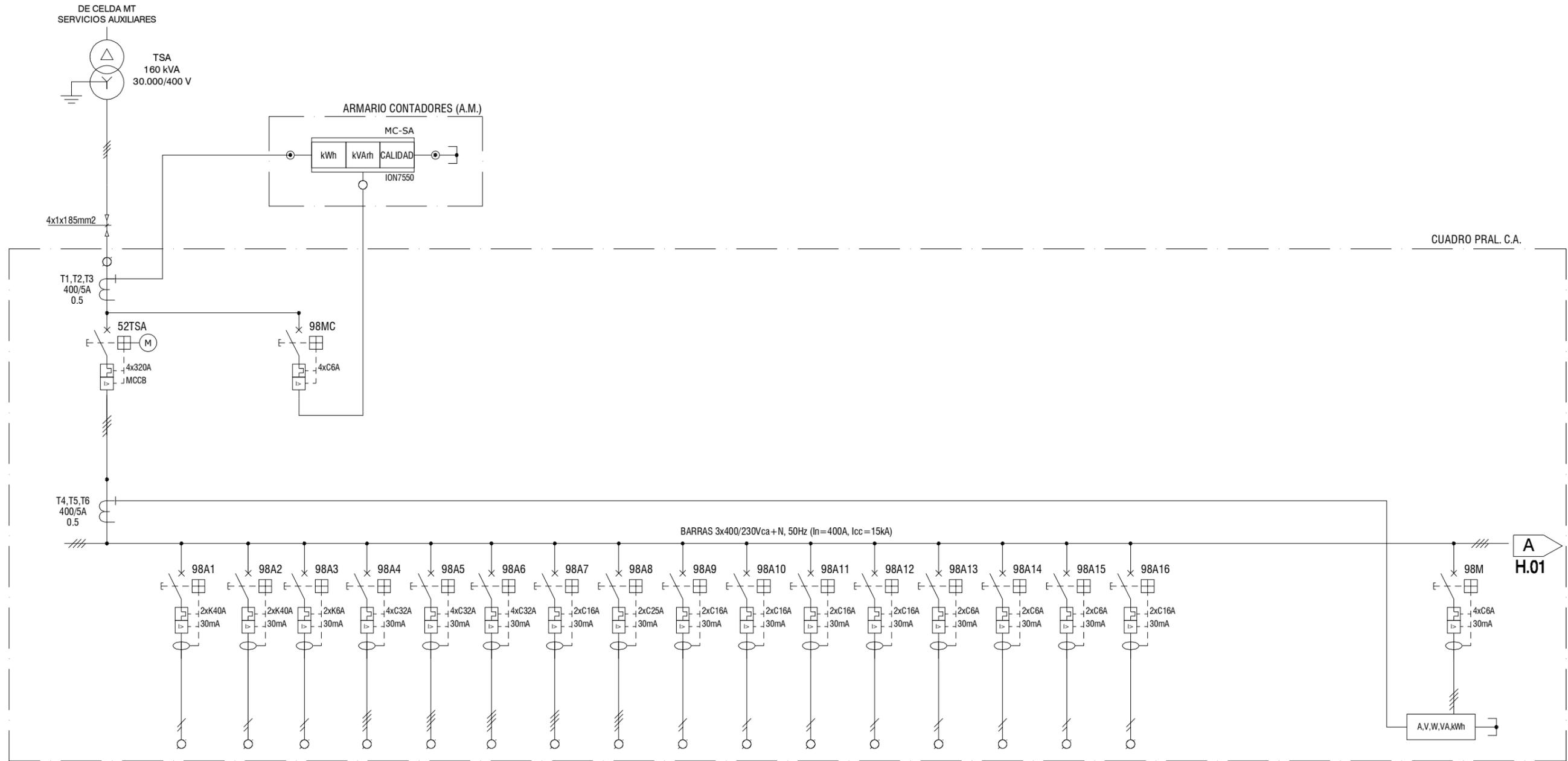


PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala:	S/E
Revisión:	00
Hoja:	02
Siguiente:	--
Código:	013

El Ingeniero Técnico Industrial Al servicio de Sisener Ingenieros S.L. D. Javier Sanz Osorio Nº Colegiado COGITIAR: 6.134	Fecha:	Nombre:
	Dibujado:	V.B.P.
	Comprobado:	F.J.E.
	Aprobado:	J.S.O.

ESQUEMA UNIFILAR
 PROTECCIONES MT



FUNCION	ALIMENT. TRAFOS S.A.A.	RECT.BAT 1 125Vcc	RECT.BAT 2 125Vcc	RECT.BAT 48Vcc	REGUL., VENT.Y CTRL T-1	RESERVA	UCS	RESERVA	ARMARIOS CONTROL	RESERVA	CALEFACCION PARQUE	CALEFACCION CELDAS MT	GENERADOR DIESEL	CENTRAL SEGURIDAD	CENTRAL INCENDIOS	RESERVA	RESERVA
CONSUMO (W)	<146.000	7730.0000	7730.0000	870.0000	23279.0000	0.0000	3000.0000	0.0000	1000.0000	0.0000	2720.0000	3040.0000	500.0000	500.0000	500.0000	0.0000	0.0000
BORNES (mm2)	240	16.0000	16.0000	4.0000	10.0000	4.0000	6	4.0000	6.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
CABLES (mm2)	4x(1x240)	2x10	2x10	2x2,5	4x6	--	4x4	--	2x4	--	2x4	2x2,5	2x2,5	2x2,5	2x2,5	--	--

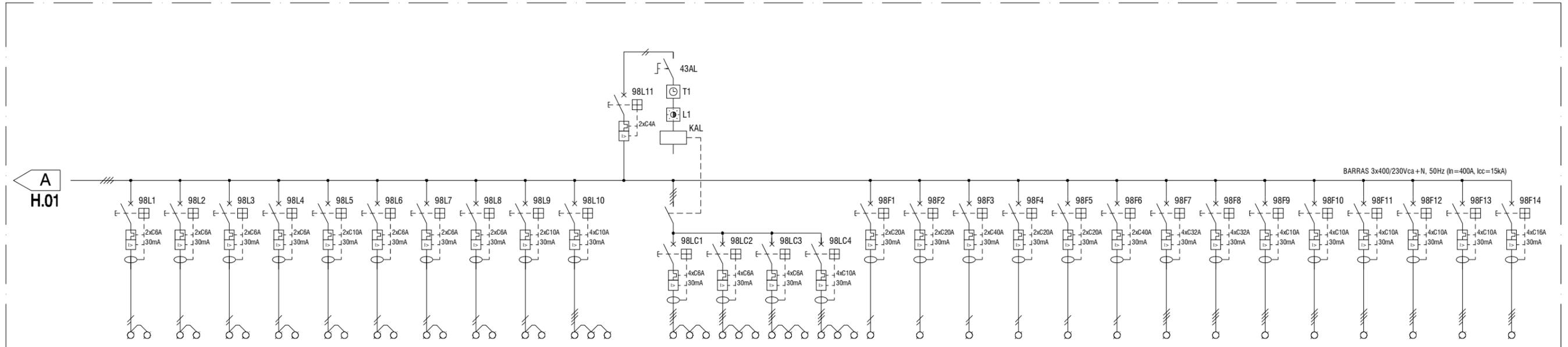


PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala:	S/E
Revisión:	00
Hoja:	01
Siguiente:	02
Código:	20-2277-08 02-01-03-004

El Ingeniero Técnico Industrial Al servicio de Sisener Ingenieros S.L. D. Javier Sanz Osorio N° Colegiado COGITIAR: 6.134	Fecha:	Nombre:
	Dibujado:	V.B.P.
	Comprobado:	F.J.E.
	Aprobado:	J.S.O.

ESQUEMA UNIFILAR
SERVICIOS AUXILIARES C.A.



FUNCION	ALUMBRADO S. ARMARIO CONTROL	ALUMBRADO S. CELDAS 30kV	ALUMBRADO ALMACÉN	RESERVA	ALUMBRADO BAÑOS	RESERVA	RESERVA	ALUMBRADO PROYECT. PARQUE	CONTROL ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR EDIFICIO	ALUMBRADO PERIMETRO SUBESTACION	RESERVA	RESERVA	TOMAS CORR. S. TELECONTROL	TOMAS CORR. S. ARMARIO CONTROL	TOMAS CORR. S. CELDAS 30kV	TOMAS CORR. ALMACÉN	RESERVA	TOMAS CORRIENTE BAÑOS	TOMAS TRIF. EDIFICIO	TOMAS TRIF. PARQUE	VENTILACION FORZADA	AIRE ACOND. (CC1)	AIRE ACOND. (CC2)	RESERVA	RESERVA	RESERVA
CONSUMO (W)	285.0000	627.0000	912.0000	0	627.0000	0.0000	0.0000	3000.0000	100.0000	1200.0000	900.0000	0.0000	0.0000	3840.0000	3840.0000	7680.0000	3840.0000	0.0000	3840.0000	13640.0000	13640.0000	4125.0000	4125.0000	5400.0000	0.0000	0.0000	0.0000
BORNES (mm2)	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	10.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	10.0000	10.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	6.0000
CABLES (mm2)	3x2,5	3x2,5	3x2,5	--	3x2,5	--	--	4x(3x2,5)	3x2,5	3x(3x2,5)	3x(3x2,5)	--	--	3x4	3x4	3x6	3x4	--	3x4	5x6	5x6	3x(3x2,5)	5x2,5	5x2,5	--	--	--



