

**MOLINOS
DEL EBRO**

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PARQUE EÓLICO “CABIGORDO I”
40 MW

TÉRMINOS MUNICIPALES DE CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

CONTENIDO

I. Memoria.....	11
II. Pliego de Condiciones.....	155
III. Presupuesto	178
IV. Planos	184
V. Estudio de Seguridad y Salud	218
VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición	299

I. Memoria.....	11
1. Objeto y Antecedentes	12
2. Acreditación de la capacidad legal, técnica y económica del solicitante	13
3. Implantación del parque eólico	14
3.1. Justificación de la necesidad de la instalación	14
3.2. Criterios técnicos de situación	15
3.3. Área de implantación.....	17
3.4. Ubicación de aerogeneradores	17
4. Descripción de los Recursos eólicos	18
4.1. Características principales del parque.....	18
4.2. Orografía y rugosidad.....	18
4.3. Campaña de medidas	19
4.3.1. Parámetros medidos	20
4.3.2. Filtrado y corrección de datos	20
4.4. Resultados de la campaña de medidas.....	21
4.5. Densidad del aire	23
4.6. Aerogeneradores.....	23
4.7. Modelización del campo de viento	24
4.7.1. Modelos usados	24
4.7.2. Modelización	25
4.7.3. Pérdidas por estelas.....	25
4.7.4. Pérdidas técnicas y operacionales	26
4.8. Producción de energía a largo plazo	27
5. Descripción general de la instalación	28
6. Infraestructuras de evacuación.....	30
7. Plazo de ejecución del proyecto	31
8. Ordenación del parque eólico	32

8.1.	Adecuación del proyecto a la situación de planeamiento urbanístico vigente	32
8.2.	Superficies Ocupadas. Usos y destinos	32
8.3.	Movimientos de tierras	33
8.4.	Obra Civil.....	36
8.4.1.	Caminos de Servicio	36
8.4.2.	Emplazamientos de Aerogeneradores y Cimentaciones.....	37
8.4.3.	Zanjas	37
8.5.	Descripción de servicios existentes y previstos.....	41
8.5.1.	Accesos y caminos de servicio.....	41
8.5.2.	Otros servicios.....	41
9.	Relación de bienes y derechos afectados por la instalación	42
9.1.	Relación de parcelas afectadas	42
9.2.	Red de carreteras.....	43
9.3.	Red de dominio público hidráulico.....	43
9.4.	Montes de Utilidad Pública	44
9.5.	Vías Pecuarias	45
9.6.	Redes de transporte y distribución	45
9.7.	Telecomunicaciones y redes de difusión audiovisual	46
9.8.	Servidumbres aeronáuticas.....	46
10.	Instalaciones eléctricas.....	47
10.1.	Centros de Transformación MT/BT	48
10.1.1.	Transformadores 20/0,720 kV	48
10.1.2.	Celdas de protección de transformador / conexión a red de MT	51
10.1.3.	Puesta a tierra	53
10.2.	Red de interconexión de MT	54
10.2.1.	Dimensionado de líneas.....	55
10.2.2.	Estudio de corrientes de cortocircuito	66
11.	Descripción de los aerogeneradores	80
11.1.	Descripción de los componentes del aerogenerador	81
12.	Medidas previstas de Protección contra incendios.....	110
12.1.	Normativa sobre incendios aplicable a la instalación	110
12.3.	Protección contra incendios. Normas generales	111
12.3.1.	Normas sobre combustibles.....	111
12.3.2.	Normas sobre focos de ignición	111
12.3.3.	Normas sobre extinción.....	112
12.3.4.	Indicaciones para la utilización de extintores	113
12.5.	Equipos de Extinción.....	116
12.5.1.	Centro de seccionamiento.....	116
12.5.2.	Aerogeneradores.....	116
12.5.3.	Sistemas manuales de alarma	116
12.5.4.	Extintor montado en la base de la torre.....	116
12.5.5.	Extintor montado en la Nacelle.....	116

12.5.6.	Sensores de humos	117
12.5.7.	Sistema de extinción automática de incendios - FSS.....	118
13.	Adecuación de las instalaciones a las disposiciones de seguridad y salud.....	120
13.1.	Normativa	120
13.2.	Normas de seguridad de espacios de trabajo en general	121
13.2.1.	Dimensiones mínimas	121
13.2.2.	Suelos	122
13.2.3.	Puertas y portones	122
13.2.4.	Escaleras fijas, rampas y plataformas	123
13.2.5.	Escalas Fijas	124
13.2.6.	Barandillas de protección	124
13.2.7.	Servicios higiénicos y locales de descanso.....	124
13.2.8.	Vías y salidas de evacuación	125
13.2.9.	Vías de circulación	125
13.2.10.	Condiciones ambientales	125
13.2.11.	Iluminación	126
13.2.12.	Normas de utilización de los lugares de trabajo	126
13.2.13.	Mantenimiento de los lugares de trabajo.....	127
13.2.14.	Material y locales de primeros auxilios.....	127
13.3.	Equipos de trabajo y maquinaria	128
13.3.1.	Camiones con volquete, caja o plataforma	128
13.3.2.	Camión Grúa	129
13.3.3.	Retroexcavadora	130
13.3.4.	Grúa torre. Grúa móvil.....	131
13.3.5.	Soldadura	133
13.3.6.	Cortadora de material cerámico	134
13.3.7.	Compresor.....	135
13.3.8.	Sierra circular	136
13.4.	Maniobras en instalaciones eléctricas	138
13.4.1.	Normas básicas de seguridad	138
13.4.2.	Instrucciones básicas para maniobras	138
13.4.3.	Reposición de fusibles	139
13.4.4.	Maniobras en la celda del interruptor	139
13.4.5.	Maniobras en la celda del seccionador	139
13.4.6.	Disposiciones adicionales	145
13.5.	Normas de seguridad específicas para trabajos en aerogeneradores	146
13.5.1.	Normas generales	146
13.5.2.	Proximidad y tránsito cerca del aerogenerador	146
13.5.3.	Protecciones personales	146
13.5.4.	Disposición de la Unidad de Control y del Panel.....	148
13.5.5.	Inspección de maquinaria	148
13.5.6.	Precauciones en caso de incendio.....	149
13.5.7.	Funcionamiento del dispositivo de elevación	149

13.6. Desplazamientos a parque y dentro de éste	151
13.7. Trabajos en condiciones nocturnas	152
13.8. Documentación mínima necesaria para ejecución de trabajos en las instalaciones	153

II. Pliego de Condiciones..... 155

1. General.....	156
1.1. Objeto.....	156
1.2. Alcance.....	156
1.3. Códigos y Normas	157
1.4. Calidad y seguridad en el trabajo	159
2. Obra civil.....	160
2.1. Estudio Geotécnico	160
2.2. Caminos de Servicio.....	160
2.3. Cimentaciones de Aerogeneradores	161
2.3.1. Documentación Técnica a aportar por el fabricante del aerogenerador.....	161
2.3.2. Especificaciones técnicas a cumplir por el Contratista.....	162
2.4. Plataformas de Montaje.....	165
2.5. Zanjas.....	165
2.5.1. Zanjas y tendido de cables.....	165
2.5.2. Zanjas en cruces de caminos.....	166
2.6. Topografía	167
2.7. Control de calidad	167
2.7.1. Control de materiales	167
2.7.2. Control de ejecución.....	168
3. Instalaciones eléctricas.....	170
3.1. Centros de transformación MT/BT	170
3.2. Red de interconexión de MT	171
3.2.1. Manejo de cables de potencia.....	171
3.2.2. Tendido y conexionado de cables de potencia	172
3.2.3. Red de tierras.....	173
4. Inspección, pruebas y ensayos	174
5. Plazo de ejecución.....	175
6. Documentación.....	176

III. Presupuesto 178

IV. Planos 184

1.00 Localización geográfica.....	185
2.00 Situación de aerogeneradores	186
3.00 Localización puntos de acceso y cruce RMT en carretera TE-V-8001.....	187
3.01 Planta proyectada acceso nº 1 desde la carretera TE-V-8001, p.k. 0+530.....	188

3.02 Planta proyectada cruce red subterránea de Media Tensión con carretera TE-V-8001, p.k. 0+880	189
3.03 Planta proyectada acceso nº 2 desde la carretera TE-V-8001, p.k. 2+180.....	190
4.00 Infraestructuras del parque eólico (Vista general).....	191
4.01 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 1)	192
4.02 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 2)	193
4.03 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 3)	194
5.00 Sección caminos de servicio.....	195
6.00 Plataforma de montaje del aerogenerador.....	196
7.01 Cimentación del aerogenerador: Dimensiones	197
7.02 Cimentación del aerogenerador: Diagrama conductos eléctricos	198
8.01 Secciones zanjas: De 1 a 4 ternas.....	199
8.02 Secciones zanjas: Más de 4 ternas.....	200
9.01 Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce caminos: De 1 a 4 ternas.....	201
9.02 Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce caminos: Más de 4 ternas.....	202
10.01 Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce RMT: De 1 a 4 ternas	203
10.02 Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce RMT: Más de 4 ternas	204
11.00 Red de Dominio Público Hidráulico en el entorno del Parque Eólico.....	205
11.01 Detalle Nº 1 de afección a Barranco de la Lagunilla	206
12.00 Montes de Utilidad Pública en el entorno del Parque Eólico (MUP TE0224 y TE0443).....	207
12.01 Detalle Nº 1 de afección a Monte de Utilidad Pública (MUP TE0224)	208
12.02 Detalle Nº 2 de afección a Monte de Utilidad Pública (MUP TE0443)	209
12.03 Detalle Nº 3 de afección a Monte de Utilidad Pública (MUP TE0443)	210
13.00 Vías Pecuarias en el entorno del Parque Eólico	211
14.00 Líneas eléctricas aéreas en el entorno del Parque Eólico	212
14.01 Detalle Nº 1 de afección a línea eléctrica aérea 20 kV	213
14.02 Detalle Nº 2 de afección a línea eléctrica aérea 20 kV	214
14.03 Detalle Nº 3 de afección a línea eléctrica aérea 20 kV	215
15 Esquema unifilar funcional 20 kV: Parque	216
V. Estudio de Seguridad y Salud	218
1. General.....	219
2. Características de la obra.....	219
2.1. Alcance.....	219
2.2. Medios auxiliares y maquinaria	220
2.3. Materiales previstos en la construcción.....	220
3. Protecciones Colectivas	221

4.	Protecciones personales	222
5.	Medidas de seguridad aplicadas al proceso constructivo.....	224
5.1.	Obra civil	224
5.1.1.	Riesgos más frecuentes	224
5.1.2.	Normas básicas de seguridad. Protecciones colectivas.....	226
5.1.3.	Normas básicas de seguridad. Protecciones personales.....	232
5.2.	Montaje de equipos e instalaciones	233
5.2.1.	Riesgos más frecuentes	233
5.2.2.	Normas básicas de seguridad. Protecciones colectivas.....	234
5.2.3.	Normas básicas de seguridad. Protecciones personales	235
6.	Instalaciones sanitarias	236
6.1.	Dotación de aseos.....	236
6.2.	Dotación de los vestuarios	236
6.3.	Dotación del comedor.....	236
6.4.	Normas generales de conservación y limpieza	236
7.	Instalación eléctrica provisional	237
7.1.	Características generales	237
7.2.	Riesgos más frecuentes	237
7.3.	Normas básicas de seguridad	237
7.4.	Protecciones personales	238
7.5.	Protecciones colectivas	239
8.	Maquinaria.....	240
8.1.	Camiones con volquete, caja o plataforma.....	240
8.1.1.	Riesgos más frecuentes	240
8.1.2.	Normas básicas de seguridad	240
8.1.3.	Protecciones personales	240
8.1.4.	Protecciones colectivas.....	240
8.2.	Camión Grúa	241
8.2.1.	Riesgos más frecuentes	241
8.2.2.	Normas básicas de seguridad	241
8.2.3.	Protecciones Personales.....	241
8.2.4.	Protecciones colectivas.....	241
8.3.	Retroexcavadora	242
8.3.1.	Riesgos más frecuentes	242
8.3.2.	Normas básicas de seguridad	242
8.3.3.	Protecciones personales	242
8.3.4.	Protecciones colectivas.....	243
8.4.	Grúa torre. Grúa móvil.....	243
8.4.1.	Riesgos más frecuentes	243
8.4.2.	Normas básicas de seguridad	243
8.4.3.	Protecciones personales	244
8.4.4.	Protecciones colectivas.....	244

8.5.	Hormigonera.....	245
8.5.1.	Riesgos más frecuentes.....	245
8.5.2.	Normas básicas de seguridad.....	245
8.5.3.	Protecciones personales.....	246
8.5.4.	Protecciones colectivas.....	246
8.6.	Soldadura.....	247
8.6.1.	Soldadura eléctrica.....	247
8.6.2.	Soldadura autógena y oxicorte.....	247
8.6.3.	Protecciones individuales.....	248
8.7.	Motovolquete autopropulsado (Dumper).....	249
8.7.1.	Riesgos más frecuentes.....	249
8.7.2.	Protecciones colectivas.....	249
8.7.3.	Protecciones individuales.....	249
8.8.	Cortadora de material cerámico.....	250
8.8.1.	Riesgos más frecuentes.....	250
8.8.2.	Normas básicas de seguridad.....	250
8.8.3.	Protecciones personales.....	250
8.8.4.	Protecciones colectivas.....	250
8.9.	Compresor.....	251
8.9.1.	Riesgos más frecuentes.....	251
8.9.2.	Protecciones colectivas.....	251
8.10.	Martillo neumático.....	252
8.10.1.	Medidas preventivas.....	252
8.10.2.	Protecciones individuales.....	252
8.11.	Vibrador.....	253
8.11.1.	Riesgos más frecuentes.....	253
8.11.2.	Normas básicas de seguridad.....	253
8.11.3.	Protecciones personales.....	253
8.11.4.	Protecciones colectivas.....	253
8.12.	Sierra circular.....	254
8.12.1.	Riesgos más frecuentes.....	254
8.12.2.	Normas básicas de seguridad.....	254
8.12.3.	Protecciones Personales.....	254
8.12.4.	Protecciones colectivas.....	254
9.	Medios auxiliares.....	255
9.1.	Descripción de los medios auxiliares.....	255
9.2.	Riesgos más frecuentes.....	255
9.2.1.	Andamios de servicios.....	255
9.2.2.	Andamios colgados.....	255
9.2.3.	Andamios de borriquetas.....	255
9.2.4.	Escalera de mano.....	255
9.3.	Normas básicas de seguridad.....	256
9.3.1.	Andamios de servicios y colgantes.....	256

9.3.2.	Andamios de borriquetas o caballetes	256
9.3.3.	Escaleras de mano.....	256
9.3.4.	Estrobos, cables y cuerdas	257
9.4.	Protecciones personales	257
9.5.	Protecciones colectivas.....	257
10.	Operación de instalaciones eléctricas y aerogeneradores	258
10.1.	Maniobras en instalaciones eléctricas	258
10.1.1.	Normas básicas de seguridad	258
10.1.2.	Instrucciones básicas para maniobras	259
10.1.3.	Reposición de fusibles	259
10.1.4.	Protecciones personales	263
10.1.5.	Protecciones colectivas.....	264
10.1.6.	Disposiciones adicionales	265
10.2.	Aerogeneradores. Normas de seguridad para operarios y técnicos.....	266
10.2.1.	Proximidad y tránsito cerca de la turbina	266
10.2.2.	Protecciones personales	266
10.2.3.	Disposición de la Unidad de Control y del Panel.....	266
10.2.4.	Inspección de maquinaria	266
10.2.5.	Precauciones en caso de incendio.....	268
10.2.6.	Funcionamiento del dispositivo de elevación	268
11.	Aerogeneradores. Normas de seguridad para operarios y técnicos.....	269
11.1.	Proximidad y tránsito cerca de la turbina.....	269
11.2.	Protecciones personales	269
11.3.	Disposición de la Unidad de Control y del Panel.....	269
11.4.	Inspección de maquinaria.....	269
11.5.	Precauciones en caso de incendio.....	271
11.6.	Funcionamiento del dispositivo de elevación	271
12.	Pliego de condiciones.....	272
12.1.	Disposiciones legales de aplicación	272
12.2.	Condiciones de los medios de protección	274
12.2.1.	General	274
12.2.2.	Protecciones personales	274
12.2.3.	Protecciones colectivas.....	274
12.3.	Servicios de Prevención. Botiquín.....	276
12.4.	Coordinador de seguridad.....	277
12.5.	Comité de seguridad y salud	278
12.6.	Instalaciones de higiene y bienestar.....	280
12.7.	Plan de seguridad e higiene y condiciones generales.....	281
13.	Presupuesto	283
14.	Planos.....	285
14.1.	Ordenación general de la obra. Direcciones y teléfonos	286
14.2.	Señalización (I).....	287

14.3. Señalización (II).....	288
14.4. Balizamiento en cortes de carretera con desvío.....	289
14.5. Barandilla de protección	290
14.6. Línea de anclaje de cinturones de seguridad para trabajar sobre vigas de puentes.....	291
14.7. Protección en excavaciones (I)	292
14.8. Protección en excavaciones (II)	293
14.9. Protección en excavaciones (III)	294
14.10. Tope de retroceso para vertidos de tierra.....	295
14.11. Modelo de instalación para comedor, vestuarios y servicios higiénicos de obra.....	296
14.12. Protecciones eléctricas.....	297

VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición..... 299

1. Objeto	300
2. Descripción del proceso de gestión de residuos	301
3. Estimación de la cantidad de residuos generados	303
4. Medidas de prevención de residuos	305
5. Operaciones de reutilización, valorización y eliminación de residuos	306
5.1. Gestión de residuos.....	306
5.2. Almacenamiento de residuos en obra	308
5.3. Reutilización de residuos.....	310
5.4. Valorización de residuos	310
5.5. Eliminación de residuos mediante depósito en vertedero	310
6. Medidas de separación de residuos en obra	311
7. Prescripciones técnicas particulares del proyecto	311
8. Presupuesto	312
9. Planos.....	314
9.1. Ubicación de instalaciones de almacenamiento, manejo y separación de residuos	315
9.2. Instalaciones de almacenamiento, manejo y separación de residuos.....	316



Proyecto de Ejecución

I. Memoria

Parque Eólico “Cabigordo I” 40 MW

Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas (Teruel)

1. OBJETO Y ANTECEDENTES

MOLINOS DEL EBRO S.A. es una compañía perteneciente al Grupo empresarial SAMCA (Sociedad Anónima Minera Catalano-Aragonesa), creada en el año 1995 y dedicada a la producción de energía eléctrica.

MOLINOS DEL EBRO S.A. prevé la instalación de un parque eólico de 40 MW de potencia instalada, denominado "Cabigordo I", en los Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas, en la provincia de Teruel.

El presente Proyecto de Ejecución se redacta a efectos de solicitar las Autorizaciones Administrativas previas y de construcción del citado Parque Eólico "Cabigordo I" por parte del Gobierno de Aragón, conforme al Decreto-Ley 2/2016, conteniendo el mismo toda la información requerida en el artículo 13, apartado c, del mismo.

2. ACREDITACIÓN DE LA CAPACIDAD LEGAL, TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL SOLICITANTE

Se acompañan de manera independiente al presente proyecto de ejecución las declaraciones responsables que acreditan que MOLINOS DEL EBRO, S.A. dispone de capacidad legal, técnica y económico-financiera.

En dichos documentos se justifica que MOLINOS DEL EBRO, S.A.:

- Tiene capacidad legal para realizar el proyecto, al ser una sociedad mercantil de nacionalidad española, que tiene como objeto social el desarrollo de la actividad de producción de energía eléctrica.
- Tiene capacidad técnica para realizar el proyecto, al haber ejercido la actividad de producción de energía eléctrica durante, al menos, los últimos tres años.
- Tiene capacidad económica para realizar el proyecto, al ser una empresa solvente económicamente, que cuenta con financiación suficiente para ejecutar el parque eólico con fondos propios, que se complementarán con las aportaciones y financiación que sean necesarias por parte de la empresa matriz, S.A. Minera Catalano Aragonesa.

Conforme a dicha justificación se concluye, por tanto, que MOLINOS DEL EBRO, S.A. cumple los requisitos exigidos por:

- El Artículo 12 del Decreto-Ley 2/2016, de 30 de agosto, de medidas urgentes para la ejecución de las sentencias dictadas en relación con los concursos convocados en el marco del Decreto 124/2010, de 22 de junio, y el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica en Aragón.
- El Artículo 121 del 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.

3. IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO

3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN

En materia de la lucha contra el cambio climático, la Unión Europea ha fijado objetivos para reducir progresivamente las emisiones de gases de efecto invernadero hasta el año 2050, hasta alcanzar en dicha fecha la neutralidad de sus emisiones de CO₂.

En este contexto, los principales objetivos climáticos y de energía quedaron establecidos en el "Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020" y en el "Paquete de Energía Limpia" (también conocido como "paquete de invierno"), que define el marco aplicable sobre clima y energía para 2030.

Dentro del "Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020", los objetivos que la Directiva de Energías Renovables (Directiva 2009/28/UE) estableció para España incluían el compromiso de cubrir el 20% de consumo de energía final bruta del país con energías renovables, previéndose que dicho objetivo se cumpliera predominantemente con renovables para generación eléctrica, con el 11,7%, mientras que el 5,6% correspondería a usos térmicos y el resto (2,7%) al transporte.

En cuanto al "Paquete de Energía Limpia" para 2030, los objetivos aprobados en noviembre de 2018 por el Parlamento Europeo, establecen que al menos un 32% de la energía europea se cubra con energías renovables, y que se reduzcan las emisiones de CO₂ de al menos un 40% respecto al nivel de 1990. A finales de 2018 se publicaron la Directiva de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (Directiva 2018/2001), que establece el objetivo vinculante indicado de energías renovables en el conjunto de la UE del 32% en 2030, y el Reglamento sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima (Reglamento 2018/1999), que obliga a que cada Estado Miembro tenga que preparar un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima para el periodo 2021-2030, que cubra las 5 dimensiones de la Unión de la Energía de la Unión Europea.

Para alcanzar dichos objetivos europeos, el Gobierno de España aprobó el 16 de octubre de 2015 la PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA - PLAN DE DESARROLLO DE LA RED DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2015-2020, que incluía la previsión de alcanzar en 2020 la cifra de 29.479 MW en energía eólica.

En lo que respecta a los objetivos a 2030, el Gobierno de España está tramitando actualmente nueva legislación, consistente en La Ley de Cambio Climático, la Estrategia de Transición Justa y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima ("PNIEC 2021-2030"). En concreto, en cuanto a los objetivos de energías renovables, el último borrador disponible del PNIEC 2021-2030, prevé que las energías renovables alcancen en 2030 el 42% sobre el uso final de la energía (desde el 17% en 2018). Para ello, en el año 2030 deberá existir una potencia total instalada en el sector eléctrico de 160,8 GW, de los que 50 GW (50.333 MW) deberán ser potencia eólica.

Considerando que a 31 de diciembre de 2023 la potencia eólica instalada en España alcanzó el valor de 30.810 MW, será necesaria la instalación de 19.523 MW adicionales para alcanzar los objetivos establecidos para el año 2030.

En este contexto, en el que la energía eólica ha probado que contribuye de manera determinante al suministro energético seguro, fiable, sostenible y respetuoso con el medio ambiente, a la par que ayuda a reducir la dependencia de combustibles fósiles importados y evita la emisión de CO₂ a la atmósfera, resulta necesaria la promoción de instalaciones de generación eólica como la proyectada en el presente documento, que combina la eficiencia de un emplazamiento con alto recurso eólico, compatibilidad con el medio ambiente y acceso a las infraestructuras de conexión a la red eléctrica de la zona para evacuar la energía generada.

3.2. CRITERIOS TÉCNICOS DE SITUACIÓN

La evaluación del recurso en este emplazamiento se sitúa dentro de la evaluación general que MOLINOS DEL EBRO S.A. y MOLINOS DEL JALÓN S.A. (empresa también perteneciente a la misma empresa matriz S.A. Minera Catalano Aragonesa) vienen realizando en la provincia de Teruel. En esta zona se han instalado diversas torres meteorológicas de hasta 80 metros de altura desde el año 2000 en las zonas de los parques eólicos "Cabigordo I", "Hoyalta I" y "Puerto Escandón") e implantado los Parques Eólicos "Puerto Escandón" con aerogeneradores de 2 MW de potencia nominal unitaria y "Ampliación Puerto Escandón" con aerogeneradores de 4 MW de potencia nominal unitaria (ambos parques actualmente en servicio). Es por ello, que MOLINOS DEL EBRO S.A. tiene conocimientos del recurso eólico en la zona estudiada.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las campañas de medición del potencial eólico realizadas en el área por MOLINOS DEL EBRO S.A., se puede concluir que existen recursos eólicos suficientes en la zona elegida que garantizan la viabilidad técnico-económica para la instalación de un parque eólico en la misma.

En la selección previa de los terrenos para el emplazamiento del parque eólico se buscaron aquellas elevaciones en las que el viento, por las características topográficas de las mismas, sufre procesos de aceleración de la velocidad y por tanto permiten un mejor aprovechamiento eólico. Para la elección definitiva de los emplazamientos de los aerogeneradores se han utilizado los resultados obtenidos a partir de modelizaciones contrastadas.

A partir de los resultados obtenidos en la campaña de medición de viento desarrollada, se ha modelizado la distribución del campo de vientos en el área. Al análisis tridimensional del flujo de viento se han incorporado tanto la topografía como los parámetros de rugosidad de la zona, el resultado ha sido la cuantificación del potencial energético del viento en el área y la definición de los puntos más favorables para el emplazamiento de los aerogeneradores. Se han calculado además los efectos de sombra por estelas de los aerogeneradores entre sí.



PARQUE EÓLICO "CABIGORDO" 40 MW
TÉRMINOS MUNICIPALES DE CORBALÁN Y CORRALAN
(TERUEL)



Finalmente, con los resultados obtenidos anteriormente, se han definido las ubicaciones que se consideran más favorables para el posicionamiento de los aerogeneradores. Estudiando además diferentes modelos con el objeto de determinar, de acuerdo con sus características técnicas, curvas de potencia y modo de operación, el más adecuado al régimen de vientos en el emplazamiento.

3.3. ÁREA DE IMPLANTACIÓN

El parque eólico previsto se situará en los Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas, en la provincia de Teruel. Las instalaciones previstas están comprendidas dentro del polígono definido por los vértices siguientes, en coordenadas U.T.M. y sistema de referencia ETRS-89, huso 30:

Vértice	LONGITUD	LATITUD
1	674.600,00	4.479.689,22
2	675.828,83	4.479.690,00
3	676.557,58	4.479.918,98
4	676.734,84	4.481.149,55
5	681.486,49	4.481.149,55
6	681.486,49	4.474.150,00
7	678.518,67	4.474.150,00
8	677.588,64	4.472.624,71
9	672.558,83	4.472.624,71
10	672.558,83	4.477.954,45
11	673.650,00	4.478.881,82
1	674.600,00	4.479.689,22

Tabla 1: Coordenadas vértices poligonal P.E. "Cabigordo I".

En el **Plano nº 01** se detalla la localización geográfica indicada.

3.4. UBICACIÓN DE AEROGENERADORES

La ubicación prevista de los 5 aerogeneradores que componen el parque eólico, en coordenadas U.T.M. y sistema de referencia ETRS-89, huso 30, se recoge en la siguiente tabla:

AEROG.	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (msnm)
1	675.318,08	4.478.391,47	1.589
2	675.736,68	4.479.585,11	1.650
3	677.408,81	4.480.862,92	1.601
4	678.001,10	4.481.038,79	1.537
5	678.644,02	4.480.813,52	1.524

Tabla 2: Coordenadas aerogeneradores.