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 02

Siguiente: -

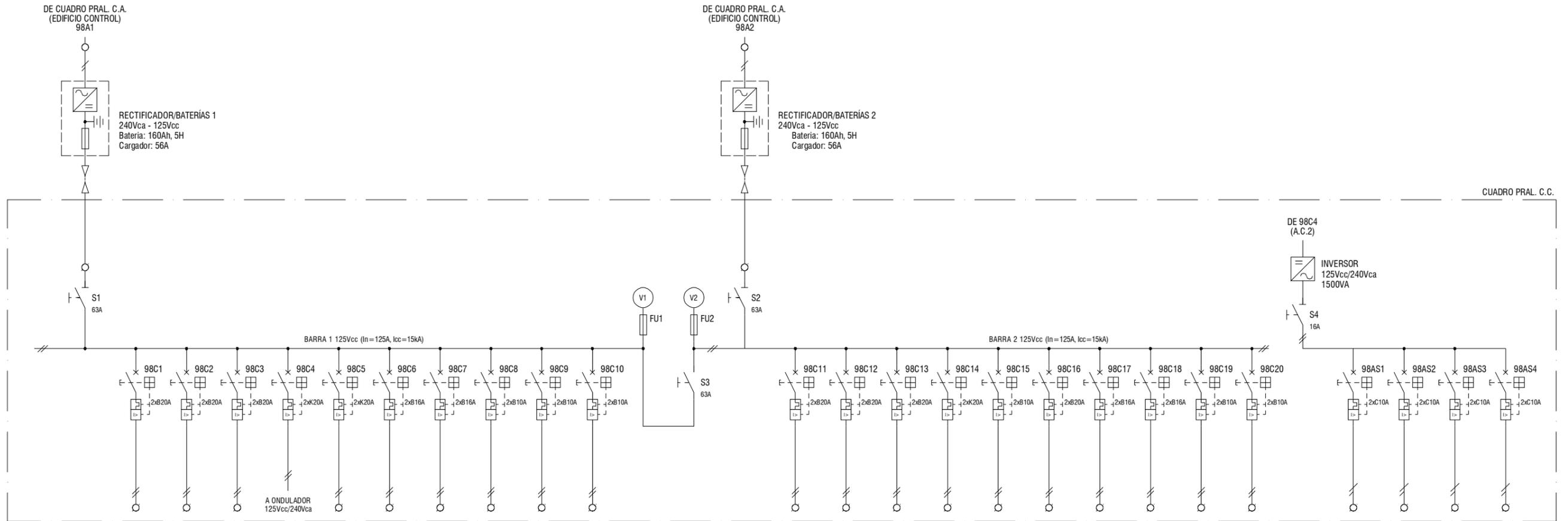
Código: 20-2277-08
02-01-03-004

El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGIATIR: 6.134



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

ESQUEMA UNIFILAR
SERVICIOS AUXILIARES C.A.



FUNCIÓN	ALIMENT. 1	CONTROL 1 BASTIDORES PROTECCION	CTRL. 66kV APARAMENTA 1ª BATERIA	CTRL. CELDAS MT 1ª BATERIA	ONDULADOR 125Vcc/240Vca	MOTORES APARAMENTA 66kV	UCS-1	COMUNICAC.	CONTADOR PRINCIPAL	CONTROL SS.AA.	RESERVA	UNIÓN DE BARRAS 125Vcc	ALIMENTACIÓ N 2	CONTROL 2 BASTIDORES PROTECCION	CTRL. 66kV APARAMENTA 1ª BATERIA	CTRL. CELDAS MT 2ª BATERIA	MOTORES CELDAS MT	SEÑALIZACION CELDAS MT	RESERVA	UCS-2	RESERVA	CONTADOR RESPALDO	RESERVA	ALTERNA SEGURA	COMUNIC's	PC	RESERVA	RESERVA
CONSUMO (W)	7790.0000	201.0000	100.0000	450.0000	3000.0000	750.0000	282.0000	100.0000	20.0000	12.0000	0.0000	7790.0000	7790.0000	75.0000	100.0000	120.0000	1500.0000	250.0000	0.0000	282.0000	0.0000	20.0000	0.0000	1500.0000	500.0000	500.0000	0.0000	0.0000
BORNES (mm2)	16	4	4	4	4	10	4	4	4	4	4	--	16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
CABLES (mm2)	2x16	2x4	2x4	2x4	2x4	2x10	2x2,5	2x2,5	2x2,5	2x2,5	--	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	2x4	2x2,5	--	2x2,5	--	2x2,5	--	2x4	2x2,5	2x2,5	--	--



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala: S/E

Revisión: 00

Hoja: 01

Siguiente: 02

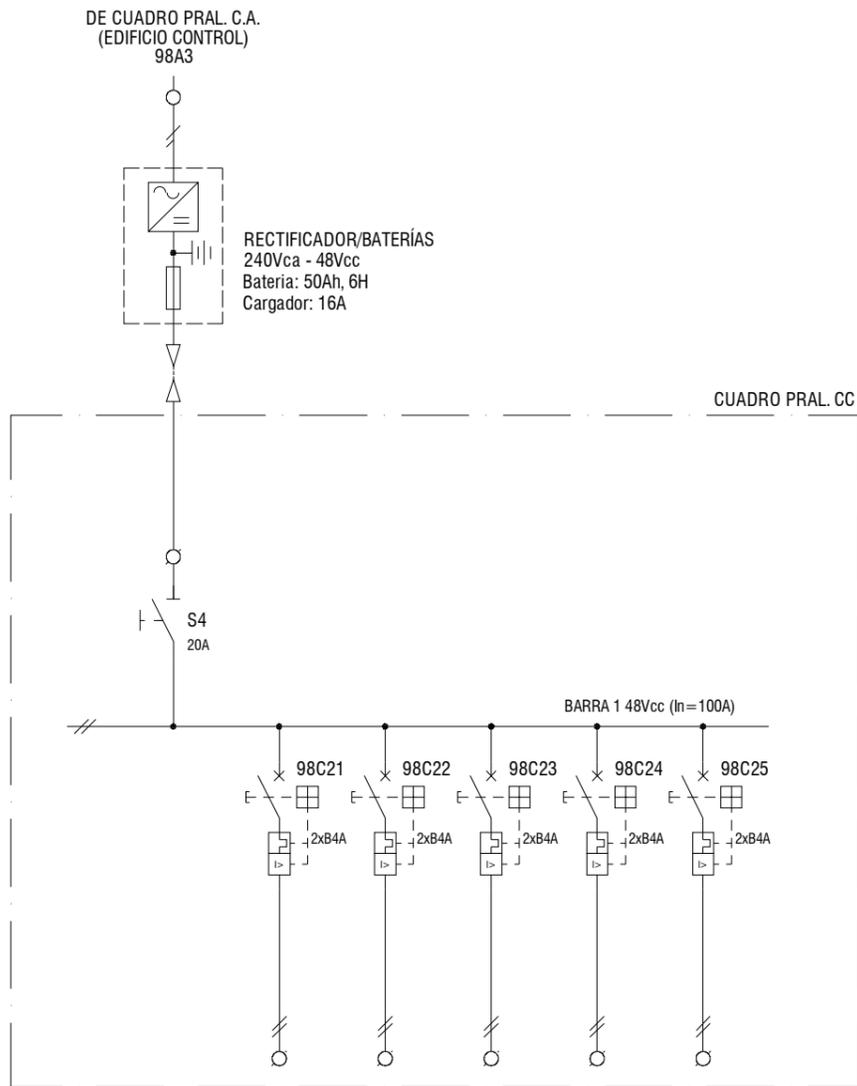
Código: 20-2277-08
02-01-03-005

El Ingeniero Técnico Industrial
Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
D. Javier Sanz Osorio
Nº Colegiado COGIATIA: 6.134



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

ESQUEMA UNIFILAR
SERVICIOS AUXILIARES C.C.



FUNCION	ALIMENT. 1	COMUNIC. 1	COMUNIC. 2	COMUNIC. 3	COMUNIC. 4	RESERVA
CONSUMO (W)	870.0000	75.0000	75.0000	75.0000	75.0000	0
BORNES (mm2)	6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
CABLES (mm2)	2x4	2x2,5	2x2,5	2x2,5	2x2,5	--



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN LA NAVA 66/30 kV
T.M. TUDELA (NAVARRA)

Escala:	S/E
Revisión:	00
Hoja:	02
Siguiente:	-
Código:	20-2277-08 02-01-03-005

El Ingeniero Técnico Industrial
 Al servicio de Sisener Ingenieros S.L.
 D. Javier Sanz Osorio
 N° Colegiado COGITIAR: 6.134



	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	12/2020	V.B.P.
Comprobado:	12/2020	F.J.E.
Aprobado:	12/2020	J.S.O.

ESQUEMA UNIFILAR
SERVICIOS AUXILIARES C.C.



DOCUMENTO 3

PLANIFICACION

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

**Término Municipal de Tudela
(Navarra)**

Realización:

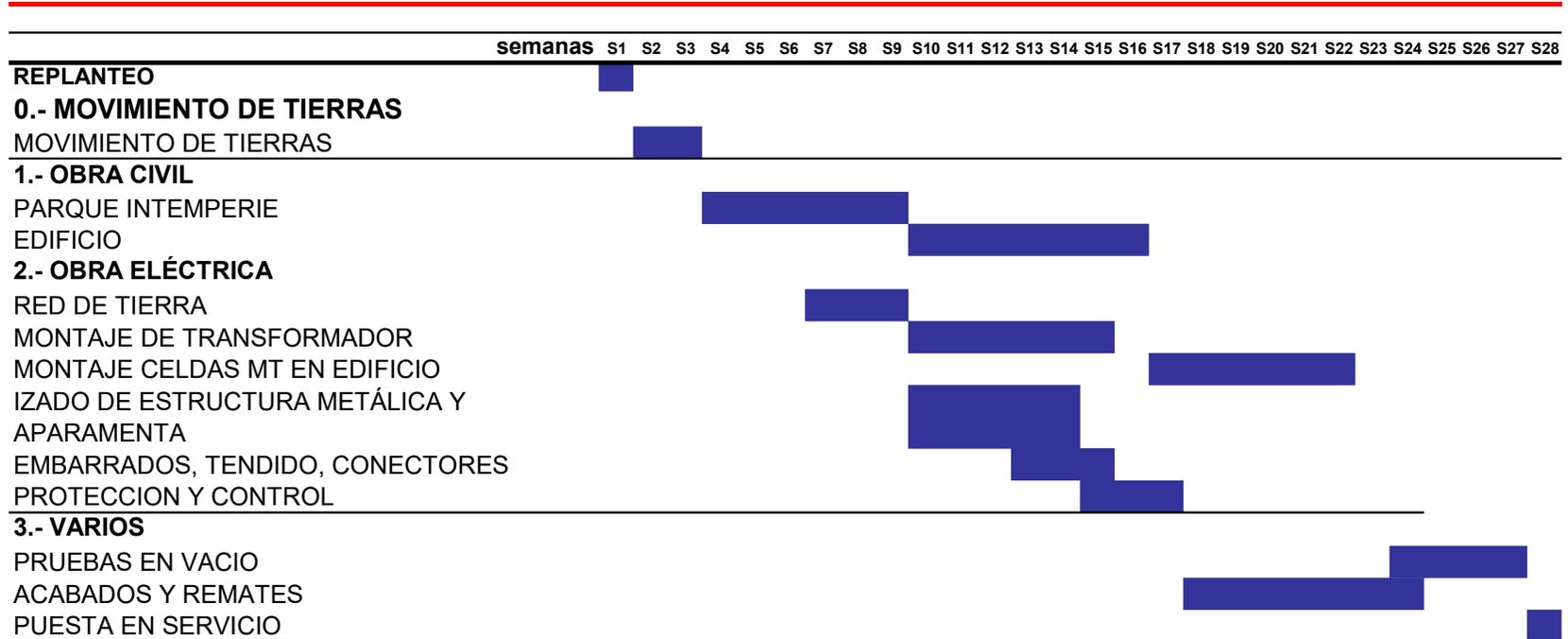


**SISENER
INGENIEROS, S.L.**

Diciembre 2020

SET LA NAVA 66/30 kV
T. M. DE TUDELA (NAVARRA)