En el **Plano nº 02** se detallan las ubicaciones previstas de los aerogeneradores.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS EÓLICOS

Se evalúa el nivel de recurso eólico disponible en el emplazamiento, así como las producciones esperadas de 5 aerogeneradores de 180 m de diámetro de rotor y potencias unitarias de 8.000 kW. Las posiciones de los aerogeneradores son elegidas en función del espacio disponible y del recurso existente en el emplazamiento.

4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PARQUE

Las principales características se recogen en la tabla siguiente:

Nombre	CABIGORDO
Localización	Corbalán y Cedrillas, Teruel (España)
Altura media del emplazamiento (m.s.n.m.)	1.580
Potencia total instalada (MW)	40
Número de aerogeneradores	5
Tipo de aerogenerador y potencia nominal	5 x AE180-8 MW
Diámetro de rotor (m)	180
Altura de buje (m)	120

Tabla 3: Características principales del Parque Eólico "Cabigordo I".

4.2. OROGRAFÍA Y RUGOSIDAD

Para el estudio del recurso eólico en la zona se ha utilizado el mapa satélite (CNIG). Se considera que el tamaño y la resolución de la topografía del terreno son adecuadas para el cálculo del campo de viento.

La siguiente tabla recoge las características de la cartografía utilizada:

	OROGRAFÍA	RUGOSIDAD
Tamaño	53x68 km ²	53x68 km ²
Formato	Curvas de nivel	Líneas de contorno
Fuente de datos	Instituto Geográfico Nacional	Imágenes de satélite
Resolución	Curvas cada 10 m	-
Proyección Geográfica utilizada	UTM en sistema de referencia ETRS-89, huso 30	

Tabla 4: Características de la cartografía digital.

Las longitudes de rugosidad utilizadas se encuentran en la siguiente tabla:

Características de la superficie de terreno	Longitud rugosidad (m)
Bosque alto	>1
Ciudad	1
Bosque	0,8
Barrios residenciales	0,5
Cortavientos	0,3
Muchos árboles y/o arbustos	0,2
Terrenos de cultivo de apariencia cerrada	0,1
Terrenos de cultivo de apariencia abierta	0,05
Terrenos con muy pocos edificios/árboles	0,03
Zonas de aeropuerto con edificios y árboles	0,02
Pistas de rodadura del aeropuerto	0,01
Hierba baja	0,008
Suelo sin vegetación (regular)	0,005
Superficies de nieve (regular)	0,001
Superficies de arena (regular)	0,0003
Áreas de agua (lagos, fiordos, mar)	0,0001

Tabla 5: Longitudes de rugosidad.

4.3. CAMPAÑA DE MEDIDAS

Para realizar la evaluación de la producción energética del parque, se han tomado datos de velocidad y dirección de viento en el área mediante la estación de medida E020 con alturas de medición de 20 y 10 metros. La siguiente tabla muestra la ubicación de la torre, así como el periodo de datos utilizado en el estudio:

ESTACIÓN	UBICACIÓN		PERIODO DE MEDIDAS		NIVELES DE MEDICIÓN
	UTM-X (*)	UTM-Y (*)	Inicio	Fin	
E020	674.902	4.476.604	08/ago/1996	27/feb/2002	20 / 10

(*) Sistema de coordenadas UTM: ETRS89 – Huso 30

Tabla 6: Ubicación de la estación de medida y periodo de medición de datos

4.3.1. PARÁMETROS MEDIDOS

La velocidad y la dirección del viento se midieron correctamente con anemómetros calibrados.

La diferente altura y configuración de los niveles de medida de viento garantizan una estimación aceptable del perfil vertical.

La densidad del aire ha sido evaluada con los valores de temperaturas, presión y humedad obtenidos de la torre meteorológica.

4.3.2. FILTRADO Y CORRECCIÓN DE DATOS

Los datos de la estación meteorológica han sido tratados adecuadamente; se han anulado (filtrado) los valores incorrectos y cuando ha sido posible, se han recuperado (corregido) a partir de valores correctamente registrados.

La siguiente tabla muestra los parámetros evaluados para realizar la estadística de corrección de datos:

Cumplimiento de los requisitos de MEASNET (relativos a la duración, filtrado, corrección y porcentaje de datos disponibles)	La duración del periodo es mayor de cinco años con un alto porcentaje de disponibilidad. Se ha tenido en cuenta para la evaluación de incertidumbres.
Incertidumbres debidas al filtrado y corrección	Los porcentajes de datos filtrados y corregidos son aceptables. Se ha tenido en cuenta para la evaluación de incertidumbres.
Influencia del filtrado y corrección de datos en el valor medio y en la distribución	No se esperan efectos estacionales debido a la influencia del proceso de corrección. Se ha tenido en cuenta para la evaluación de incertidumbres.
Datos utilizables	Los datos son utilizables, teniendo en cuenta la incertidumbre correspondiente.

Tabla 7: Evaluación del filtrado y corrección de datos

4.4. RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDAS

Las siguientes tablas y figuras muestran las principales características del viento durante el periodo completo de medidas, en la estación E020 considerada representativa del emplazamiento del parque:

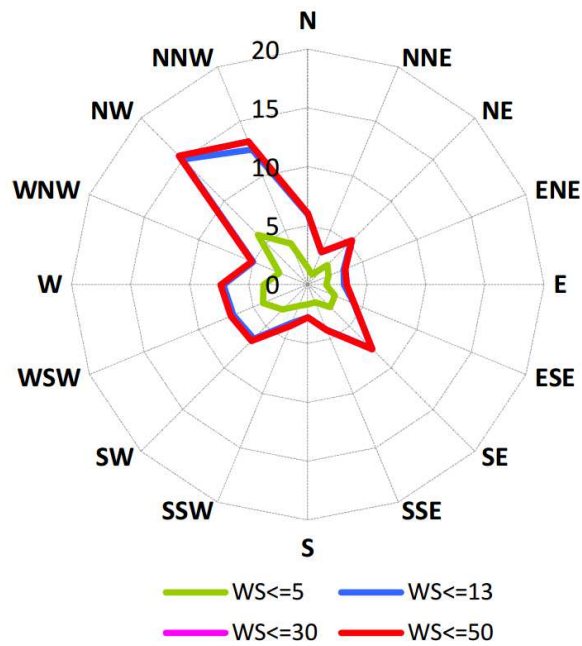


Figura 1: Distribución direccional del viento a 20 m (%), en la estación E020.

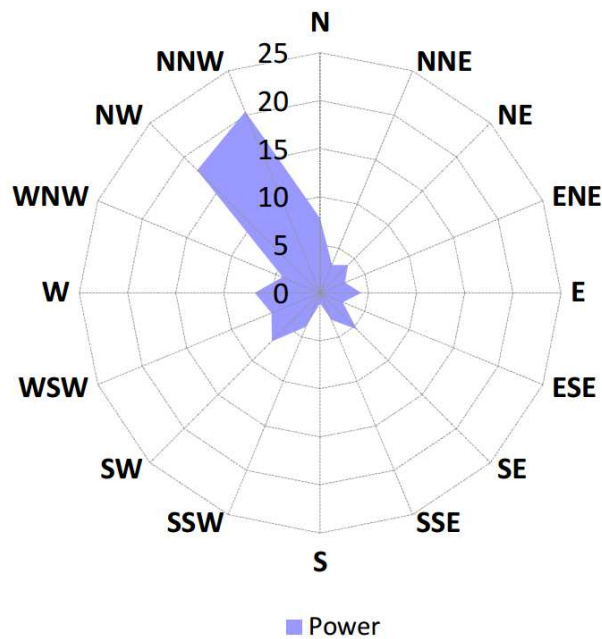


Figura 2: Contenido energético por direcciones del viento en el nivel de 20 m (%) de la estación E020.

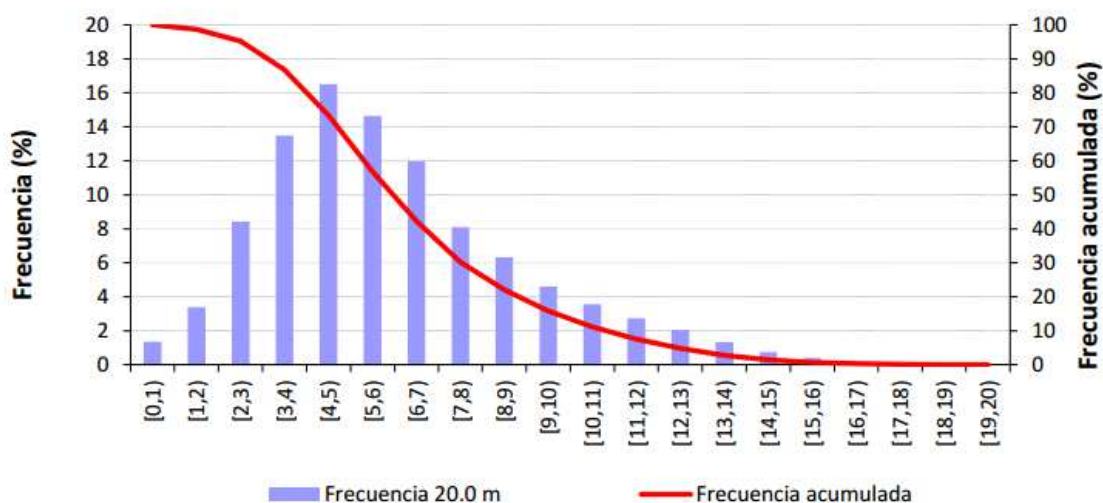


Figura 3: Distribución de velocidades de viento en el nivel de 20 m de la estación E020.

Las velocidades superiores a 3 m/s (velocidad de arranque del aerogenerador considerado) suponen casi el 87% del tiempo. El porcentaje de velocidades superiores a 20 m/s es insignificante.

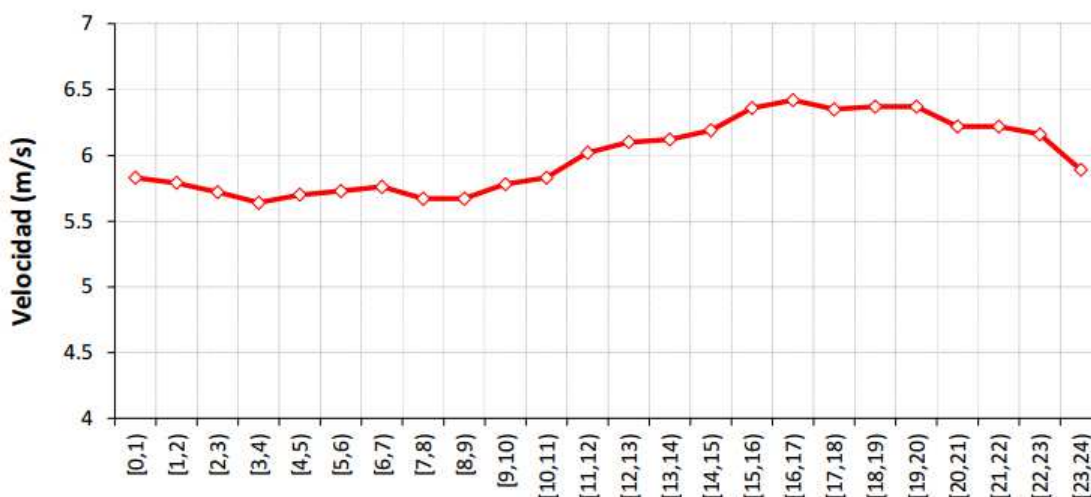


Figura 4: Variación diaria de la velocidad del viento en la estación E020, nivel 20 m.

4.5. DENSIDAD DEL AIRE

La densidad del aire en el emplazamiento a una altitud media de 1580 m sobre el nivel del mar (altitud media de todas las posiciones de aerogenerador) se ha estimado en base a los valores de la norma UNE 28-533-855 (ISO 2533) de Atmósfera Normal. Según esta norma, el valor de la densidad del aire a 1.580 m sobre el nivel del mar es 1,049723 veces el valor de densidad normal.

Como la altitud media de altura de buje de los aerogeneradores es de 1.700 m, la densidad media del emplazamiento considerar es de 1,04 kg/m³.

4.6. AEROGENERADORES

La tabla siguiente muestra las principales características de los aerogeneradores considerado para realizar la evaluación de producción.

Tipo de aerogenerador	AE180
Vin-Vout (m/s)	3-25
Potencia Nominal (MW)	8
Altura Buje (m)	120
Diámetro del rotor (m)	180
Clase IEC	S
Origen de la curva de potencia y de Ct	Fabricante

Tabla 8: Aerogeneradores considerados.

La densidad media del emplazamiento se ha establecido en el apartado anterior. El método empleado para ajustar las curvas de potencia disponibles a la densidad del aire del emplazamiento se muestra en la siguiente tabla.

Tipo de aerogenerador	Altura Buje (m)	Paso variable	Densidad de Curva de potencia y Ct disponible (kg/m³)	Densidad del emplazamiento (kg/m³)	Método de ajuste para cada posición de aerogenerador
AE180	120	Sí	1,05	1,04	Como se indica en IEC 61400-12-1 para máquinas con paso variable

Tabla 9: Ajuste de curvas de potencia.

Las curvas de potencia y de C_t consideradas para el aerogenerador de 8 MW se muestran a continuación.