Planificación





DOCUMENTO 4

PRESUPUESTO

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

**Término Municipal de Tudela
(Navarra)**

Realización:



**SISENER
INGENIEROS, S.L.**

Diciembre 2020

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>PRESUPUESTO SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-004 4.2 Mediciones y Ppto_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

CONTROL DE REVISIONES

Edición Nº:	Fecha:	Motivo Revisión
00	Diciembre 2020	Edición original
01	Diciembre 2020	Revisión comentarios

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	SSR	SSR	Diciembre 2020

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN DE ENVÍO
<p><i>(*) Persona encargada de la redacción del presente documento</i></p>		
<p><i>(**) Persona encargada de la distribución final del documento</i></p>		

PROYECTO: Proyecto Técnico Administrativo SET La Nava 66/30 kV
PROMOTOR: SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>PRESUPUESTO SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-004 4.2 Mediciones y Ppto_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

ÍNDICE

1.	PRESUPUESTO	3
1.1.	PRESUPUESTO PARCIAL.....	3
1.2.	PRESUPUESTO TOTAL	5

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p>PRESUPUESTO SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-004 4.2 Mediciones y Ppto_01.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 01</p>		

1. PRESUPUESTO

1.1. PRESUPUESTO PARCIAL

CAP. 1 OBRA CIVIL

Partida	Descripción	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	EUROS
1.1	Limpieza del terreno y movimiento de tierra para preparación de superficie (m2)	1,32	1.568,16	1,32
1.2	Edificio de control y protección SET	72.689,00	72.689,00	72.689,00
1.3	Bancada transformador de potencia	25.000,00	25.000,00	25.000,00
1.4	Cimentación Autoválvula 66 kV	1.080,00	4.320,00	1.080,00
1.5	Cimentación Transformador de intensidad 66 kV	1.125,00	2.250,00	1.125,00
1.6	Cimentación Interruptor automático 66 kV	3.150,00	6.300,00	3.150,00
1.7	Cimentación seccionador de línea con P.a.T 66 kV	2.250,00	4.500,00	2.250,00
1.8	Cimentación TT de línea 66 kV	1.125,00	2.250,00	1.125,00
1.9	Cimentación salida de línea	2.250,00	4.500,00	2.250,00
1.10	Bancada reactancia de puesta a tierra y soporte MT	8.100,00	8.100,00	8.100,00
1.11	Losa edificio de control	11.344,53	11.344,53	11.344,53
1.12	Depósito de aceite	18.000,00	18.000,00	18.000,00
1.13	Cimentación alumbrado	1.350,00	10.800,00	1.350,00
1.14	Red de Canalizaciones	20.300,00	20.300,00	20.300,00
1.15	Red de tierras	11.250,00	11.250,00	11.250,00
1.16	Red de Drenajes	9.900,00	9.900,00	9.900,00
1.17	Acabado parque, urbanización y cerramiento perimetral	22.150,00	22.150,00	22.150,00
TOTAL OBRA CIVIL			235.221,69	

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p>PRESUPUESTO SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-004 4.2 Mediciones y</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 01</p>		<p style="text-align: right;">Ppto_01.docx</p>

CAP. 2 EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

Partida	Descripción	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	EUROS
2.1	Transformador de potencia 80/100 MVA	1	462.184,87	462.184,87
2.2	Autoválvula 66 kV	6	2.475,00	14.850,00
2.3	Transformador de intensidad 66 kV	3	4.401,00	13.203,00
2.4	Interruptor automático trifásico 66 kV	1	32.085,00	32.085,00
2.5	Transformador de tensión 66 kV	3	1.680,00	5.040,00
2.6	Seccionador de línea 66 kV con P.a.T.	1	6.952,50	6.952,50
2.7	Reactancia puesta a tierra	1	26.100,00	26.100,00
2.8	Aisladores 30 kV	3	504,00	1.512,00
2.9	Pararrayos 30 kV	3	1.026,00	3.078,00
2.10	Seccionador con PaT 30 kV	1	1.710,00	1.710,00
2.11	Transformador SS.AA. 160 kVA	1	18.690,00	18.690,00
2.12	Celdas 30 kV - Protección de línea	4	21.850,00	87.400,00
2.13	Celdas 30 kV - Medida	2	21.850,00	43.700,00
2.14	Celdas 30 kV - Protección de trafo	1	21.850,00	21.850,00
2.15	Celda 30 kV - SSAA	1	19.320,00	19.320,00
2.16	Sistema de F.O.	1	19.260,00	19.260,00
2.17	Montaje electromecánico	1	93.000,00	93.000,00
TOTAL EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO				869.935,37

CAP. 3 SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN

Partida	Descripción	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	EUROS
3.1	Armarios de control, comunicaciones y montajes asociados	1	72.817,19	72.817,19
3.2	Protecciones y montajes asociados	1	48.900,00	48.900,00
3.3	Cables y accesorios	1	75.820,00	75.820,00
3.4	Equipo e instalación de seguridad	1	45.850,00	45.850,00
TOTAL SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN				243.387,19

CAP. 4 GESTIÓN

Partida	Descripción	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	EUROS
4.1	Adecuación paisajística	1	3.000,00	3.000,00
4.2	Seguridad/Vigilancia	1	20.000,00	20.000,00
4.3	Gestión de residuos	1	2.500,00	2.500,00
4.4	Seguridad y salud	1	8.610,50	8.610,50
TOTAL INGENIERÍA Y GESTIÓN				34.110,50

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>PRESUPUESTO SET LA NAVA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-004 4.2 Mediciones y Ppto_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

1.2. PRESUPUESTO TOTAL

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general de ejecución se resume en:

PRESUPUESTO TOTAL

CAP.	Descripción	EUROS
1.	OBRA CIVIL	235.221,69
2.	EQUIPOS PRINCIPALES Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	869.935,37
3.	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN	243.387,19
4.	GESTIÓN	34.110,50
	PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	1.382.654,75
	Gastos Generales (6%)	82.959,29
	Beneficio Industrial (13%)	179.745,12
	PRESUPUESTO TOTAL	1.645.359,16

Asciende el presupuesto total a la cantidad de **1.645.359,15 € (UN MILLÓN SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS DE EURO)**.

Zaragoza, Diciembre de 2020

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



JAVIER SANZ OSORIO

Colegiado nº 6.134 COGITIAR

Al servicio de SISENER Ingenieros S.L.



inver
management

ANEXO 1
CÁLCULO DE EMBARRADOS Y
CONDUCTORES
EDICION 01

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

Término Municipal de Tudela
(Navarra)

Realizado por:

SR **SISENER**
INGENIEROS, S.L.

Diciembre 2020

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

CONTROL DE REVISIONES

Edición Nº:	Fecha:	Motivo Revisión
00	Diciembre 2020	Edición original
01	Diciembre 2020	Revisión comentarios

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	SSR	SSR	Diciembre 2020

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN DE ENVÍO
(*) Persona encargada de la redacción del presente documento		
(**) Persona encargada de la distribución final del documento		

PROYECTO: Proyecto Técnico Administrativo SET La Nava 66/30 kV
PROMOTOR: SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - C+álculo de conductores_01.docx
Rev.: 01		

CONTENIDO

1.	1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS SET LA NAVA	4
1.1.	INTENSIDADES NOMINALES	4
1.1.1.	INTENSIDAD LADO 66 KV	4
1.1.2.	INTENSIDAD LADO 30 KV	4
2.	CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	5
2.1.	INTERCONEXIÓN APARAMENTA INTEMPERIE 66 KV	5
2.2.	EMBARRADO 30 kV	8
2.3.	INTERCONEXIÓN CELDAS 30 KV – TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	9
2.4.	INTERCONEXIÓN CELDAS 30 KV – TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	10
2.5.	INTERCONEXIÓN EMBARRADO 30 kV - REACTANCIA	11

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

1. 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS SET LA NAVA

1.1. INTENSIDADES NOMINALES

1.1.1. INTENSIDAD LADO 66 KV

La intensidad primaria en un transformador trifásico 66/30 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}V_p} (A)$$

Donde:

- S: potencia del transformador en kVA.
- V_p: tensión primaria en kV.
- I_p: intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es 66 kV:

$$I_p = \frac{100.000}{\sqrt{3} * 66} = 874,77 (A)$$

Considerando una sobrecarga del 10% la intensidad máxima primaria esperada es

$$I_{p\text{máx}} = 962,25 A$$

1.1.2. INTENSIDAD LADO 30 KV

La intensidad secundaria en un transformador trifásico 66/30 kV viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3}V_s} (A)$$

Donde:

- S: potencia del transformador en kVA.
- V_s: tensión secundaria en kV.
- I_s: intensidad secundaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión secundaria de alimentación es 30 kV:

$$I_{s1} = I_{s2} = \frac{100.000}{\sqrt{3} * 30} = 1.924,50 (A)$$

Considerando una sobrecarga del 10% la intensidad máxima secundaria esperada es de:

$$I_{s\text{máx}} = 2.116,95 A$$

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx
Rev.: 01		

2. CÁLCULO DE CONDUCTORES

A continuación se incluyen los cálculos justificativos de los conductores utilizados, según los criterios siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

2.1. INTERCONEXIÓN APARAMENTA INTEMPERIE 66 KV

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre el pórtico de la aparamenta 66 kV, será un conductor 337-AL1/44-ST1A duplex por fase.