Velocidad (m/s)	Potencia (kW)	C_t
3	23	0,976
4	256	0,842
5	663	0,812
6	1.257	0,816
7	2.083	0,811
8	3.163	0,799
9	4.516	0,779
10	5.856	0,675
11	7.013	0,564
12	7.792	0,459
13	7.974	0,353
14	7.999	0,276
15	8.000	0,22
16	8.000	0,18
17	8.000	0,149
18	7.870	0,124
19	7.489	0,1
20	7.127	0,083
21	6.472	0,066
22	5.478	0,05
23	4.440	0,037
24	3.418	0,026
25	2.513	0,019

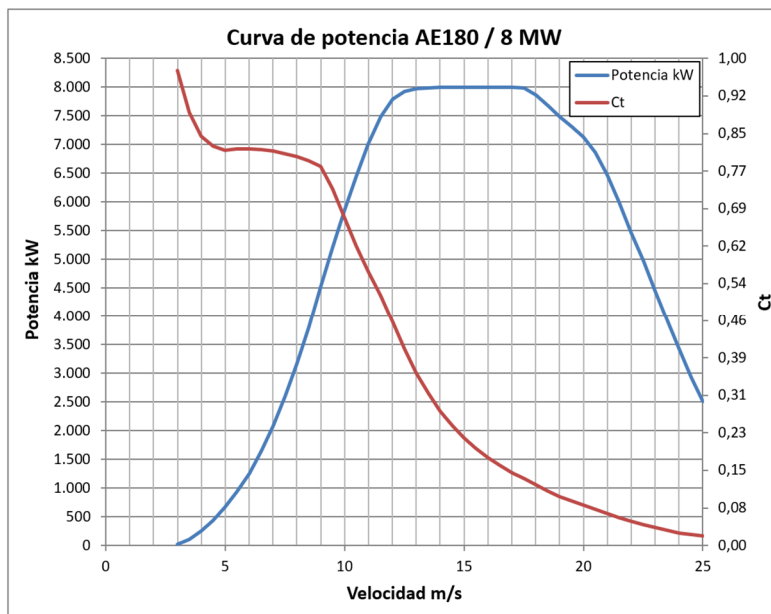


Tabla 10: Curvas de potencia y de C_t disponibles para aerogenerador 180/8 MW a 1.05kg/m^3

4.7. MODELIZACIÓN DEL CAMPO DE VIENTO

Se han usado técnicas de modelización para extrapolar las características del viento medido en la torre meteorológica a los emplazamientos de los aerogeneradores.

4.7.1. MODELOS USADOS

Los modelos utilizados han sido los siguientes:

Tipo de cálculo	Modelo empleado
Velocidad y dirección del viento	WASP 12.7
Perfil vertical	WASP 12.7
Producción bruta de energía	WASP 12.7
Pérdidas por estelas	PARK

Tabla 11: Modelos de campo de viento utilizados

4.7.2. MODELIZACIÓN

En la tabla siguiente se muestran los resultados del modelo de campo de viento para el periodo de referencia.

Número de aerogenerador	Tipo de aerogenerador	Altura de buje (m)	Velocidad (m/s)	Producción bruta (MWh)	Pérdidas por estelas (%)	Producción bruta+estelas (MWh)
1	AE180-8 MW	120	8,01	29.307	3,9	28.164
2	AE180-8 MW	120	8,06	30.881	2,5	30.109
3	AE180-8 MW	120	8,26	32.280	6,4	30.214
4	AE180-8 MW	120	7,91	28.850	8,2	26.484
5	AE180-8 MW	120	7,61	28.576	12,1	25.118
TOTAL		120	7,97	149.894	6,62	139.971

Tabla 12: Resultados de la producción energética bruta de los aerogeneradores

4.7.3. PÉRDIDAS POR ESTELAS

Las pérdidas por estelas se han calculado mediante modelización. La media obtenida se puede ver en la siguiente tabla:

Fuente de pérdidas por estelas	Pérdidas por estelas (%)	Observaciones
Parque evaluado	6,62%	Calculado con modelo PARK, incluido en WASP.
Parques eólicos vecinos	-	No se han considerado aerogeneradores de proyectos vecinos.
TOTAL	6,62	

Tabla 13: Pérdidas por estelas, 5 aeros V180-8 MW

Las pérdidas por estelas de cada aerogenerador se pueden ver en la Tabla 12 del apartado anterior.

4.7.4. PÉRDIDAS TÉCNICAS Y OPERACIONALES

La tabla siguiente muestra otras pérdidas de producción que se han tenido en cuenta para adaptar la producción bruta a la producción real de energía de un parque eólico conectado a la red eléctrica.

Concepto	Factor	Observaciones
Disponibilidad de aerogenerador	0,970	Estimación como valor típico de parques actuales en funcionamiento
Disponibilidad de parque	0,990	Estimación como valor a conseguir
Incumplimiento de la curva de potencia	0,970	Estimación como valor típico de parques actuales en funcionamiento.
Suciedad y degradación de la pala	0,995	Estimación para el emplazamiento
Temperaturas altas	1,000	Estimación para el emplazamiento
Temperaturas bajas y heladas	1,000	Estimación para el emplazamiento
Histéresis por vientos altos	1,000	Estimación para el emplazamiento
Estrategia de paradas por sectores (WSM)	---	No evaluado
Estrategia de paradas por ruido	---	No evaluado
Pérdidas eléctricas	0,970	Estimación como valor a conseguir
Regulación del sistema eléctrico	---	No evaluado
Otras limitaciones de producción	---	No evaluadas
TOTAL	0,899	Obtenido multiplicando los factores anteriores

Tabla 14: Factor de pérdidas técnicas y operacionales

4.8. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A LARGO PLAZO

La siguiente tabla muestra la producción final de energía a largo plazo del parque:

	P.E. CABIGORDO I
Tipo de aerogenerador	5 x AE180-8 MW
Número de aerogeneradores	5
Altura de buje (m)	120
Diámetro del rotor (m)	180
Potencia total instalada (MW)	40
Área Barrida del parque (m2)	127.235
Producción bruta (MWh/año)	149.894
Pérdida por estelas (%)	6,62%
Producción bruta con estelas (MWh/año)	139.971
Pérdidas técnicas y operacionales (%)	10,1%
Producción neta a largo plazo (MWh/año)	125.834
Densidad de producción neta (kWh/(m2·año))	989
Horas equivalentes	3.146

Tabla 15: Producción de energía anual a largo plazo

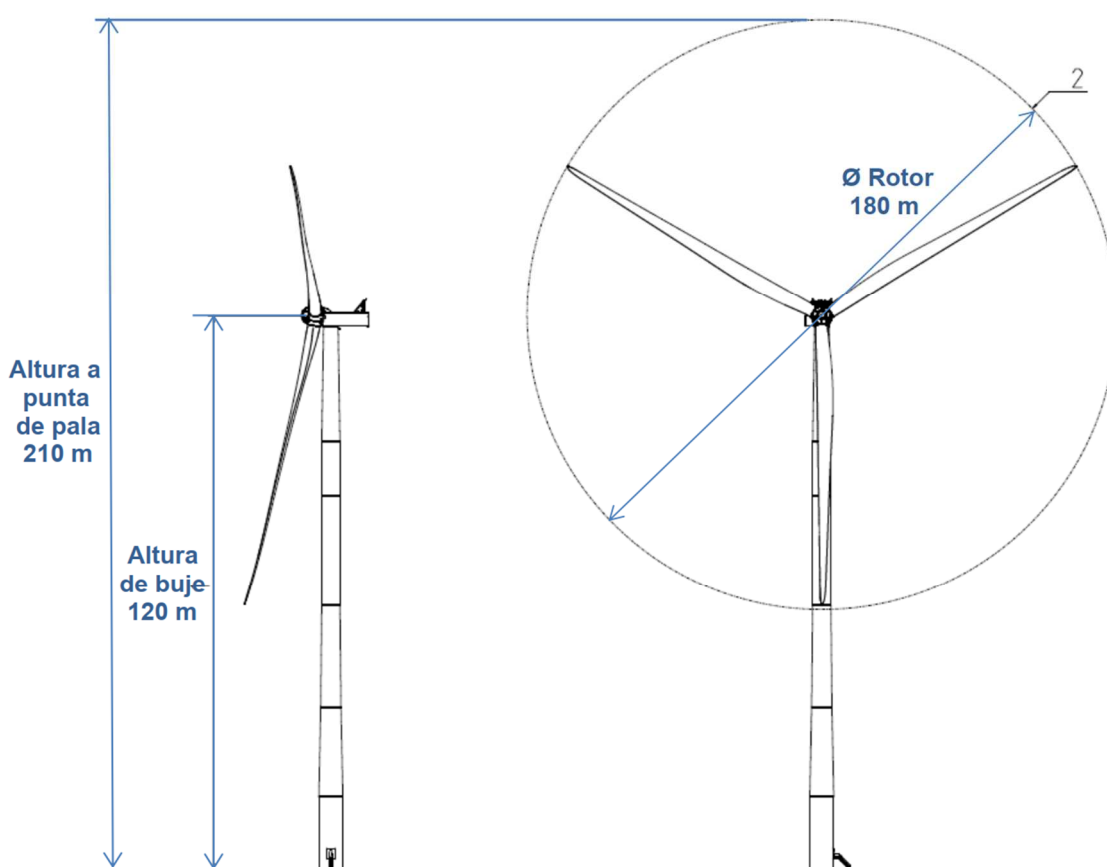
5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

De modo general, las instalaciones que requerirá el parque eólico proyectado son las siguientes:

- 5 aerogeneradores AE180, con rotor tripala situado a barlovento, de 120 m de altura de buje y 180 m de diámetro de rotor, situados en lo alto de una torre metálica de cinco tramos, cimentado sobre una zapata de hormigón armado.

Se instalarán 5 unidades de 8.000 kW de potencia nominal.

El acabado de los mismos se hará en colores de bajo impacto cromático.



- Caminos de acceso a los aerogeneradores, de uso tanto para el periodo de montaje como para toda la vida operativa de la instalación.
- Plataformas de montaje y zonas de servicio de aerogeneradores.
- Centros de Transformación con 20/0,720 kV. Cada aerogenerador dispondrá de un transformador (ubicado en su nacelle) para elevar la tensión de salida del generador hasta 20 kV, tensión a la que se realizará el transporte interior de la energía eléctrica.
- Líneas eléctricas 20 kV para canalización de la energía eléctrica producida por los aerogeneradores hasta la subestación transformadora 220/20 kV "Cabigordo". Discurrirán

enterradas en zanjas dentro de los límites del parque y, en la medida de lo posible, a lo largo de los caminos de acceso a los aerogeneradores.

- Centros de seccionamiento e interconexión de la línea eléctrica subterránea, ubicados junto a los caminos de acceso. Estos centros serán de tipo prefabricado compacto, de tipo quiosco o similar, de 3,5 x 2,52 m en planta y 3,2 m de altura, de reducido impacto visual. En su interior se ubicarán celdas de media tensión, situadas sobre un entramado metálico tipo tramex. Todas las estructuras metálicas irán conectadas a tierra.

6. INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

La red de media tensión del Parque Eólico "Cabigordo I" se conectará directamente a la Subestación Transformadora de parque, SET "Cabigordo", que conectará con la subestación transformadora del Parque Eólico "Hoyalta I", denominada SET "Hoyalta", mediante la línea aérea de evacuación a 220 kV "SET Cabigordo – SET Hoyalta". A su vez, dicha subestación "Hoyalta" se conectará con la subestación transformadora del Parque Eólico "Sierra Costera", actualmente construida y en funcionamiento, mediante una ampliación de la misma y a través de la línea aérea de evacuación a 220 kV "SET Hoyalta – SET Sierra Costera".

Las líneas eléctricas 220 kV "SET Cabigordo – SET Hoyalta" y "SET Hoyalta – SET Sierra Costera" son objeto de proyecto aparte. Ésta última LAAT 220 kV "SET Hoyalta – SET Sierra Costera" se encuentra en tramitación ante el Gobierno de Aragón bajo número de expediente IP-PC-0005/2020 de la Dirección General de Energía y Minas del Gobierno de Aragón y número de expediente TE-SP-ENE-AT-2020-001 del Servicio Provincial de Teruel del Departamento de Economía, Empleo e Industria.

La ampliación de la SET "Sierra Costera" es también objeto de proyecto aparte y se encuentra en tramitación ante el Gobierno de Aragón bajo número de expediente IP-PC-0162/2023 de la Dirección General de Energía y Minas del Gobierno de Aragón y número de expediente TE-SP-ENE-AT--2023-071 del Servicio Provincial de Teruel del Departamento de Economía, Empleo e Industria.

7. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del proyecto, desde la autorización administrativa de construcción (teniendo en cuenta que con anterioridad se deberá haber contratado el suministro de los equipos principales y avanzado en la selección de los contratistas de las obras y suministros auxiliares) será de 12 meses, y se desarrollará conforme al siguiente cronograma:

Mes nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Semana nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Contratación obras y Suministros Auxiliares												
Emisión especificaciones												
Fabricación y suministro												
Obra Civil												
Replanteos												
Caminos												
Subestación												
Excavación de Zapatas												
Hormigonado limpieza												
Ferralla, encofrado												
Hormigonado Zapatas												
Compactación Zapatas												
Apertura de zanjas												
Acondicionamiento Zanjas												
Cierre de Zanjas												
Restauración												
Montaje Aerogeneradores												
Montaje Torre y Nacelle												
Montaje eléctrico												
Montaje Palas												
Red de Media Tensión												
Acopio de materiales												
Tendido												
Conexionado												
Puesta en Marcha												
Aerogeneradores												
Red de Media Tensión												

8. ORDENACIÓN DEL PARQUE EÓLICO

8.1. ADECUACIÓN DEL PROYECTO A LA SITUACIÓN DE PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE

Todas las instalaciones proyectadas para la instalación del Parque Eólico "Cabigordo I" se situarán en terrenos clasificados como Suelo no Urbanizable.

El ayuntamiento de Corbalán carece de normativa propia vigente en materia urbanística, siendo de aplicación las Normas Subsidiarias y Complementarias de Planeamiento Municipal de la provincia de Teruel.

Por su parte, el ayuntamiento de Cedrillas sí dispone de Normas Subsidiarias Municipales y de un procedimiento de modificación para adaptación de las normas subsidiarias al Plan General de Ordenación Urbana.

8.2. SUPERFICIES OCUPADAS. USOS Y DESTINOS

Las superficies ocupadas por el Parque Eólico "Cabigordo I" son las siguientes:

- **Aerogeneradores**

La superficie ocupada por el total de los 5 aerogeneradores será de 25.743 m², correspondiente al emplazamiento de las torres y de las zonas de servicio anexas (empleadas en los trabajos de montaje y posteriores mantenimientos), incluidos los desmontes y terraplenes necesarios.

Dentro de dicha superficie se incluyen las cimentaciones de los aerogeneradores, que para cada uno de ellos consistirá en un pedestal cilíndrico de hormigón armado de 6 m de diámetro, embebido en una zapata circular de canto variable de 23,4 metros de diámetro y 3,5 m de altura.

- **Red de transporte de media tensión**

Para el transporte de energía en el interior del parque se emplearán conductores aislados, enterrados bajo zanja de 0,6 m o 0,8 m de anchura, dependiendo del nº de circuitos que albergue dicha zanja.

Se precisa un total de 6.818 metros lineales de zanja correspondientes a una superficie de ocupación de la zanja de 4.885 m². No obstante, una parte importante de la red de transporte de media tensión discurre bajo viales, quedando fuera de dicho terreno ya ocupado un total de 3.070 metros lineales de zanja, que suponen una superficie afectada de 2.205 m².

- **Centros de seccionamiento e interconexión**

Se implantarán 2 centros de seccionamiento de tipo prefabricado compacto, de 3,5 x 2,52 m en planta y 3,2 m de altura, de reducido impacto visual, instalados sobre una cimentación de 14 m². La superficie total ocupada asciende a 28 m².

- **Subestación eléctrica**

Para la evacuación de la energía eléctrica producida por los aerogeneradores mediante una línea eléctrica aérea 220 kV se precisa la construcción de una subestación eléctrica transformadora 220/20 kV a la que conectará la red subterránea de media tensión del parque eólico. La superficie total ocupada por esta subestación será de 5.822 m².

- **Caminos de Servicio**

La longitud total de los caminos de servicio de nueva construcción previstos para las tareas de montaje, operación y mantenimiento del parque será de 6.121 metros lineales. La anchura de firme de los caminos será de 6,5 m sobre la que se añade la incorporación de cunetas para el drenaje del agua de lluvia, así como los correspondientes taludes y desmontes.

La superficie total ocupada por los viales será de 56.071 m², repartida entre 39.330 m² de firme con cunetas y 16.741 m² de taludes y desmontes.

- **Zona de acopio de material**

Se explanará una superficie de 2.700 m² destinada a zona de acopio y montaje de material, así como a la ubicación de las casetas provisionales de obra. Dicha ocupación ha de considerarse, en todo caso, temporal mientras duren las obras de construcción del parque.

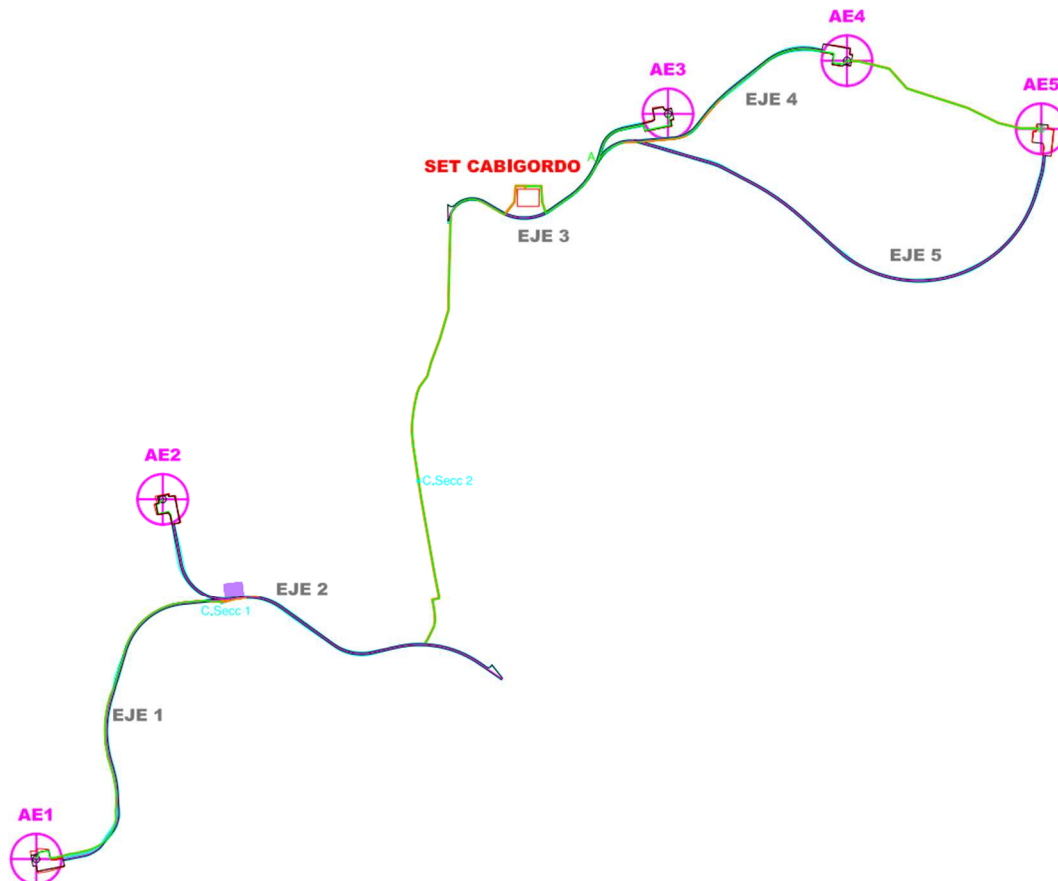
8.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

El movimiento de tierras a llevar a cabo corresponde a la obra civil por cimentaciones de los aerogeneradores, acondicionamiento y construcción de viales, plataformas de montaje de los aerogeneradores, zanjas para la red subterránea de media tensión, campa de acopio y montaje de material y construcción de la subestación eléctrica.

Los materiales obtenidos de la excavación serán posteriormente empleados en el relleno y compactado de dichas zanjas, cimentaciones y taludes, así como en la explanación de las plataformas de montaje adyacentes a los generadores, evitando si es posible el traslado de material a vertedero.

De forma general, para la ejecución de cualquiera de los puntos contemplados en la obra civil, el Contratista llevará a cabo todas las excavaciones necesarias y se hará cargo del transporte a vertederos de la tierra sobrante procedente de éstas. De la misma forma, será de su responsabilidad la retirada y acopio de tierras vegetales, así como el posterior perfilado de taludes en terraplenados y su recubrimiento mediante tierras vegetales.

Las siguientes tablas recogen los valores de movimiento de tierras previstos en cada sección del parque eólico:



P.K. INICIO	P.K. FIN	VOL.DESMONTE (m3)	VOL.TERRAPLÉN (m3)	VOL.NETO (m3)	CIMENTACIÓN (m3)	SECCIÓN
-------------	----------	-------------------	--------------------	---------------	------------------	---------

EJE 1						
0+000	1+245	9.288,65	3.923,85	5.364,80		Vial 6,5 metros
1+245	1+344,38	417,91	13.296,47	-12.878,56	600,00	Plataforma AE1
0+000	1+344,38	9.706,56	17.220,32	-7.513,76	600,00	TOTAL VOL.NETO EJE 1 (m³)
						-6.913,76

EJE 2						
0+000	1+245	471,97	17.680,99	-17.209,02		Vial 6,5 metros
1+245	1+443,93	19.138,96	2.882,13	16.256,83	600,00	Plataforma AE2
0+000	1+443,93	19.610,93	20.563,12	-952,19	600,00	TOTAL VOL.NETO EJE 2 (m³)
						-352,19

EJE 3						
0+000	0+835	3.290,87	2.536,23	754,64		Vial 6,5 metros
0+835	0+933,97	6.582,06	686,41	5.895,65	600,00	Plataforma AE3
0+000	0+933,97	9.872,93	3.222,64	6.650,29	600,00	TOTAL VOL.NETO EJE 3 (m³)
						7.250,29

P.K. INICIO	P.K. FIN	VOL.DESMONTE (m3)	VOL.TERRAPLÉN (m3)	VOL.NETO (m3)	CIMENTACIÓN (m3)	SECCIÓN
EJE 4						
0+000	0+765	8.037,63	4.593,70	3.443,93		Vial 6,5 metros
0+765	0+864,95	833,65	3.555,24	-2.721,59	600,00	Plataforma AE4
0+000	0+864,98	8.871,28	8.148,94	722,34	600,00	TOTAL VOL.NETO EJE 4 (m³)
						1.322,34
EJE 5						
0+000	1+880	10.263,52	7.645,64	2.617,88		Vial 6,5 metros
1+880	1+979,13	274,07	1.721,07	-1.447,00	600,00	Plataforma AE5
0+000	1+979,13	10.537,59	9.366,71	1.170,88	600,00	TOTAL VOL.NETO EJE 5 (m³)
						1.770,88
SET CABIGORDO						
SET		3.904,24	3.904,19	0,05		SET
VIAL		1.009,15	87,32	921,83		Vial
		4.913,39	3.991,51	921,88	0,00	TOTAL VOL.NETO SET (m³)
						921,88
CAMPA						
CAMPA		2.147,20	1.718,54	428,66		Campa
		2.147,20	1.718,54	428,66	0,00	TOTAL VOL.NETO CAMPA (m³)
						428,66

CIRCUITO		LONGITUD (m)	DIMENSIONES ZANJA (cm)	VOL.EXCAVACIÓN (m³)	VOL.RELLENO (m³)	TOTAL (m³)
INICIO	FIN					
AE1	CSecc 1	1.325,53	60x120	954,38	477,19	477,19
AE2	CSecc 1	466,67	60x120	336,00	168,00	168,00
Csecc 1	CSecc 2	1.296,58	80x120	1.659,62	622,36	1.037,26
CSecc 2	SET	1.260,54	80x120	1.613,49	605,06	1.008,43
AE5	AE4	695,66	60x120	500,88	250,44	250,44
AE4	Punto A de cruce	999,92	80x120	1.279,90	479,96	799,94
AE3	Punto A de cruce	359,60	60x120	258,91	129,46	129,46
Punto A de cruce	SET	399,77	80x120	511,71	191,89	319,82
				TOTAL VOL.NETO (m³)		4.190,53

TIERRA VEGETAL		m²	m³
Se aplica una media de 10 cm de tierra vegetal a toda la superficie del modelo generado (Área superficie 3D x 0,10m)		99.073,65	9.907,37

8.4. OBRA CIVIL

Dentro de este apartado se incluyen todas las obras que tienen por objeto acceder a las instalaciones, moverse dentro de ellas, implantar los aerogeneradores y elementos auxiliares en la zona, permitir el confort del personal trabajador, la protección de los equipos y el almacenaje de materiales.

Desde el punto de vista de la obra civil no existen problemas especiales en cuanto a las características del terreno para la realización de viales, cimentaciones, drenajes y canalizaciones.

En orden a evitar costes y problemas medioambientales, se procurará producir el mínimo movimiento de tierras en la preparación de accesos y plataformas de operación.

8.4.1. CAMINOS DE SERVICIO

Se han estudiado detenidamente las diferentes posibilidades de acceso a las instalaciones del Parque Eólico "Cabigordo I" y el trazado de los viales internos con el objeto de ejecutar la alternativa que suponga unas menores afecciones desde el punto de vista medioambiental utilizando preferentemente la red de caminos existentes. Se realizarán las labores de mejora de firmes que se estimen necesarias con el objeto de que se garantice la accesibilidad incluso en las condiciones meteorológicas más desfavorables.

Los caminos de servicio deberán permitir el paso de vehículos pesados, para transporte de equipos, y grúas de gran tonelaje, especialmente durante el periodo de construcción, y durante toda la vida del parque para la realización de las labores de operación y mantenimiento.

Se ejecutarán y/o acondicionarán caminos de servicio a pie de cada aerogenerador, de anchura de vial media de 10,5 m incluyendo cunetas de drenaje, con aporte de zahorra natural compactada al 95% P.M. El aporte de zahorra se realizará con materiales seleccionados de las excavaciones. La compactación se hará con la humedad óptima para alcanzar la densidad requerida y no se formen blandones.

La Dirección de Obra determinará, de común acuerdo con el fabricante del aerogenerador y el Contratista, la pendiente máxima de los caminos acondicionados y de nueva planta, así como de los radios mínimos de giro para el transporte de los diferentes elementos del aerogenerador.

La realización de los caminos se llevará a cabo mediante desbroce o retirada de tierras vegetales en todo su trazado, incluidos desmontes y terraplenes. Se buscarán las vertientes y cotas adecuadas para evitar el embalse de agua de lluvia y en caso necesario se construirán cunetas con el fin de canalizar el agua que escurra por las calzadas y por los taludes de la explanación.

Una vez ejecutadas todas las instalaciones del parque eólico deberán repasarse todos los caminos, compactándolos si fuera necesario de nuevo, dejándolos en condiciones óptimas de servicio. Durante la fase de instalación de las máquinas y debido a la gran circulación de maquinaria

pesada se deberán regar diariamente los caminos, de forma que no se levante polvo al paso de los vehículos.

8.4.2. EMPLAZAMIENTOS DE AEROGENERADORES Y CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los aerogeneradores consistirán en un pedestal cilíndrico de hormigón armado, con unas dimensiones de 6 m de diámetro y 0,6 m de altura, embebido en una zapata circular de 23,4 metros de diámetro y 3,5 m de altura. Zapata y pedestal se construirán en hormigón HA-30 sulfuresistente. Previo a la realización de la zapata, se extenderá una capa de hormigón de limpieza en el fondo de la excavación. En la zapata se incluirá el acceso de la red de media tensión a la torre, con tubos de 110 y 200 mm de diámetro, que irán embebidos en el propio hormigón de la zapata.

El hormigonado del pedestal se realizará mediante encofrado; se procederá al encofrado de la zapata siempre y cuando las características del terreno así lo requieran. Bajo ninguna circunstancia se realizarán labores de hormigonado por debajo de 5°C.

El hueco en el que se sitúa la zapata se rellenará con materiales procedentes de la excavación hasta el nivel superior del pedestal. El terraplenado de la zapata, en el caso de que los materiales de excavación no cumplan con la densidad requerida se realizará con aporte de zahorra que garantice, una vez compactada, una densidad mínima de 1,8 Kg/cm². El terraplenado se realizará de forma que se obtenga una rasante con pendiente hacia el exterior del aerogenerador.