1. Intensidad máxima admisible

Para el transformador de potencia, a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 66 kV será:

$$I_{\text{máx}} = 962,25 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible que puede transportar el cable según el Reglamento de Alta Tensión, se calcula mediante la expresión:

$$I_{ADM} = D \cdot S \cdot K$$

Siendo:

- D = es la densidad de corriente reglamentaria admisible según la sección del cable en A/mm²
- S = sección del conductor en mm²
- K= es un coeficiente que depende de la composición del cable

En nuestro caso tenemos que:

- D = 1,99 A/mm²
- S = 381 mm²
- K = 0,95 (correspondiente a la composición 54+7)

Por lo tanto, aplicando 2xS al ser cable Duplex:

$$I_{\text{máx}} = 1.439,11 \text{ A}$$

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx
Rev.: 01		

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por el cable superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

- K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio
- S: sección del conductor en mm²
- T: duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor duplex de aluminio, y una sección de 381 mm², la intensidad máxima que puede circular por 337-AL1/44-ST1A durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 70,86 \text{ kA}$$

Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 25 kA, corriente de diseño del sistema de 66 kV.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 01</p>		

3. Efecto Corona

Para la propuesta efectuada en este documento, se va a calcular la tensión crítica disruptiva según la fórmula de Peek:

$$U_c = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot \ln \frac{D}{r}$$

Dónde:

U_c = tensión crítica disruptiva de línea.

m_c = coeficiente de rugosidad del conductor.

m_t = coeficiente meteorológico

r = radio del conductor en cm.

D = distancia media geométrica entre fases en cm.

δ = factor de corrección de la densidad del aire en función de la altura.

Para el caso que nos ocupa, obtenemos los siguientes valores:

$m_c = 0,85$ (para cables)

$m_t = 1$ (tiempo seco) ó $0,8$ (tiempo húmedo)

$r = 5,038$ cm (conductor 337-AL1/44-ST1A duplex.)

$D = 251,98$ cm (según disposición de conductores en parque)

$\delta = 1,001$ para una altura de 336 m.s.n.m. y una temperatura de 12,82 °C.

Sustituyendo en la expresión anterior obtenemos:

$$U_{c-seco} = 612,03 \text{ kV}$$

$$U_{c-humedo} = 489,62 \text{ kV}$$

Superior a la tensión más elevada para el material $U_m = 72,5$ kV correspondiente al nivel de tensión nominal de 66 kV.

Esto asegurará que, en ambas situaciones estudiadas (tiempo seco y tiempo húmedo):

- Las pérdidas por efecto corona en los conductores sean reducidas.
- El nivel de interferencias electromagnéticas producidas por los efluvios se mantenga en unos niveles reducidos.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES	N° DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx
Rev.: 01		

2.2. EMBARRADO 30 kV

La salida del lado de 30 kV del transformador, para su correcto funcionamiento se llevará a cabo a través de los siguientes cables o conductores:

- Tubo de Cu 100/84 mm: Salida del transformador a la que se conectará el embarrado de la reactancia y los conductores media tensión.

1. Intensidad máxima admisible

Para el transformador de potencia, a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 30 kV será:

$$I_{MAX} = 2.116,95 \text{ A}$$

Establecemos un factor de corrección por Temperatura de 0,84 para una temperatura de servicio de 90 °C y temperatura ambiente hasta de 55°C.

Además por exposición continua al sol consideramos un factor de 0,90.

Todo ello supone un factor general de 0,756.

La intensidad máxima admisible en régimen permanente, para el tubo de aluminio, instalado al aire, es:

$$I_{ADM} = 0,756 \times 3.180 \text{ A} = 2.404,08 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por el tubo superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

2. Intensidad de cortocircuito admisible

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} \text{ (A)}$$

Siendo:

K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 142 para Cobre

S: sección del conductor en mm²

T: duración del cortocircuito en segundos

Para un tubo de cobre, y una sección de 2.310 mm², la intensidad máxima que puede circular por el cable durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 328,02 \text{ kA (Superior a 25 kA, corriente de diseño del sistema de 30 kV.)}$$

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES	N° DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx
Rev.: 01		

2.3. INTERCONEXIÓN CELDAS 30 KV – TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Para la interconexión entre el embarrado del lado 30 kV del transformador de potencia y la celda de protección de transformador, se proyectan tres ternas de cable aislado unipolar tipo RHZ1 18/30 kV de 630 mm² de Cobre.

1. Intensidad máxima admisible

Para el transformador de potencia, a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 30 kV será:

$$I_{\max} = 2.116,95 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para los conductores debe ser corregida por las condiciones de instalación.

El factor de reducción por temperatura, considerados discurriendo al aire bajo canal es de 0,84. El factor de corrección por agrupamiento como consecuencia de discurrir cinco ternas por el canal es de 0,60, por lo tanto la intensidad admisible para 5 ternas será:

$$\text{RHZ1 18/30kV } 5 \times (3 \times 1 \times 630 \text{ mm}^2) \text{ Cu} \quad I_{\text{ADM}} = 5 \times 975 \times 0,6 \times 0,84 = 2.457,00 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por las ternas, superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

2. Intensidad de cortocircuito admisible

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_{\text{cc}} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} \text{ (A)}$$

Siendo:

- K = coeficiente dependiente del tipo de conductor 142 para Cobre
- S = sección del conductor en mm²
- T = duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de aluminio, y una sección de 630 mm², la intensidad máxima que puede circular por los cables durante 1 segundos es de:

$$I_{\text{cc}} = 447,30 \text{ kA}$$

Superior a 25 kA, corriente de diseño del sistema de 30 kV.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

2.4. INTERCONEXIÓN CELDAS 30 KV – TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

La interconexión entre la celda de 30 kV y el transformador de servicios auxiliares de 160 kVA se realiza a través de una terna de cable aislado RHZ1 18/30 kV 3x1x95 mm² Al por fase.

1. Intensidad máxima admisible

Con una sobrecarga del 10% y para el transformador de servicios auxiliares de 160 kVA, la intensidad máxima circulante por los cables de 30 kV anteriormente citados es de:

$$I_{MAX} = 1,92 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible para los conductores, considerados instalados al aire es de:

$$\text{RHZ1 18/30 kV 3x1x95 mm}^2 \text{ Al} \qquad I_{ADM} = 245 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por las ternas superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

2. Intensidad de cortocircuito admisible

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene según la expresión enunciada en apartados anteriores.

Para un conductor de aluminio, y una sección de 1x95 mm², la intensidad máxima que puede circular por los cables durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 8,98 \text{ kA}$$

El conductor y el transformador se encuentran protegidos por un fusible de Alto Poder de Ruptura, de 10 A de intensidad nominal.

Según las curvas de los fabricantes, para que el fusible actúe en un tiempo inferior a 1 segundo, la corriente debe ser superior a 45 A.

Por lo tanto, dado que el fusible actúa con una intensidad muy inferior a la admisible por el conductor, éste se encuentra protegido en cualquier situación.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

2.5. INTERCONEXIÓN EMBARRADO 30 kV - REACTANCIA

La conexión de la Reactancia con el embarrado de salida del lado de media tensión del transformador, se llevará a cabo a través de los siguientes cables o conductores:

- Tubo de Al 50/40 mm: Conexión entre el seccionador de 30 kV y las barras de salida del trafo de potencia y entre el seccionador de 30 kV y la borna de entrada de la Reactancia.

1. Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima circulante por el tubo de 30 kV anteriormente citado es de:

$$I_{REA} = 300 \text{ A}$$

Establecemos un factor de corrección por Temperatura de 0,84 para una temperatura de servicio de 90 °C y temperatura ambiente hasta de 55°C.

Además por exposición continua al sol consideramos un factor de 0,90.

Todo ello supone un factor general de 0,756.

La intensidad máxima admisible en régimen permanente, para el tubo de aluminio, instalado al aire y pintado, es:

$$I_{ADM} = 0,756 \times 1.160 \text{ A} = 876,96 \text{ A}$$

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible que puede circular por el tubo superior a la corriente máxima de la instalación, el conductor es válido según este criterio.

2. Intensidad de cortocircuito admisible

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} \text{ (A)}$$

Siendo:

K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio

S: sección del conductor en mm²

T: duración del cortocircuito en segundos

Para un tubo de aluminio, y una sección de 708 mm², la intensidad máxima que puede circular por el cable durante 1 segundos es de:

$$I_{cc} = 65,84 \text{ kA (Superior a 25 kA, corriente de diseño del sistema de 30 kV.)}$$

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 1 : CÁLCULO DE CONDUCTORES	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-005 Anexo 1 - Cálculo de conductores_01.docx
Rev.: 01		

Para información adicional o aclaraciones a este documento se ruega contactar con:

SISENER INGENIEROS, S.L.

Pº Independencia 16, planta 1ª
50004 Zaragoza - ESPAÑA

Tel.: (+34) 976 30 13 51

Fax: (+34) 976 21 47 60

SISENER INGENIEROS, S.L.

Avda. Somosierra 24, planta 1ª, oficina A
28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 91 658 68 38

Fax: (+34) 91 658 68 37

SISENER INGENIEROS, S.L.

C/ Melampo 2, planta 3ª, oficina 3
39100 Santa Cruz de Bezana (Cantabria) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 942 765 876

RUMANÍA USA ECUADOR PERÚ MÉXICO

www.sisener.com

general@sisener.com



inver
management

ANEXO 2
COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO
EDICIÓN 01

Subestación Eléctrica
La Nava
66/30 kV

Término Municipal de Tudela
(Navarra)

Realizado por:

SR **SISENER**
INGENIEROS, S.L.

Diciembre 2020

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

CONTROL DE REVISIONES

Edición Nº:	Fecha:	Motivo Revisión
00	Diciembre 2020	Edición original
01	Diciembre 2020	Revisión comentarios

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	SSR	SSR	Diciembre 2020

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN DE ENVÍO
(*) Persona encargada de la redacción del presente documento		
(**) Persona encargada de la distribución final del documento		

PROYECTO: Proyecto Técnico Administrativo SET La Nava 66/30 kV
PROMOTOR: SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

CONTENIDO

1.	INTRODUCCION.....	4
2.	NORMATIVA APLICABLE.....	5
3.	AISLAMIENTO Y SU COORDINACIÓN.....	6
3.1.	Distancias mínimas reglamentarias	7
3.2.	Distancia a elementos en tensión	7
4.	COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS	10

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

1. INTRODUCCION

En este documento se muestra la metodología, los datos y los resultados del estudio de coordinación de aislamiento, para determinar las distancias mínimas y el nivel de aislamiento de los equipos en la Subestación FV La Nava 66/30 kV, que forma parte del presente documento.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc</p>
<p>Rev.: 01</p>		

2. **NORMATIVA APLICABLE**

<p>R.D. 1110/2007</p>	<p>Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico español.</p>
<p>IEC 60815-3</p>	<p>Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión destinados para su utilización en condiciones de contaminación Procedimientos de operación de Red Eléctrica de España.</p>
<p>R.D. 337/2014</p>	<p>Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación</p>
<p>IEEE</p>	<p>Normativa Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.</p>

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 01</p>		

3. AISLAMIENTO Y SU COORDINACIÓN

En la siguiente tabla se presentan los parámetros generales para los niveles de tensión de 66 kV y de 30 kV de la Subestación La Nava.

Nivel de tensión	30 kV	66 kV
Tensión nominal (kV ef.) (ITC- 4)	30	66
Frecuencias nominal (Hz)	50	50
Nivel de contaminación ambiental (IEC 60815)	Muy Alto	Muy Alto
Distancia de fuga específica (mm/kV) (IEC 60815)	31	31
Tensión más elevada para el material (kV ef.) (ITC- 12)	36	72,5
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta) (ITC- 12)	70	325
Tensión soportada a frec. ind. (1 min. 50 Hz) (ITC-12)	170	140
Tipo de PAT del sistema eléctrico	Triangulo A tierra a través de reactancia	Estrella Directo a tierra

Tabla 1: Parámetros generales.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

3.1. Distancias mínimas reglamentarias

Las distancias mínimas reglamentarias aplicables a la instalación proyectada serán las siguientes:

Distancia mínima entre fases en el aire

Según la tabla 5 de la ITC RAT 12 del decreto RD 337/2014 y para una altura menor a 1.000 m:

Nivel de tensión (kV)	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima (cm)
30	170	32
66	325	63

Tabla 2: Tabla 5 de la ITC-RAT12. Distancias mínimas entre fases en el aire.

Distancia mínima entre fase y tierra en el aire

Según la tabla 4 y 6 de la ITC RAT 12 del decreto RD 337/2014 y para una altura menor a 1.000 m:

Nivel de tensión (kV)	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima (cm)
30	170	32
66	325	63

Tabla 3: Tabla 6 de la ITC-RAT12. Distancias mínimas entre fase y tierra en el aire.

3.2. Distancia a elementos en tensión

Según el apartado 3 de la ITC RAT15 del decreto RD 337/2014:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc</p>
<p style="text-align: center;">Rev.: 01</p>		

Pasillos de servicio

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima:

$$H = 250 + d$$

Siendo:

H = altura mínima desde el suelo en cm.

d = distancia en cm de la tabla 4 de la ITC RAT 12, dada en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

Nivel de tensión	d (cm)	H (cm)
30	32	282
66	63	313

Tabla 4: Pasillos de servicio.

Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación

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

$$B = d + 3$$

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

$$C = d + 10$$

De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo:

$$E = d + 30 \text{ (} E_{\text{mín}}=125 \text{ cm)}$$

Siendo d la distancia definida en el apartado anterior se obtienen los siguientes valores:

Nivel de tensión	d (cm)	B (cm)	C (cm)	E (cm)
30	32	35	42	125
66	63	66	73	125

Tabla 5: Distancias de protección contra contactos en el interior.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 management
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

De elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura mayor o igual a 220 cm.

$$G = d + 150$$

Nivel de tensión	G (cm)
30 kV	182
66 kV	213

Tabla 6: Distancias de protección contra contactos en el exterior.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

4. COORDINACIÓN DEL AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el suministro de energía a los consumidores.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de OZn, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas, que son las siguientes:

1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema.

Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximum Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80 % de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

U_n (kV)	U_m (kV)	$U_{m\ f-t}$ (kV)	U_1 (kV)
30	36	20,78	25,98
66	72,5	41,85	52,32

Dónde:

$$U_{m\ f-t} = U_m / \sqrt{3}$$

$$U_1 = U_{m\ f-t} / 0,8$$

2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda, a frecuencia industrial, de duración apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.).

Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8 %.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra, C_{pat} , vale 0,8 para las redes con neutro efectivamente puesto a tierra, y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

Para el nivel de 66 kV tomamos un C_{pat} de 0,8. para 30 kV tomamos el valor de 1.

El coeficiente de defecto a tierra, C_{dt} , se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la expresión:

$$C_{dt} = \sqrt{3} \cdot C_{pat}$$

La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = U_{m\ f-t} \cdot C_{dt} / 1,08$$

U_n (kV)	U_{m f-t} (kV)	C_{pat}	U₂ (kV)
30	20,78	1	33,33
66	41,85	0,8	53,70

3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores, U₁ y U₂. Además, se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

U_n (kV)	U_{sel} (kV)	U_{comercial} (kV)	U_{res max} (kV cresta)
30	33,33	36	93,3
66	53,70	60	141

4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:

$$C = BIL / U_{residual} \geq 1,4$$

Donde:

BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50 μs en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger.

U_n (kV)	BIL	U_{res} (kV cresta)	C
30	170	93,3	1,82
66	325	141	2,30

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4).

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

5) Elección de la línea de fuga adecuada.

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Puesto que la instalación se encuentra en un polígono industrial muy próximo al mar, se considera un nivel de contaminación alta, por tanto:

$$\text{Línea de fuga} \geq 25 \cdot U_{me}$$

Siendo U_{me} la tensión más elevada prevista para el material.

Un (kV)	U _{me} (kV)	Línea de fuga mínima
30	36	900
66	72,5	1.812,5

6) Análisis de márgenes de protección.

Se realizan según la expresión:

$$M_p = [(BIL / U_{res}) - 1] \cdot 100$$

Se tiene:

U _n (kV)	BIL (kV cresta)	U _{res} (kV cresta)	MARGEN
30	170	93,3	82,20 %
66	325	141	130,5 %

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 20 %.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 2 : COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-006 Anexo 2 - Coordinación de aislamiento_01.doc
Rev.: 01		

Para información adicional o aclaraciones a este documento se ruega contactar con:

SISENER INGENIEROS, S.L.

Pº Independencia 16, planta 1ª

50004 Zaragoza - ESPAÑA

Tel.: (+34) 976 30 13 51

Fax: (+34) 976 21 47 60

SISENER INGENIEROS, S.L.

Avda. Somosierra 24, planta 1ª, oficina A

28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 91 658 68 38

Fax: (+34) 91 658 68 37

SISENER INGENIEROS, S.L.

C/ Melampo 2, planta 3ª, oficina 3

39100 Santa Cruz de Bezana (Cantabria) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 942 765 876

RUMANÍA USA ECUADOR PERÚ MÉXICO

www.sisener.com

general@sisener.com



inver
management

ANEXO 3
CÁLCULO RED INFERIOR DE PUESTA A
TIERRA
EDICION 01

Subestación Eléctrica

La Nava

66/30 kV

Término Municipal de Tudela
(Navarra)

Realizado por:

SR **SISENER**
INGENIEROS, S.L.

Diciembre 2020

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA	Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a
Rev.: 01		tierra_01.docx

CONTROL DE REVISIONES

Edición Nº:	Fecha:	Motivo Revisión
00	Diciembre 2020	Edición original
01	Diciembre 2020	Revisión comentarios

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	SSR	SSR	Diciembre 2020

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN DE ENVÍO
<i>(*) Persona encargada de la redacción del presente documento</i>		
<i>(**) Persona encargada de la distribución final del documento</i>		

PROYECTO: Proyecto Técnico Administrativo SET La Nava 66/30 kV
PROMOTOR: SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a</p>
<p>Rev.: 01</p>		<p>tierra_01.docx</p>

CONTENIDO

1.	OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO	4
1.1.	DATOS DE DISEÑO.....	5
1.2.	PARÁMETROS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	5
1.3.	CÁLCULOS DEL CALENTAMIENTO DEL CONDUCTOR.....	8
1.4.	VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	10
1.5.	CÁLCULOS ADICIONALES: RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	11
1.6.	FALTAS A TIERRA EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN	11
1.7.	CONCLUSIONES ANÁLISIS MALLA DE PUESTA A TIERRA	12

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

1. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Se redacta el presente documento con el objeto de describir los cálculos que se han realizado para justificar la validez de la malla de tierras que se instalará en la Subestación Eléctrica La Nava 66/30 kV.

Los cálculos justificativos estarán basados en el documento ITC-RAT 13 de Instalaciones de puesta a tierra según el Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

De los datos estimados, se considera que la resistividad del terreno es de 150 Ω .m.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la subestación estará dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre desnudo de 120 mm² de sección enterrado a 0,6 m de la cota de explanación, formando retículas aproximadas de 3,50 x 3,45 m.

Se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descarga atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla: estructuras metálicas, bases de aparellaje, neutros de transformadores de potencia, reactancias, etc.

Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguren la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Será necesario realizar el dimensionamiento de la red de tierras desde el punto de vista térmico con el fin de determinar la sección de los conductores de tierra y desde el punto de vista de la elevación de tensión en el terreno.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

1.1. DATOS DE DISEÑO

- Tensión nominal de la Subestación 66/30 kV
- (ρ) Resistividad media del terreno 150 ($\Omega \cdot m$)
- (ρ_s) Resistividad del terreno en capa superficial 3.000 ($\Omega \cdot m$)
- Espesor de la capa superficial (gravas) 0,10 m
- (ρ_{sa}) Resistividad superficial acceso 5.000 ($\Omega \cdot m$)
- (R_{a1}) Resistencia del calzado/pie 2.000 (Ω)
- (t) Tiempo de duración del defecto 0,5 s
- Número de líneas aéreas 1 ud
- Número de líneas de distribución (o trafos de potencia) 1 ud
- (h) Profundidad de la malla 0,6 m
- (A) Área cubierta por la malla 1.330 m²
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Factor de división corriente líneas aéreas o por inducción 35,50 %
- Razón X/R de la impedancia subtransitoria del sistema 6,5
- Factor de asimetría (Df) 1,02
- Intensidad de cortocircuito aplicada 11,31 kA

1.2. PARÁMETROS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Características del terreno

El diseño de la puesta a tierra, en base al tipo de terreno (terreno de cultivo) se realiza con un modelado homogéneo del terreno y se estima con una resistividad de 150 $\Omega \cdot m$.