Simultáneamente a la ejecución de la cimentación, embebidos en el pedestal, se colocarán los anclajes de las torres, consistente en una jaula de pernos a la que posteriormente se atornillará la base de la torre de sustentación del aerogenerador. La colocación de la jaula de pernos se hará de acuerdo a las especificaciones del fabricante de los aerogeneradores en lo referente a la verticalidad necesaria para la colocación de las torres.

En cada emplazamiento se acondicionará una plataforma estable, que permita las maniobras de camiones y grúas de gran tonelaje necesarios para realizar las labores de montaje de las máquinas. Se construirán con materiales seleccionados de las excavaciones, compactándose adecuadamente para asegurar la estabilidad de las grúas.

Las zapatas están dimensionadas para soportar el peso de los aerogeneradores y los máximos esfuerzos de vuelco y deslizamiento que puedan producirse en la base de las torres.

8.4.3. ZANJAS

8.4.3.1. ZANJAS Y TENDIDO DE CABLES

Se excavarán zanjas para la canalización tanto de la red de media tensión entre aerogeneradores y SET como del cableado de instrumentación y control.

El trazado tendrá el menor número de curvas posibles respetando los radios de curvatura mínimos de los cables eléctricos, de fibra óptica o conducciones empleadas.

Las zanjas podrán tener, en función del número de ternas que discurran por ellas, una profundidad de 1,20 m, con una anchura en su base de 0,6 m (1 terna); 1,20 m, con anchura de 0,8 m (2 ternas); 1,60 m, con anchura de 0,8 m (3 ó 4 ternas); o 1,60 m, con una anchura en su base de 1,40 m (5 ó 6 ternas).

Antes de realizar el tendido de los cables en la zanja, se procederá a su nivelado, quedando lisa y libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. A continuación, se colocará el cable de tierra y se cubrirá con una capa de arena de 10 cm.

Los cables se extenderán sobre estos 10 cm de arena formando una terna, embridados cada 1,5 m mínimo, e irán recubiertos de una capa de arena tamizada. Una vez tendidos los cables en la zanja y antes de cubrirlos con arena, se realizará un ensayo completo de aislamiento de cada uno de ellos. No se realizarán empalmes de cables en el interior de las zanjas.

En zanjas con 1 o 2 ternas, dicha capa de arena será de 30 cm y sobre ella se colocarán placas engarzables para protección mecánica y un tubo de polietileno DN 90 con doble guía pasacables (una para el tendido de los diferentes cables y otra de reserva para futuras ampliaciones), para el cableado de instrumentación y control, de forma que se mantengan protegidos respecto a los cables de media tensión. Las placas y el tubo de polietileno se recubrirán con 20 cm arena.

En zanjas con 3 o más ternas, dicha capa de arena será de 40 cm y sobre ella se extenderán las siguientes ternas siguiendo el procedimiento indicado anteriormente. Una vez tendidos los cables, se cubrirán con arena hasta obtener una capa mayor a 12 cm. Sobre esta última capa se colocarán placas engarzables para protección mecánica y un tubo de polietileno DN 90 con doble guía pasacables (una para el tendido de los diferentes cables y otra de reserva para futuras ampliaciones), para el cableado de instrumentación y control, de forma que se mantengan protegidos respecto a los cables de media tensión. Las placas y el tubo de polietileno se recubrirán con 20 cm arena.

En todos los casos, la arena que se utilice será de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 1 mm.

A 50 cm de la superficie se colocará una cinta de PVC señalizadora de la presencia de cables eléctricos. La parte superior de la zanja se rellenará con material procedente de la excavación o tierras de préstamo y se compactará. Se cuidará que esta capa esté exenta de piedras o cascotes de dimensiones mayores a 5 cm.

En aquellas zanjas donde discurran paralelamente dos ternas, se situarán a una distancia mínima de 40 cm, separadas longitudinalmente por una hilera continua vertical de ladrillos, protegiéndose cada terna con su correspondiente línea continua horizontal de ladrillos.

Se situarán hitos de localización para señalar la situación de la zanja cada 50 m y en todos los cambios de dirección.

8.4.3.2. ZANJAS EN CRUCES DE CAMINOS

En cruces de caminos se realizarán zanjas que podrán tener, en función del número de ternas que discurran por ellas, una profundidad de 1,20 m, con una anchura en su base de 0,6 m (1 terna); 1,20 m, con anchura de 0,8 m (2 ternas); 1,60 m, con anchura de 0,8 m (3 ó 4 ternas); o 1,60 m, con una anchura en su base de 1,40 m (5 ó 6 ternas). Antes de realizar el tendido de los cables en la zanja, se procederá al nivelado de la base, quedando lisa y libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. y se excavará, en un lateral de la misma, un surco de 10 cm de anchura y 10 cm de profundidad. En él se situará el cable de tierra y se cubrirá con arena tamizada.

En zanjas con 1 ó 2 ternas, se colocará una solera de 10 cm de hormigón en masa HM-20 y sobre ella, tubos de PVC DN 200, para el paso de los cables de media tensión. Dichos tubos irán hormigonados hasta una altura de 40 cm en toda la longitud del trazado de la calzada.

En zanjas con 3 o más ternas, se colocará una solera de 10 cm de hormigón en masa HM-20 y sobre ella, tubos de PVC DN 200, para el paso de los cables de media tensión. Dichos tubos irán hormigonados hasta una altura de 50 cm en toda la longitud del trazado de la calzada. Sobre esta capa de hormigón se dispondrán los tubos necesarios, de las mismas características que los anteriores, y se cubrirán con una capa de hormigón de 30 cm.

Los tubos PE DN 90 mm para cableado y control se situarán a 80 cm de la superficie, de forma que discurran por el interior del hormigonado. Se instalará en cada caso un tubo de reserva con guía pasacables.

En todos los casos, los tubos sobrepasarán los extremos del camino en 1 m, mínimo.

A 50 cm de la superficie se colocarán placas engarzables para protección mecánica. La parte superior de la zanja se rellenará con zahorra y se compactará mecánicamente hasta alcanzar una densidad del 95% P.M.

Tras finalizar la zanja se señalizará el cruce mediante un hito de hormigón a cada lado del camino.

8.4.3.3. ZANJAS EN CRUCES CON OTROS CONDUCTORES

Previo aviso a la empresa propietaria de los conductores a cruzar y habiendo acordado una fecha para la ejecución de la obra, se señalizará la zona de trabajo y se procederá a la excavación de la zanja. Dicha excavación tendrá unas dimensiones de zanjas en función del número de ternas que discurran por ellas, la anchura de la base varía entre 0,6 m (1 terna), 0,8 m (2, 3 ó 4 ternas) o 1,40 m (5 ó 6 ternas). En todos los casos la profundidad será variable en función de la cota a la que se encuentren los conductores de media tensión existentes.

En primer lugar, se realizarán catas a mano de reconocimiento, detección de los elementos que componen la zanja a cruzar y retirada de las tierras que se encuentren alrededor de los cables de media tensión, comunicaciones y puesta a tierra si los hubiera.

Una vez localizados, se continuará excavando a mano hasta alcanzar una distancia mayor o igual a 50 cm.

Partiendo de esta cota, se excavarán 50 ó 90 cm, en función del tipo de zanja, y se procederá al nivelado de la base de manera que quede lisa y libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. Se realizará un surco de 10 cm de ancho y 10 cm de profundidad en el lecho de la zanja por el que discurrirá el cable de tierra y se cubrirá con arena tamizada.

En zanjas con 1 ó 2 ternas, se colocará una solera de 10 cm de hormigón en masa HM-20 y sobre ella, tubos de PVC DN 200 por los que discurrirán los cables de media tensión. Estos tubos deben soportar un impacto de energía mínimo de 40 J y tener una resistencia a la compresión mínima de 450 N. Irán recubiertos de una capa de hormigón de 30 cm sobre la cual se instalarán los tubos PE DN 90 para comunicación y control que irán recubiertos a su vez por una capa de hormigón de 10 cm.

En zanjas con 3 o más ternas, se colocará una solera de 10 cm de hormigón en masa HM-20 y sobre ella, tubos de PVC DN 200 por los que discurrirán los cables de media tensión. Estos tubos deben soportar un impacto de energía mínimo de 40 J y tener una resistencia a la compresión mínima de 450 N. Irán recubiertos de una capa de hormigón de 50 cm, sobre la cual, se instalarán otros tubos de las mismas características, que a su vez serán cubiertos por otra capa de hormigón de 30 cm. Los tubos PE DN 90 para comunicación y control discurrirán por el interior de esta última capa de hormigón.

Se instalará en cada caso un tubo de reserva con guía pasacables. Todos los tubos sobrepasarán los extremos del cruce en 1 m como mínimo.

Encima del hormigón se extenderá una capa de material procedente de la excavación o tierras de préstamo de no menos de 10 cm de espesor. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes de dimensiones mayores a 5 cm. Sobre ella se dispondrán placas engarzables para protección mecánica. Dichas placas se cubrirán con el mismo material hasta alcanzar la cota del cable de tierra existente, el cual se cubrirá con 10 cm de arena tamizada.

La zona de ocupación de los cables de media tensión existentes se rellenará con una capa de arena tamizada.

El cable de comunicaciones y control se protegerá en función de cómo se encuentre instalado (protección de arena alrededor o entubado).

En todos los casos, la arena que se utilice será de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 1 mm.

Por último, se rellenará hasta la cota 0 con material procedente de la excavación, siguiendo los mismos criterios de calidad y se compactará hasta el 95% P.M. Asimismo, se repondrán placas engarzables y cintas señalizadoras de PVC.

Tras finalizar la zanja, se señalizará el cruce mediante un hito de hormigón.

8.5. DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS EXISTENTES Y PREVISTOS

8.5.1. ACCESOS Y CAMINOS DE SERVICIO

Al emplazamiento se accede desde la carretera provincial TE-V-8001, en sus puntos kilométricos 0+530 (margen izquierda) y 2+180 (margen derecha) desde las que se accede a los distintos aerogeneradores del parque a través de caminos de nueva construcción.

Se construirán aproximadamente 6.121 m de camino de nueva planta, que permitirán el paso de los vehículos de transporte de los equipos y grúas de gran tonelaje para el montaje.

8.5.2. OTROS SERVICIOS

La instalación del parque eólico no afectará a ningún servicio público de abastecimiento, alumbrado u otras redes de suministro.



9. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS POR LA INSTALACIÓN

9.1. RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS																						
Orden Proyecto Nº	DATOS DE LA FINCA					AFECCIÓN																
						AEROGENERADOR				LINEA SUBTERRÁNEA		CAMINOS		SET.	C. SECC	SERVIDUMBRE DE PASO PARA VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN		ZONA DE NO EDIFICABILIDAD		OCUPACIÓN TEMPORAL (m2)	OCUPACIÓN DEFINITIVA (m2)	
	REFERENCIA CATASTRAL	PGNO	PARC.	CULTIVO / APROVECHAMIENTO	TÉRMINO MUNICIPAL	Uds	Denom.	Vuelo (m2)	Plataforma (m2)	Longitud(*) (m.l.)	Superficie (m2)	Longitud (*) (m.l.)	Superficie (**) (m2)	Superficie (m2)	Superficie (m2)	Zanja RMT (m2)	Aerogenerad. (m2)	Zanja RMT (m2)	Aerogenerad. (m2)			
1	44084A003000220000QT	3	22	E- Pastos	Corbalán	2	AE1, AE2	47.006,34	10.987,63	1.904,71	1.166,40	1.655,28	15.901,54	---	14	2.491,15	47.006,34	2491,15	47.006,34	2.727,07	28.069,57	
2	44084A002090030000QP	2	9003	I- Improductivo	Corbalán	1	AE2	913,44	---	---	---	---	---	---	---	---	913,44	---	913,44	---	---	
3	44084A002000020000QW	2	2	MM- Pinar maderable	Corbalán	1	AE2	2.974,02	---	---	---	---	---	---	---	---	2.974,02	---	2.974,02	---	---	
4	44074A032000030000LR	32	3	E- Erial a Pastos	Cedrillas	---	---	---	---	777,02	621,62	621,85	6.368,91	---	---	665,05	---	665,05	---	---	6.990,53	
5	44074A033090060000LX	33	9006	VT- Vía de comunicación de dominio público	Cedrillas	---	---	---	---	---	---	5,35	42,42	---	---	32,12	---	32,12	---	---	42,42	
6	44074A033000040000LT	33	4	E- Pastos	Cedrillas	---	---	---	---	35,20	28,16	276,27	2.617,03	---	---	152,41	---	152,41	---	---	2.645,19	
7	44074A033090080000LJ	33	9008	VT- Vía de comunicación de dominio público	Cedrillas	---	---	---	---	11,89	9,51	---	---	---	---	56,17	---	56,17	---	---	9,51	
8	44074A033090040000LR	33	9004	VT- Vía de comunicación de dominio público	Cedrillas	---	---	---	---	7,65	6,12	---	---	---	---	34,12	---	34,12	---	---	6,12	
9	44074A033000030000LL	33	3	E- Pastos	Cedrillas	---	---	---	---	917,27	733,82	---	---	---	14	4.081,84	---	4081,84	---	40,51	747,82	
10	No existe referencia catastral asociada	---	---	Camino de Gayabaso	Cedrillas	---	---	---	---	11,39	9,11	---	---	---	---	52,15	---	52,15	---	---	9,11	
11	44074A001000340000LP	1	34	E- Pastos	Cedrillas	3	AE3, AE4, AE5	76.340,70	14.755,21	3.152,48	2.310,30	3.562,13	31.988,18	5.822,41	---	6.091,74	76.340,70	6091,74	76.340,70	---	54.876,10	

Se acompañan al presente proyecto de ejecución las correspondientes Separatas dirigidas a los Ayuntamientos de Corbalán y Cedrillas.

9.2. RED DE CARRETERAS

Será necesario realizar las siguientes obras en el dominio público de la carretera provincial TE-V-8001, de titularidad de la Diputación Provincial de Teruel:

- Acondicionamiento de accesos desde la carretera TE-V-8001, en sus puntos kilométricos 0+530 (margen izquierda) y 2+180 (margen derecha).
- Cruce de la carretera TE-V-8001, en el p.k. 0+880, ambas márgenes, mediante una línea subterránea de media tensión que evacua la energía generada por el parque eólico hasta la subestación eléctrica.