Resistividad superficial

El terreno de la subestación estará cubierto con una capa de grava con un espesor mínimo de 10 cm. Se considerará para la capa de grava una resistividad de 3.000 $\Omega \cdot m$.

Dado que esta capa es de apenas 10 cm de espesor, se calcula una resistividad superficial aparente que tiene en cuenta esta circunstancia aplicando un factor reductor C_s que se obtiene de la siguiente fórmula empírica:

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

$$C_s = 1 - \frac{0,106 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h_s + 0,106}$$

Donde:

- ρ : resistividad del suelo en $\Omega \cdot m$
- ρ_s : resistividad superficial en $\Omega \cdot m$
- h_s : espesor de la capa superficial, en m

Por lo tanto, $C_s = 0,71$. Aplicando este factor a la resistividad superficial, se tiene el valor de la resistividad superficial equivalente ρ'_s a aplicar en los cálculos de tensiones admisibles.

$$\rho'_s = 2.116 \Omega \cdot m$$

Tiempo total de duración de falta o defecto

Se considera un valor de tiempo igual a 1 segundos, correspondiente a la suma de los tiempos parciales de la corriente de defecto de los sucesivos posibles reenganches automáticos.

Corriente de puesta a tierra

El proyecto de la instalación de puesta a tierra se realiza sobre un valor de corriente de falta (I_f) máximo admisible de 11,13 kA.

Sobre este valor de 11,13 kA se consideran los siguientes factores:

- factor de incremento (C_p) igual a 1 (sin previsión de ampliación de una posición futura).
- La constante de tiempo subtransitoria depende del factor X/R del sistema, que no es fácilmente calculable. El valor estándar es de 3 a 10, peor su influencia cuanto mayor sea. En este caso el para el factor X/R es de 6,5.
- factor de asimetría (D_f) para un tiempo superior a 0,5 s vale 1, y por debajo de ese tiempo se obtiene según la expresión:

$$D_f = \sqrt{1 + \frac{T_a}{t_f} \cdot \left(1 - e^{-2t_f/T_a} \right)}$$

donde T_a es la constante de tiempo subtransitoria del sistema equivalente.

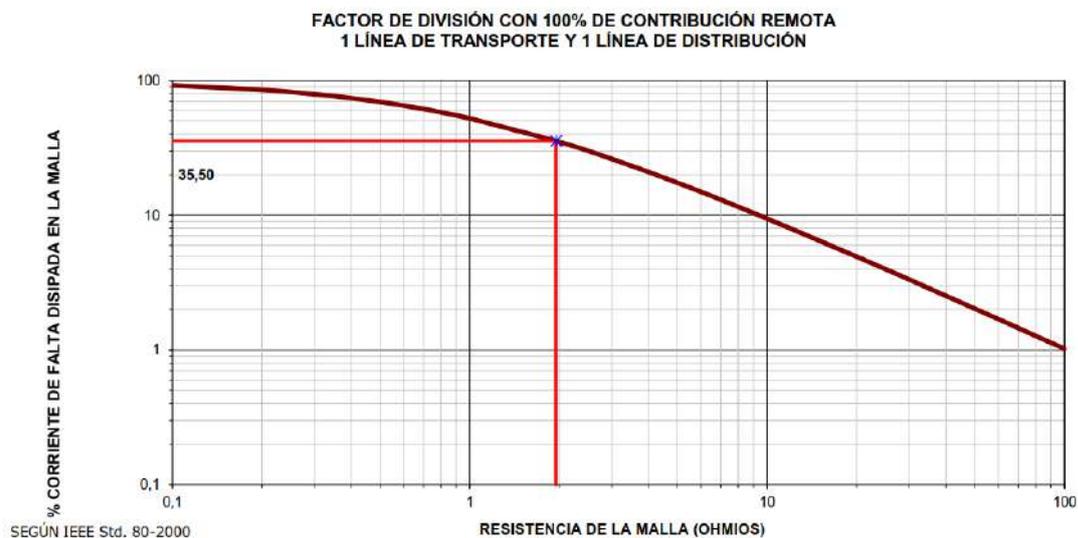
Según la norma IEEE-80, se puede obtener un factor de división de la corriente de cortocircuito que dependerá del porcentaje de contribución a la corriente de cortocircuito local y remoto, de la cantidad de líneas de transmisión y distribución conectadas a la subestación,

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

así como los valores de resistencia de la red de tierra y las resistencias de puesta a tierra de las líneas de transmisión y distribución.

Para el caso de nuestra subestación se ha considerado una línea de distribución tomando como tal el transformador de potencia.

Por lo tanto, el factor de división de corriente que determina la porción de corriente de defecto que pasa al terreno a través de la instalación de puesta a tierra provocando la elevación de potencial de la misma, según la IEEE en la gráfica se puede obtener un factor de división de 35,50%.



En la gráfica se entra con la resistencia de la malla de tierra calculada en los siguientes apartados y cuyo valor asciende a 1,95 Ω.

Se determina una corriente de puesta a tierra (IG) de 4,74 kA.

$$IG=Cp \cdot Df \cdot Sf \cdot If$$

Electrodo de puesta a tierra

El electrodo tiene morfología de entramado rectangular y se encuentra enterrado a una profundidad de 0,6 m. Las dimensiones son aprox. 35 y 38 metros con 12 elementos paralelos en el lado corto, y 11 elementos paralelos en el lado largo.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

Prescripciones generales de seguridad

Al efecto de validar el diseño de la instalación de puesta a tierra se calculan los valores máximos de las tensiones de paso y contacto a que puedan quedar sometidas las personas que circulen o permanezcan en puntos accesibles del interior o exterior de la instalación eléctrica.

De acuerdo a la instrucción técnica ITC-RAT 13 del Reglamento de instalaciones de alta tensión vigente, las tensiones de paso y contacto vienen dadas por las siguientes expresiones:

$$U_c = U_{ca} \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_s}{1000} \right)$$

$$U_p = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right)$$

Siendo:

- U_{ca} : Valor admisible de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta, obtenida de la Tabla 1 de ITC-RAT 13, en V.
- R_{a1} : Resistencia de contacto del calzado, se toma 2.000 Ω .
- ρ_s : Resistividad de la capa superficial del terreno, en $\Omega \cdot m$.

Así pues, para la resistividad superficial del modelo de terreno, y el tiempo de despeje de la falta (0,5 s) adoptados, se tienen las siguientes tensiones de paso y contacto máximas admisibles:

$$U_c = 1.023,90 \text{ V}$$

$$U_p = 34.836,00 \text{ V}$$

1.3. CÁLCULOS DEL CALENTAMIENTO DEL CONDUCTOR

Se deberá calcular que el conductor no alcanza la temperatura máxima de 300 °C durante un cortocircuito.

Según la IEEE-80, se describe la siguiente expresión, para relacionar temperaturas máximas alcanzadas, sección de conductor e intensidad admisible:

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a</p>
<p>Rev.: 01</p>		<p>tierra_01.docx</p>

$$A_{\text{mm}^2} = I \cdot \sqrt{\frac{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}{\text{TCAP} \cdot \ln\left(1 + \frac{T - T_a}{K_0 + T_a}\right)}}$$

siendo:

α_0 : coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 0°C, 0,00413.

$$K_0 = 1/\alpha_0$$

α_r : coeficiente térmico de la resistividad del conductor a 20°C, 0,00381

T_f : temperatura de fusión del conductor, 1.084

ρ_r : resistividad de conductor, 1,777 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$

TCAP: factor de capacidad térmica del conductor, 3,422 J/cm³/°C

t_c : tiempo de duración de la falta, 1 seg.

T_a : temperatura ambiente de calentamiento, 25 °C

Despejando en este caso la temperatura, se obtiene un valor de **99,52 °C**, muy por debajo de la máxima admisible, de 300° C

Para esta sección de 120 mm², la densidad de corriente es de **111,33 A/mm²**, inferior a los 160 A/mm² máximos admisibles para el Cu.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

1.4. VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Análisis del sistema de puesta a tierra

La validación del electrodo en cada escenario se establece atendiendo a los siguientes criterios:

- Tensiones de contacto resultantes inferiores a las máximas admitidas.
- Tensiones de paso resultantes inferiores a las máximas admitidas.

Tensión de contacto

Se define la tensión de contacto como la fracción de la tensión que puede puentear una persona entre la mano y el pie, considerando una separación de 1 metro.

Por su propia definición, la verificación de la tensión de contacto debe cumplirse, al menos, a un metro de cualquier objeto metálico que se encuentra conectado a tierra y que puede presentar una elevación de tensión con respecto al suelo en el momento de producirse una falta a tierra. La separación de un metro es la distancia máxima teórica que podría tocar una persona puesta de pie con el brazo extendido.

Para el caso en estudio, se debe cumplir la tensión de contacto al menos a un metro del cerramiento, puesto que este elemento es el único que es accesible y susceptible de presentar una tensión superior a la del suelo en el momento de una falta.

La tensión máxima de contacto es de **1.014,23 V**, valor inferior al límite de **1.023,90 V**. Por lo tanto, bajo estas condiciones, el electrodo es válido según el criterio de la tensión de contacto.

Tensión de paso

Cuando se produce una descarga a través de la red de puesta a tierra, en la superficie del terreno aparece una tensión. Si el gradiente de tensión superficial es lo suficientemente grande, una persona que se encuentre en las proximidades puede sufrir un choque eléctrico sin necesidad de estar tocando parte conductora alguna. Esta circunstancia se da cuando la diferencia de tensión superficial existente entre un pie y el otro es lo suficientemente elevada. En este contexto se define el concepto de tensión de paso: la tensión de paso es la tensión que una persona puede puentear con los dos pies, considerando el paso de una longitud de un metro.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

La tensión de paso es menos peligrosa que la de contacto, por lo que el límite de la tensión admisible es superior comparado con ésta.

La tensión máxima que se alcanza es de **1.164,09 V**, valor muy por debajo del límite de **34,836 kV**. Por lo tanto, bajo estas condiciones, el electrodo también es válido según el criterio de la tensión de paso.

1.5. CÁLCULOS ADICIONALES: RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Resistencia de la puesta a tierra según Fórmula de Sverak

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20} \cdot A} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20/A}} \right) \right] = 1,95 \Omega.$$

siendo:

- ρ resistividad media de la tierra
- A: área ocupada por la malla de puesta a tierra
- L: longitud total de conductor enterrado, $L=L_C+L_R$ $L=L_C+1,15 \cdot L_R$
- h: profundidad de enterramiento de la malla

1.6. FALTAS A TIERRA EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

En caso de que la falta a tierra sea en el lado de media tensión, la intensidad estará limitada por las reactancias de puesta a tierra de los transformadores. Esta intensidad, siguiendo la documentación de la reactancia trifásica, es de 300 A.