De acuerdo con el Reglamento general de la Ley 8/1998 de Carreteras de Aragón, la distancia del centro de cada aerogenerador a la arista exterior de la calzada no debe ser inferior a vez y media su altura. La siguiente tabla recoge el cumplimiento de esta condición para todos los aerogeneradores situados más próximos a una carretera, teniendo en cuenta sus dimensiones (120 m de altura de buje, 90 m de longitud de pala y 210 m de altura a punta de pala):

AEROG.	PROXIMIDAD A CARRETERA	DISTANCIA MÍNIMA A CARRETERA (m)	DISTANCIA REAL A CARRETERA (m)	CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO
1	A-226	315	544,1	Cumple
2	TE-V-8001	315	827,5	Cumple
3	TE-V-8001	315	734,4	Cumple

En los **Planos nº 03.00 a 03.03** se detallan las afecciones existentes.

Se acompaña al presente de proyecto de ejecución la correspondiente Separata dirigida al Servicio de Vías y Obras del Área de Infraestructuras de la Diputación Provincial de Teruel.

9.3. RED DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

En el entorno más próximo de las obras de construcción del parque eólico se encuentran los siguientes cauces, pertenecientes a la red de Dominio Público Hidráulico de la Confederación Hidrográfica del Júcar:

- Barranco de Peral.
- Barranco de Santa María.
- Barranco de la Aceitera.
- Barranco de la Quebrantada.
- Barranco de la Casilla.
- Barranco Hondo.
- Barranco de la Lagunilla.
- Barranco de Cerro Coronas.

No obstante, sólo se produce afección a la Zona de Policía del Barranco de la Lagunilla en su tramo de origen, como consecuencia del paso de la zanja para red subterránea de Media Tensión entre el centro de seccionamiento nº 2 y la SET, de anchura 0,8 m y profundidad de 1,60 m, así como por el paso del camino de nueva construcción para acceso de los transportes especiales a los aerogeneradores nº 3, 4 y 5, cuyo firme es de 6,5 m de anchura al que se añade la incorporación de cunetas para el drenaje del agua de lluvia, así como los correspondientes taludes y desmontes.

En los **Planos nº 11.00 a 11.01** se detallan los citados cauces y las afecciones existentes.

Se acompaña al presente proyecto de ejecución la correspondiente Separata dirigida a la Confederación Hidrográfica del Júcar.

9.4. MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA

Las obras de construcción del parque eólico afectarán al Monte de Utilidad Pública Nº 224 "Carrascal y Tajadal", titularidad del Ayuntamiento de Corbalán (Teruel), y al Monte de Utilidad Pública Nº 443 "Sierra Baja y Sierra Alta", titularidad del Ayuntamiento de Cedrillas (Teruel).

Concretamente, la afección al MUP-224 se genera por la implantación de la totalidad de las infraestructuras del parque eólico entre sus aerogeneradores nº 1 y 2 (cimentación y plataforma de montaje de los aerogeneradores, caminos de acceso entre aerogeneradores y zanjas para la red subterránea de media tensión), así como por la implantación de un centro de seccionamiento y de la zona temporal de acopio y montaje de material.

Por su parte, la afección al MUP-443 se produce, por la construcción de una parte del camino de acceso y de la zanja para la red subterránea desde los aerogeneradores nº 1 y 2, por la implantación de un centro de seccionamiento y de la subestación eléctrica "Cabigordo", así como por la construcción de dos accesos desde la carretera provincial TE-V-8001 a las dos alineaciones de aerogeneradores (0+530 (margen izquierda) y 2+180 (margen derecha), respectivamente). Asimismo, el MUP-443 se ve afectado por la implantación de la totalidad de las infraestructuras del parque eólico correspondientes a sus aerogeneradores nº 3 a 5 (cimentación y plataforma de montaje de los aerogeneradores, caminos de acceso entre aerogeneradores y zanjas para la red subterránea de media tensión).

En los **Planos nº 12.00 a 12.03** se muestran las citadas afecciones.

Se acompaña al presente proyecto de ejecución la correspondiente Separata dirigida al Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA).

9.5. VÍAS PECUARIAS

Dentro del perímetro de afección por las obras de construcción del parque eólico no se ha identificado ninguna Vía Pecuaria que sea afectada por la instalación, tal y como se muestra en el **Plano nº 13.00**.

9.6. REDES DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Dentro del perímetro de afección por las obras de construcción del parque eólico no se ha identificado ninguna línea eléctrica perteneciente a la red de transporte que sea afectada por la instalación.

Sí se identifica dentro de dicho perímetro una línea eléctrica perteneciente a la red de distribución; concretamente una línea eléctrica aérea MT 20 kV, titularidad de EDISTRIBUCIÓN redes digitales, S.L.U.

No existe ninguna afección a la línea por vuelo de las palas de los aerogeneradores, plataformas de montaje o cimentaciones. La afección se produce por el paso bajo la línea de:

- Camino de acceso a los aerogeneradores nº 1 y 2, entre apoyos de la línea situados en coordenadas (676.280, 4.479.068) y (676.320, 4.479.126).
- Zanja de la red subterránea de media tensión que discurre bajo el camino de acceso a los aerogeneradores nº 1 y 2 entre idénticos apoyos de la línea.
- Zanja de la red subterránea de media tensión entre el centro de seccionamiento nº 2 y la subestación eléctrica "Cabigordo", entre apoyos de la línea situados en coordenadas (676.513, 4.479.838) y (676.618, 4.479.941).
- Camino de acceso a los aerogeneradores nº 3, 4 y 5, entre apoyos de la línea situados en coordenadas (676.707, 4.480.476) y (676.703, 4.480.613).
- Zanja de la red subterránea de media tensión que discurre bajo el camino de acceso a los aerogeneradores nº 3, 4 y 5 entre idénticos apoyos de la línea.

El aerogenerador nº 1 es el más cercano a dicha línea eléctrica y su centro se localiza a una distancia de 411 m.

En los **Planos nº 14.00 a 14.03** se detallan las afecciones existentes.

Se acompaña al presente proyecto de ejecución la correspondiente Separata dirigida a EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U.

9.7. TELECOMUNICACIONES Y REDES DE DIFUSIÓN AUDIOVISUAL

Se acompaña al presente proyecto de ejecución la Separata dirigida a Retevisión I, S.A. a los efectos de que éste determine si existe cualquier tipo de afección sobre telecomunicaciones o redes de difusión audiovisual y emita, si procede, el correspondiente condicionado.

9.8. SERVIDUMBRES AERONÁUTICAS

El parque eólico no se encuentra en zona afectada por servidumbres de aeródromo militares, pero sí se localiza dentro del área de influencia del aeropuerto de Teruel.

Realizado un informe de Análisis del Impacto Aeronáutico, se ha comprobado que los aerogeneradores del parque eólico "Cabigordo I" no vulneran las servidumbres aeronáuticas del aeropuerto de Teruel, ni de aeródromos cercanos como el Aeródromo municipal de Torremocha del Jiloca o el Helipuerto Teruel Forestal Blancos del Coscojar. Asimismo, el análisis de los procedimientos de vuelo publicados permite asegurar que el parque eólico no compromete la seguridad, ni afecta en modo significativo la regularidad de las operaciones de aeronaves.

Se acompaña al presente proyecto de ejecución el informe de Análisis de Impacto Aeronáutico y la correspondiente Separata dirigida a la Agencia Aeronáutica de Seguridad Aérea (AESA).

10. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se ejecutarán las siguientes instalaciones eléctricas del Parque:

- Centros de Transformación MT/BT, ubicados en el interior de los aerogeneradores.
- Red de Media Tensión.

10.1. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN MT/BT

Encargados de la evacuación de la energía producida por los aerogeneradores, ubicados en el interior de los mismos, incluyen:

- Transformadores trifásicos para servicio continuo, instalación interior. Ubicados en las nacelles de los aerogeneradores.
 - Celdas de protección, ubicadas en la parte inferior de la torre del aerogenerador.
- Se distinguen diferentes tipos de media tensión dependiendo de la posición que ocupa el aerogenerador dentro del circuito de interconexión de varios aerogeneradores:
- a) Tipo INTERMEDIA (1A+1L+0L): Para aerogeneradores con posición intermedia, con funciones de remonte (0L), protección de línea (1L) y protección de transformador (1A).
 - b) Tipo CONFLUENCIA (1A+2L+0L): Para aerogeneradores con posición intermedia, con funciones de remonte (0L), protección de línea (2L) y protección de transformador (1A).
 - c) Tipo FINAL DE LÍNEA (1A+0L): Para aerogeneradores situados en extremo de línea, con funciones de remonte (0L) y protección de transformador (1A).
- Puesta a tierra de la instalación.

10.1.1. TRANSFORMADORES 20/0,720 kV

Tipo de transformador Seco, de resina fundida
 Diseño básico 3 fases, 3 columnas, 2 devanados por fase
 Estándares aplicados IEC 60076-1, IEC60076-16, IEC 61936-1,
reglamento de la comisión nº 548/2014 y nº 1783/2019.
 Método de refrigeración KF/WF
 Potencia nominal aparente..... 8.420 kVA
 Líquido aislante..... Ester natural, biodegradable, clase K
 Punto de ignición >300°C
 Sistema de expansión Sellado
 Voltaje nominal, lado de generador
 Um 1,1kV 0.72 kV
 Voltaje nominal, lado de red.....
 Um 24,0kV20,0 - 22,0 kV
 Um 36,0kV22,1 - 33,0 kV
 Um 40,5kV33,1 - 36,0 kV
 Nivel de aislamiento AC/LI/LIC.....
 Um 1,1kV3 / - / - kV

Um 24,0kV	50 / 125 / 138 kV
Um 36,0kV	70 / 170 / 187 kV
Um 40,5kV	80 / 200 / 220 kV
Cambiador de tomas	2±2 x 2,5%
Grupo vectorial	Dyn11
Corriente sin carga	≈0,25%
Secuencia positiva-impedancia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	9,9%
Secuencia positiva-resistencia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	≈0,9%
Secuencia cero-impedancia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	≈9,4%
Secuencia cero-resistencia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	≈0,9%
Potencia reactiva sin carga	≈21 kVAr
Potencia reactiva a plena carga	≈882 kVAr
Intensidad pico de arranque	4-8 x $\hat{I}_n$ A
Tiempo de media cresta	≈0,5 s
Nivel de potencia de sonido	≤80 dB (A)
Clases de aislamiento	120 (E) / 130 (B)
Aumento de la temperatura media a máxima altitud	
Clase 120 (E)	≤65 K
Clase 130 (B)	≤75 K
Máxima altitud	2.000 m
Clase de resistencia a corrosión	C3
Peso	≤15.000 kg
Protección frente a sobretensiones	Pararrayos en terminales, lado alta tensión

- Accesorios:

Placa de características.

Pernos de elevación.

Orificios de arrastre.

Tomas para puesta a tierra.

Pletinas de conmutación de las tomas de regulación en vacío.

Seis sondas PT-100 con central electrónica T-154 y caja de bornas, con memoria de máxima T^a y contactos de alarma y disparo por alta temperatura. La central se conectará a una bobina de disparo colocada en la celda de protección mediante conductor RV-K 0,6/1kV 3x1,5 mm², tendido sobre bandeja.

Ventiladores.

- Ensayos de rutina según UNE 20101/CEI-76:
 - Medida de la resistencia de aislamiento de los arrollamientos.
 - Medida de la relación de transformación y grupo de conexión.
 - Medida de la tensión de cortocircuito.
 - Medida de las pérdidas debidas a carga.
 - Medida de las pérdidas y de la corriente en vacío.
 - Ensayos dieléctricos de tensión aplicada y tensión inducida.
 - Medida de descargas parciales.
- Ensayos especiales (aplicables a 1 transformador por cada serie de fabricación):
 - Impulso tipo rayo.
 - Ensayo de calentamiento.
 - Nivel de ruido.

10.1.2. CELDAS DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR / CONEXIÓN A RED DE MT

Celdas de 24 kV de aislamiento en SF6, con funciones de remonte (0L), línea (1L ó 2L) y protección de transformador (A) en configuraciones modulares o compactas, equipadas con interruptores automáticos.

Tensión asignada	24 kV
Aislamiento	SF6
Temperatura ambiente (Max / Min)	40°C / -5°C
Niveles de aislamiento a tierra y entre fases	
Frecuencia Industrial (50 Hz 1 min)	50 kV
Impulso tipo rayo 1,2/50 µs	125 kV
Niveles de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento	
Frecuencia Industrial (50 Hz 1 min)	60 kV
Impulso tipo rayo 1,2/50 µs	145 kV
Intensidad nominal de embarrado	630 A
Intensidad nominal de salida de línea (L)	630 A
Intensidad nominal de salida de protección (A)	630 A
Capacidad de ruptura	20 kA
Capacidad de cierre	50 kA cresta
Intensidad admisible de corta duración (1 s, valor eficaz)	20 kA

- Accesorios

Transformadores de Intensidad toroidales.

Relé de sobre intensidad (50/51 50/51N).

Palanca(s) de accionamiento.

1 lámpara señalizadora de presencia de tensión en cada posición.

Manómetro.

Válvula para conexión de comprobador de rigidez dieléctrica.

Enclavamiento mecánico por cerradura: llave libre con puesta a tierra de posición de protección cerrada.

- Las funciones de línea (1L o 2L) estarán equipadas con interruptor-seccionador bajo carga de tres posiciones (conectado-desconectado-puesto a tierra), de accionamiento mediante palanca extraíble por resorte.
- Las posiciones de protección (A) estarán equipadas con interruptor automático y un seccionador de tres posiciones (conectado-desconectado-puesto a tierra), de accionamiento mediante palanca extraíble por resorte.