Esta intensidad, debido a que es menor que la calculada de alta tensión (11,31 kA), generará menores tensiones de paso y contacto, con lo que se puede comprobar que es una condición menos restrictiva que el cortocircuito en alta tensión. El electrodo sigue siendo completamente válido para este caso.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

1.7. CONCLUSIONES ANÁLISIS MALLA DE PUESTA A TIERRA

Habiendo realizado las comprobaciones pertinentes, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El electrodo de puesta a tierra proyectado para la SET La Nava, se encuentra enterrado a una profundidad de 0,6 m. Las dimensiones son 35 y 38 metros de lado con 12 elementos paralelos al lado corto, y 11 elementos paralelos al lado largo. El material será cable de Cu de 120 mm² de sección.

Con estas características, el electrodo de puesta a tierra está debidamente protegido contra fallos de tierra, tanto en el lado de alta tensión, como en el lado de media tensión.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 3 : RED INFERIOR DE PUESTA A TIERRA</p>	<p>Nº DOC.: 20-2277-08_02-00-01-007 Anexo 3 - Red de puesta a tierra_01.docx</p>
<p>Rev.: 01</p>		

Para información adicional o aclaraciones a este documento se ruega contactar con:

SISENER INGENIEROS, S.L.

Pº Independencia 16, planta 1ª
50004 Zaragoza - ESPAÑA

Tel.: (+34) 976 30 13 51

Fax: (+34) 976 21 47 60

SISENER INGENIEROS, S.L.

Avda. Somosierra 24, planta 1ª, oficina A
28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 91 658 68 38

Fax: (+34) 91 658 68 37

SISENER INGENIEROS, S.L.

C/ Melampo 2, planta 3ª, oficina 3
39100 Santa Cruz de Bezana (Cantabria) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 942 765 876

RUMANÍA USA ECUADOR PERÚ MÉXICO

www.sisener.com
general@sisener.com

inver
management

ANEXO 4
ESTUDIO DE CAMPOS
ELECTROMÁGNÉTICOS
EDICIÓN 00

Subestación Eléctrica
La Nava
66/30 kV
Término Municipal de Tudela
(Navarra)

Realizado por:

SR SISENER
INGENIEROS, S.L.

Diciembre 2020

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
Diciembre 2020	ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	Nº DOC.:

CONTROL DE REVISIONES

Edición Nº:	Fecha:	Motivo Revisión
00	Diciembre 2020	Edición original

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	SSR	SSR	Diciembre 2020

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

NOMBRE	EMPRESA	DIRECCIÓN DE ENVÍO
(*) Persona encargada de la redacción del presente documento		
(**) Persona encargada de la distribución final del documento		

PROYECTO: Proyecto Técnico Administrativo SET La Nava 66/30 kV
PROMOTOR: SOLEN ENERGÍA LA NAVA S.L.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	Nº DOC.:

CONTENIDO

1.	OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO	4
2.	NORMATIVA	5
3.	CRITERIOS DE APLICACIÓN	6
4.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	7
5.	ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	8
5.1.	Criterios y consideraciones	8
6.	RESULTADOS OBTENIDOS	10
6.1	LÍNEA AÉREA DE 66 kV	10
6.2	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 30 kV	11
6.3	DISTRIBUCION DE CAMPOS MAGNÉTICOS	12
7.	CONCLUSIONES	13

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p style="text-align: center;">Nº DOC.:</p>

1. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El objeto de este anexo es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la Subestación Eléctrica SET La Nava 66/30 kV, para dar cumplimiento al RD 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), donde se indica que se deberán realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001.

Con posterioridad surgen dos disposiciones principales, el Real Decreto 299/2016 de 22 de julio y el Real Decreto 123/2017 de 24 de febrero. Dado que límites marcados en éstos últimos decretos son menos estrictos se mantendrá inicialmente como referencia los valores publicados en el Real Decreto 1066/2001 observando si existe algún problema.

El alcance comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que puedan alcanzarse en dicho entorno haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p style="text-align: center;">Nº DOC.:</p>

2. NORMATIVA

- RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- 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 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC - RAT 01 a 23.
- RD 299/2016 de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- RD 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
- Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europea y del Consejo de 26 de junio de 2013.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p style="text-align: center;">Nº DOC.:</p>

3. CRITERIOS DE APLICACIÓN

De acuerdo con el RD 1066/2001, en el punto 3.1 Niveles de Campo, se establecen los límites de referencia para campos magnéticos y eléctricos, en función de la frecuencia de los mismos.

Para el caso que nos ocupa y considerando que la frecuencia de red es de 0,05 kHz, los límites máximos de referencia según este Real Decreto son los siguientes:

Intensidad de campo E = 5.000 V/m

Intensidad de campo H = 80 A/m

Campo Magnético B = 100 μ T

En el caso del RD 299/2016 los niveles de acción aparecen en el Anexo II, sección B3, Tabla 6 y para una frecuencia de red de 50 Hz define los siguientes límites:

Límite efectos sensoriales = 1000 μ T

Límite efectos para la salud = 6000 μ T

Como ya se ha indicado en el punto 1 a lo largo de éste estudios se tomará como referencia los niveles definidos en el RD 1066/2001 por ser más estrictos.

El método general de medida de campo magnético definido por UNESA define entre sus pautas generales:

Se tomarán las medidas a una altura de 1 metro del suelo, a excepción de las medidas específicas y puntuales a aparatos, electrodomésticos o instalaciones eléctricas concretas.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p style="text-align: center;">Nº DOC.:</p>

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La Subestación Eléctrica SET La Nava es una Subestación Eléctrica Transformadora 66/30 kV en la que:

- El sistema de 66 kV está instalado en intemperie.
- El transformador de potencia está instalado en intemperie.
- Las celdas de media tensión 30 kV se encuentran instaladas en edificio.

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos aquellos criterios que se han tomado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.
- Equipos eléctricos como las celdas son equipos blindados por carcasas metálicas que anulan el campo eléctrico y disminuyen el campo magnético, además se encuentran alejados del cerramiento y protegidos en el interior de un edificio.
- El transformador de potencia se encuentra en intemperie separado una distancia prudencial del cerramiento minimizando de esta forma las emisiones al exterior.
- Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campo magnéticos de las mismas.
- Las acometidas de cables de AT/MT se encuentran distribuidas en diferentes puntos como medida de limitar el valor máximo de campo magnético.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p style="text-align: center;">Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p style="text-align: center;">Nº DOC.:</p>

5. ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Se ha realizado un análisis y estudio de la emisión magnética producida por cada uno de los equipos eléctricos que constituyen la Subestación Eléctrica La Nava a través del programa simulación de campos magnéticos SISEMFIELD V0.0.

Los resultados obtenidos a través de la simulación informática son corroborados por las mediciones y muestras de campo magnético realizadas en otras instalaciones de características similares o en funcionamiento por todo el territorio nacional.

5.1. Criterios y consideraciones

El estudio se realiza para los requerimientos de campos fuera de los límites de la subestación, por lo que no se darán valores de campo interiores, por ser zona privada e inaccesible al público.

Únicamente se consideran como fuentes de campo magnéticos los equipos y cables eléctricos existentes en el interior del cerramiento, no así los tramos de cable que pudiera haber en el exterior del cerramiento y otros equipos eléctricos ajenos a la subestación que pudiera haber en el exterior.

Para realizar el estudio, se ha considerado con un grado de carga del 110% en cada uno de los principales equipos (transformadores, líneas, ...), para considerar una situación en la que se presentaría el mayor grado de emisión de campos.

Una vez conocidos los valores genéricos de campo magnético de cada uno de los elementos potencialmente generadores del mismo, mediante estudios realizados para el fin, se estipula los valores reales teniendo en cuenta la superposición de los mismos. Los valores obtenidos se representan en el plano incluido en este anexo que muestra en planta el contorno exterior de la parcela de la subestación.

La subestación consiste en una serie de equipos en intemperie de nivel de tensión 66 kV, constituida por aparamenta convencional. En la parte de interior se incluye una serie

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	Nº DOC.:

de celdas blindadas de 30 kV que permite la maniobra y la protección de la red de esta tensión.

Para considerar el caso más desfavorable, se desprecian las pérdidas en los equipos y líneas y a la potencia nominal, aun cuando no se prevea su funcionamiento en este régimen.

Para el transformador de potencia, al igual que pasa en las posiciones blindadas, el campo magnético que emite al exterior un transformador de potencia no es muy intenso debido a su propia construcción y se amortigua muy rápidamente con la distancia. Por otra parte, la principal fuente de generación de campo magnético son las líneas de alimentación de entrada y salida, por lo que se modelan éstas en detrimento del propio transformador y cuya aportación se desprecia comparada con ellas.

Considerando una sobrecarga del 10 %, las corrientes consideradas han sido las siguientes:

- Nivel 66 kV
 - o Posición salida de línea: 808,29 A
- Nivel 30 kV
 - o Posición de transformador 30 kV: 1.778,24 A
 - o Posición de línea La Nava 1 30 kV: 296,37 A
 - o Posición de línea La Nava 2 30 kV: 296,37 A
 - o Posición de línea La Nava 3 30 kV: 296,37 A
 - o Posición de línea Ebro 1 30 kV: 889,12 A

El número de ternas se ha simplificado en el modelado como una única terna que puede llevar toda la potencia por circuito, las diferencias con respecto al cálculo con el detalle del número y sección concreta de ternas a emplear es poco significativo

	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	
Diciembre 2020	ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	Nº DOC.:

6. RESULTADOS OBTENIDOS

En los apartados posteriores se reflejan los resultados de los campos magnéticos obtenidos en la subestación transformadora y en el exterior de esta.

Los cálculos realizados muestran que el valor del campo magnético en el contorno de la subestación está por debajo de los 100 μT .

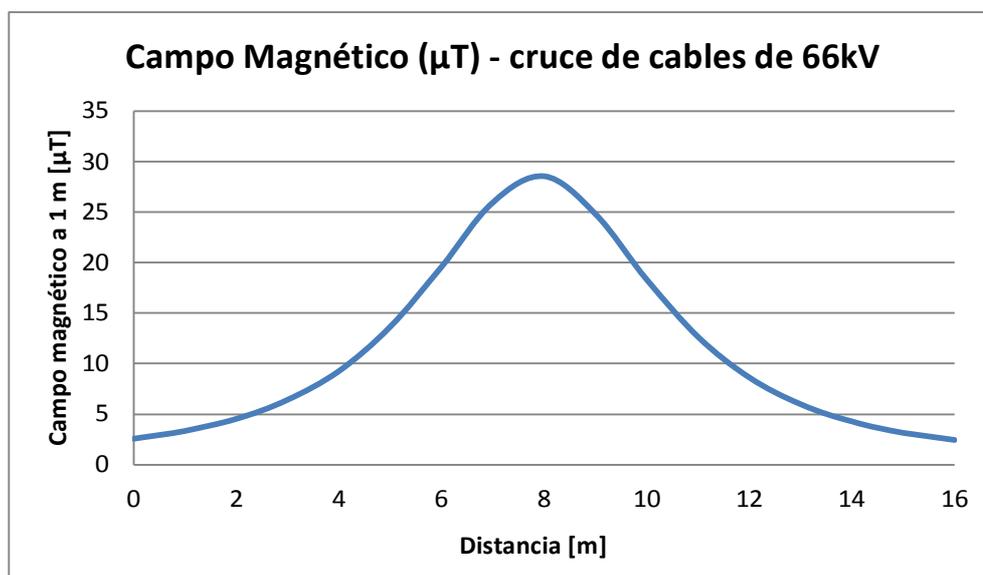
Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de la instalación y de los ejes de las líneas.

En la imagen incluida en el anexo pueden observarse los niveles de campo magnético originados en el exterior de las instalaciones estudiadas, representados mediante curvas de nivel.

6.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 66 kV

La línea subterránea de 66 kV se considera en doble terna con disposición de conductores al tresbolillo con una separación entre ternas de 200 mm a una profundidad de 0.90 m con respecto a la superficie del terreno.

En la figura siguiente se aprecia el campo magnético máximo generado que aparece en un plano transversal a la línea, calculado a un nivel del suelo de 1 metro.



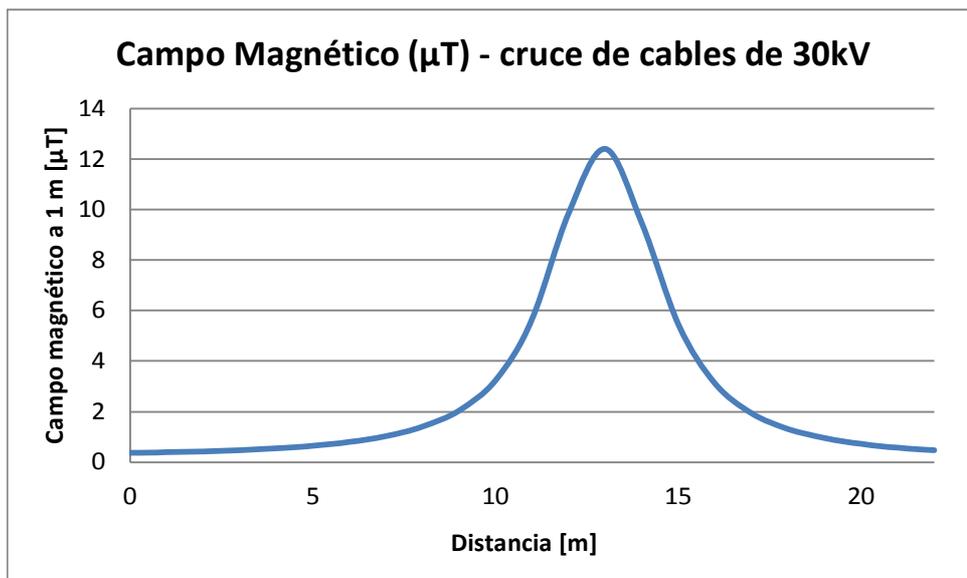
 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	Nº DOC.:

El campo magnético generado por la línea a 1 m del suelo tiene un valor máximo que alcanza 28,6 μT .

6.2 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 30 kV

Las líneas subterráneas de 30 kV se consideran enterradas a 1,0 metros de profundidad (0,6 metros en las canalizaciones internas de la subestación). Se ha considerado que toda la potencia que es colectada por cada una de las barras llega a través de un único circuito, aproximación válida ya que es una situación más restrictiva.

En la figura siguiente se aprecia el campo magnético máximo generado que aparece en un plano transversal a los circuitos, calculado a un nivel del suelo de 1 metro.

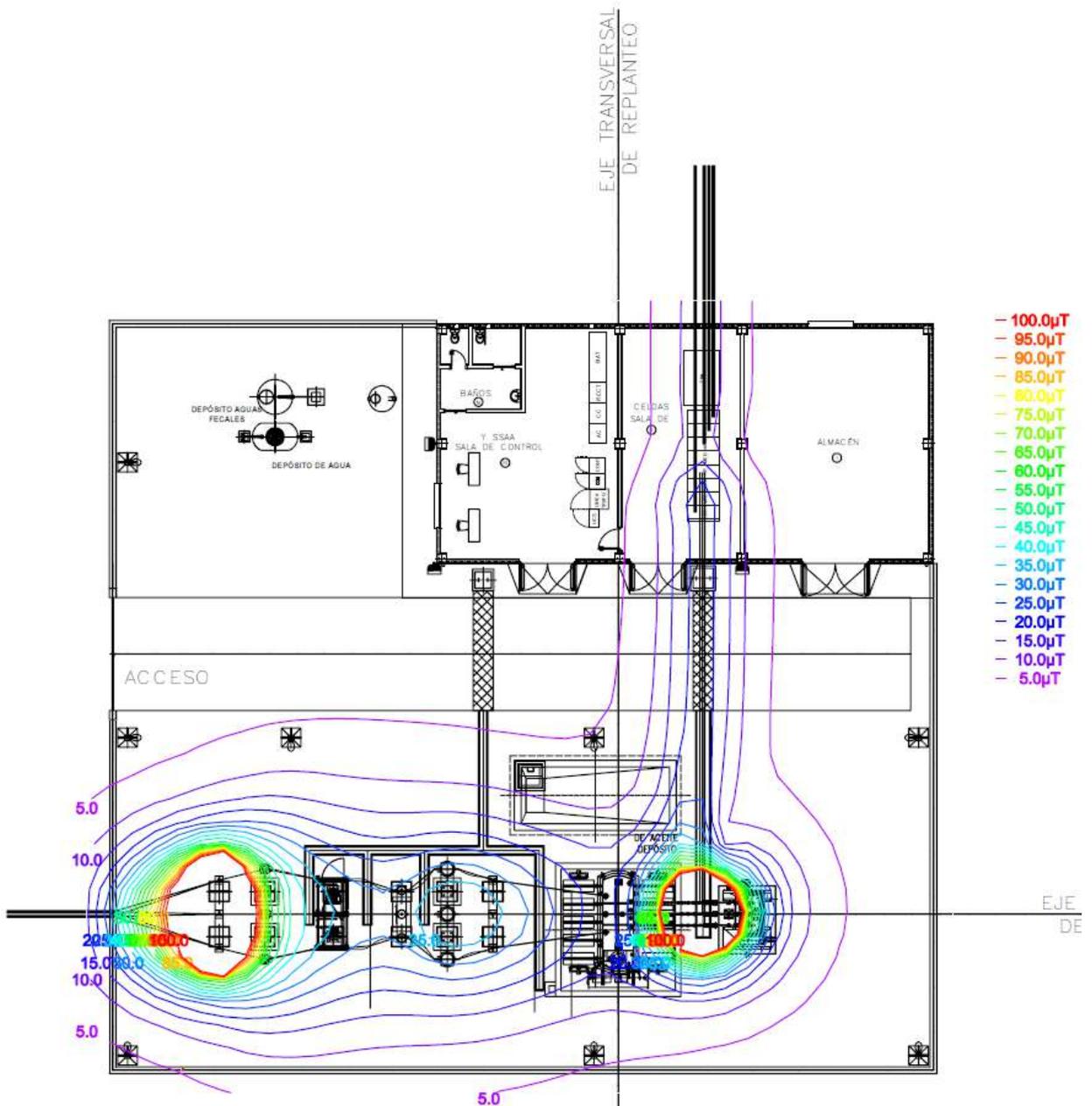


El campo magnético generado por las líneas a 1 m del suelo tiene un valor máximo que alcanza 12,4 μT .

 <p>GRUPO SISENER INGENIEROS</p>	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p>ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p>Nº DOC.:</p>

6.3 DISTRIBUCION DE CAMPOS MAGNÉTICOS

A continuación, se incluye un plano con la representación de las líneas de campo magnético originadas en la subestación a la altura de 1 metro.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)</p>	
<p>Diciembre 2020</p>	<p style="text-align: center;">ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS</p>	<p style="text-align: right;">Nº DOC.:</p>

7. CONCLUSIONES

Como conclusión sobre los análisis realizados en cuanto a la actividad de la Subestación Eléctrica La Nava 66/30kV en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los límites de radiación emitidos están muy por debajo de los límites técnicos establecidos en la normativa vigente, documentación enumerada en el apartado 2 “Normativa Vigente”.

Por consecuencia, se puede decir que las medidas correctoras tomadas en el diseño de la instalación y enumeradas en el apartado 4 “Características de la instalación” son suficientes para cumplir la normativa nacional e internacional de emisiones magnéticas originadas en las proximidades de la subestación.

 GRUPO SISENER INGENIEROS	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SET LA NAVA 66/30 kV Tudela (Navarra)	 inver management
Diciembre 2020	ANEXO 4 : ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS	Nº DOC.:

Para información adicional o aclaraciones a este documento se ruega contactar con:

SISENER INGENIEROS, S.L.

Pº Independencia 16, planta 1ª
50004 Zaragoza - ESPAÑA

Tel.: (+34) 976 30 13 51

Fax: (+34) 976 21 47 60

SISENER INGENIEROS, S.L.

Avda. Somosierra 24, planta 1ª, oficina A
28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 91 658 68 38

Fax: (+34) 91 658 68 37

SISENER INGENIEROS, S.L.

C/ Melampo 2, planta 3ª, oficina 3
39100 Santa Cruz de Bezana (Cantabria) - ESPAÑA

Tel.: (+34) 942 765 876

RUMANÍA USA ECUADOR PERÚ MÉXICO

www.sisener.com

general@sisener.com