- Las posiciones de remonte (0L) no dispondrán de ningún elemento de corte.
- La puesta a tierra de los interruptores-seccionadores de línea (1L y 2L) estará enclavada con el acceso al compartimento de los conectores de línea. La puesta a tierra de los interruptores-seccionadores estará enclavada con el acceso al compartimento del interruptor automático. Se dispondrá un enclavamiento mecánico por cerradura de forma que al poner a tierra los seccionadores del centro de transformación se libere una llave a emplear en el recinto del transformador de distribución. Del mismo modo no será posible retirar la puesta a tierra de los seccionadores hasta que no se vuelva a depositar la llave.
- La entrada y salida de cables en las posiciones de línea y remonte se realizará mediante conectores atornillables apantallados. La conexión de cables a la posición de protección se realizará mediante conectores enchufables (el cableado de potencia entre el transformador 20/0'69 KV y la posición de protección se realizará mediante un cable RHZ1 12/20KV 3x70 / 70 mm²). La conexión de cables en la posición de remonte podrá hacerse de forma frontal, o de forma lateral directamente al embarrado siempre y cuando esté protegida por cajón lateral que impida el acceso a los terminales.
- Las variantes que se emplearán en la red de media tensión serán las siguientes:

0L + 1A.

0L + 1L + 1A.

0L + 2L + 1A.

10.1.3. PUESTA A TIERRA

La toma de tierra de cada aerogenerador se realizará en forma de anillo cerrado que estará colocado en la cimentación por debajo de la capa aislante más profunda. Su dimensión y ejecución ha de estar de acuerdo a la reglamentación y directrices vigentes teniendo en cuenta que ha de estar prevista la conexión de las protecciones contra rayos y sobretensiones y del neutro del transformador de acuerdo al reglamento de centros de transformación. El anillo de tierra se unirá a las armaduras de la cimentación y a la torre del aerogenerador mediante unión soldada o atornillada. Los materiales han de ser inmunes a la corrosión y las uniones deberán estar debidamente protegidas para evitar su degradación.

El anillo de tierra se interconectará a la malla de tierra principal mediante conductor de cobre desnudo de 70 mm² de sección, tendido en la misma zanja que conduce los cables de potencia.

A esta malla de tierra de protección se conectarán todas las partes metálicas de la instalación de 20 kV que no estén normalmente en tensión.

Se conectarán a la tierra de servicio, mediante un electrodo de puesta a tierra los siguientes servicios:

- El neutro del transformador de tierra (en la celda de 20 kV).
- Las autoválvulas de protección de los alternadores de 20 kV.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra de las cabinas de 20 kV.

Internamente, en cada aerogenerador debe establecerse la unión equipotencial de todas las masas. Para ello debe utilizarse una barra equipotencial como punto colector central para la conexión de todos los cables de puesta a tierra. En la barra equipotencial estará unido el anillo de tierra del propio aerogenerador y la conexión equipotencial de las tierras de los aerogeneradores contiguos. Estas conexiones serán de forma que puedan ser seccionables fácilmente para inspecciones de mantenimiento.

10.2. RED DE INTERCONEXIÓN DE MT

La interconexión de los Centros de Transformación MT/BT de todos y cada uno de los aerogeneradores con la Subestación Transformadora, se realizará mediante cable unipolar de aislamiento seco tipo HEPR 12/20 kV de Aluminio y Cobre, alojados en zanjas de 1,20 y 1,60 m de profundidad.

Los cables seleccionados para media tensión satisfarán la Norma UNE 21123 relativa a "Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV", que se corresponde con la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 502.

- Los cables se tenderán directamente sobre el lecho de arena formando una terna, embridada cada 1,5 m mínimo.
- No se admitirán empalmes entre conductores.
- Los terminales conservarán las características físicas del cable al que se apliquen, elaborándose con materiales similares a los utilizados en su fabricación, recomendándose la utilización de materiales suministrados por el fabricante del cable.
- Las pantallas de los cables se pondrán a tierra en uno de sus extremos.

10.2.1. DIMENSIONADO DE LÍNEAS

Para determinar las secciones de los cables se realizará un cálculo basándose en cuatro consideraciones:

- Caída de tensión en la línea.
- Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
- Efecto corona.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.

10.2.1.1. DETERMINACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN LA LÍNEA

Se calcula la caída de tensión de cada tramo (ΔU , en V), considerando la intensidad máxima que puede circular en régimen permanente por él, según la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot \cos \phi \cdot (R' + X' \tan \phi)$$

donde:

- I_n : Intensidad nominal máxima en régimen permanente, en A.
- L : Longitud del tramo considerado, en m.
- R' : Resistencia efectiva del cable, en Ω/m .
- X' : Reactancia del cable, en Ω/m .
- $\cos \phi$: Factor de potencia.

El factor de potencia en el lado de red del aerogenerador es 1 y, por tanto:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot L \cdot R'$$

También se calcula la caída de tensión en cada tramo en porcentaje:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100$$

Por último, se calcula la caída de tensión máxima en la instalación para cada circuito, desde el aerogenerador más lejano hasta el embarrado de 20 kV del transformador 220/20 kV de la subestación, sumando las caídas de los tramos correspondientes, y se comprueba que se cumpla la siguiente relación: $\Delta U_{\max} < 5\%$.

10.2.1.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE

La sección se determina de acuerdo a las Normas UNE 21144 e IEC 287, en base a la intensidad máxima admisible por calentamiento.

En primer lugar, se calcula la corriente máxima permanente que el cable va a transportar (I_n , en A), la cual viene dada por:

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

Donde:

- $U_n = 20$ kV, Tensión nominal en la red.
- $\cos \varphi = 0.95$, Factor de potencia resultante en el lado de red del aerogenerador.
- P = Potencia máxima a transportar en el tramo de línea considerado, en kW.

A partir de I_n y de las tablas pertinentes especificadas en las Normas anteriormente mencionadas, seleccionamos la sección del cable, de forma que la intensidad máxima en régimen permanente admitida por dicha sección ($I_{\max}$) sea superior a I_n , es decir, debe cumplirse.

$$I_n / I_{\max} < 1$$

La tensión máxima admisible por el cable deberá ser modificada por los coeficientes correctores que por agrupación de ternas de cables o características de la instalación (enterrada o al aire) le sean de aplicación.

10.2.1.3. CONEXIÓN CELDAS 20 KV SUBESTACIÓN – TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Para el tramo que conecta las celdas de media tensión de la subestación con el transformador 220/20 KV se considera:

- Conductores de cobre HEPR
- Tensión nominal 12/20 kV
- Tª máxima de trabajo de los cables = 105 °C.
- Ternas de cables unipolares, en contacto entre sí y con la pared, agrupadas sobre el suelo de una galería (se considera bandeja continua donde la circulación del aire es restringida).
- Tª del aire del ambiente = 40 °C.

Estas condiciones obligan a la introducción de un factor de corrección en el valor de I_{max} , siguiendo las especificaciones de la siguiente tabla:

Número de bandejas	Número de cables o ternas				
	2	3	4	6	9
	Factor de corrección				
1	0'84	0'80	0'78	0'75	0'73
2	0'80	0'76	0'74	0'71	0'69
3	0'78	0'74	0'72	0'70	0'68
6	0'76	0'72	0'70	0'68	0'66

Tabla 1. Factores de corrección de I_{max} para ternas de cables agrupados, con circulación del aire restringida.

Consideraremos tendidos de tres cables por fase de sección 400 mm² Cu. La intensidad máxima admisible en un cable de estas características es de 745 A; considerando un coeficiente reductor conservador de 0,75 por tendido de múltiples cables en galería. No se considerará ningún coeficiente de simultaneidad en la energía que se vierte a la red.

$$I_{max} = 745 \cdot 0'75 = 559A$$

$$I_n = \frac{1}{3} \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{1}{3} \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0.95} = 507,04A$$

De forma que se cumple: $I_n/I_{max} < 1$

10.2.1.4. CONEXIÓN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN MT/BT – SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

Para el tramo que conecta las celdas de media tensión de los centros de transformación de los aerogeneradores con las celdas colectoras de 20KV de subestación se considera:

- Conductores de cobre y/o aluminio HEPR.
- Tensión nominal 12/20 kV.
- T^a máxima de trabajo de los cables = 105 °C.
- Ternas de cables unipolares, agrupados, enterrados a 1,10 m para 1 o 2 ternas agrupadas, 1,50 m de profundidad para más de 2 ternas agrupadas.
- T^a del terreno = 15 °C.
- Resistividad térmica del terreno = 2,25 K·m/W.
- Factor de potencia, $\cos\phi = 0,95$.

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible de los cables se ha de considerar la aplicación de diferentes factores de corrección de acuerdo a las siguientes tablas:

1) Corrección por profundidad de enterramiento de los cables:

	Profundidad de instalación (cm)				
	80	100	125	150	175
Coeficiente de corrección	1'03	1'00	0'98	0'96	0'94

Tabla 16: Factores de corrección de cables enterrados en zanja a distintas profundidades.

En el presente caso, con cables enterrados a 1,10 m de profundidad se aplicará un coeficiente de corrección de 0,992 y con cables enterrados a 1,50 m de profundidad se aplicará un coeficiente de corrección de 0,96.

2) Corrección por nº de ternas agrupadas bajo tierra:

En aquellos tramos subterráneos en los que se utilizase más de una terna de cables unipolares, éstas se instalarán con una separación mínima de 40 cm. En cuyo caso se aplicará un coeficiente de corrección sobre el valor de I_{max} , según la siguiente tabla:

Clase de tendido	Número de ternas en la zanja								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Directamente enterrados	Factor de corrección								
Separados 40 cm aprox.									
En contacto									
	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42

Tabla 17: Factores de corrección de I_{max} para ternas de cables agrupados bajo tierra.

3) Corrección por temperatura:

Temperatura de servicio (°C)	Temperatura (°C)							
	10	15	20	25	30	35	40	45
	Factor de corrección							
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87

Tabla 18: Factores de corrección de I_{max} con temperatura del terreno distinta de 25°C.

En el presente caso, se considerará una temperatura de 15°C.

4) Corrección por resistividad térmica del terreno:

Sección del conductor (mm²)	Resistividad térmica del terreno (K·m/W)						
	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
	Factor de corrección						
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73

Tabla 19: Factores de corrección de I_{max} por resistividad térmica diferente a 1,5 K·m/w.

En el presente caso, se considerarán cables directamente enterrados con secciones de conductor entre 150 y 400 mm² y resistividad térmica del terreno de 2, por lo que se aplicará un coeficiente de corrección de 0,88.

La aplicación del conjunto de los factores de corrección anteriores sobre la intensidad máxima admisible de los cables, dará lugar a un valor corregido I_{max}^* para cada uno de los tramos de tendido,

Como norma de diseño, en todos los tramos de tendido deberá cumplirse: $I_n/I_{max}^* < 1$.

10.2.1.5. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO

Para verificar si las secciones elegidas son suficientes para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de ésta (I_{cc} , en amperios) y su duración (t , en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I_{cc}\sqrt{t} \leq K \cdot S$$

Donde:

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al principio y final del cortocircuito.

S = Sección en mm^2 del conductor.

Suponiendo que los conductores parten de la situación de máxima temperatura en servicio (105°C) y alcanzan, al final del cortocircuito la máxima admisible (250°C), podemos considerar el valor de K aproximadamente igual a 135 y 85 según se trate de cables de cobre o aluminio respectivamente.

Todas las corrientes de cortocircuito se despejarán en tiempos menores de 0,1s; suponiendo la peor situación que pueda darse, para la mayor corriente de cortocircuito a considerar (25.000 A) y para la más desfavorable de las secciones empleadas ($150 \text{ mm}^2 \text{ Al}$), puede comprobarse que la relación antes indicada se cumple satisfactoriamente:

$$25.000 \cdot \sqrt{0,1} = 7.905 \ll 85 \times 150 = 12.750$$

10.2.1.6. TABLA DE TENDIDO RED DE MEDIA TENSIÓN

A continuación, se presentan las tablas resumen donde se indican las secciones de cable que se tenderán entre cada aerogenerador y entre estos y la Subestación Transformadora, con el resumen de cálculos reseñados en los apartados anteriores referentes a intensidad máxima admisible y máxima caída de tensión.

Potencia Máxima a evacuar por generador: 8.000 kW

Características de los cables

Tipo cable	Material	Secc. (mm2)	I _{max} (A)	R' (Ω/km)	X' (Ω/km)
HEPR 12/20	AL	150	275	0,262	0,110
HEPR 12/20	AL	240	365	0,161	0,102
HEPR 12/20	AL	400	470	0,102	0,096
HEPR 12/20	CU	400 (*)	840	0,062	0,096

Explicación de la tabla:

Pot (kW)	Potencia que transporta el tramo indicado, teniendo en cuenta las pérdidas en anteriores tramos
Long. (m)	Longitud del tramo
C/Fase	Nº de cables conductores por fase
Secc (mm2)	Sección proyectada para el tramo
MAT	AL = Aluminio / CU = Cobre
I _n (A)	Intensidad nominal máxima a circular
I _{max} (A)	Intensidad máxima admisible para la sección proyectada
I _n /I _{max}	Relación entre intensidad nominal e intensidad máxima admisible
Pérdidas (W)	Pérdidas de transporte en el tramo considerado, en W
Pérdidas (%)	Pérdidas de transporte en el tramo considerado, en %
ΔU (V)	Caída de tensión en el tramo considerado, en V
ΔU (%)	Caída de tensión en el tramo considerado, en %

Circuito 1: Aerogeneradores 1 y 2

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I _n (A)	I _{max} (A)	I _n /I _{max}	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
AE1 - C.S1	8.000	1409	2	150	AL	263,2	550	0,65	38.358	0,479%	91,13	0,47%
AE2 - C.S1	8.000	536	1	240	AL	263,2	308,4	0,85	17.926	0,224%	46,25	0,24%
C.S1 - C.S2	16.000	1380	2	400	AL	526,4	940	0,77	58.516	0,366%	84,10	0,43%
C.S2 - SET	16.000	1353	2	400	AL	526,4	940	0,77	57.333	0,358%	82,40	0,42%
Σ									172.133	1,428%	303,9	1,56%

Circuito 2: Aerogenerador 3

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I _n (A)	I _{max} (A)	I _n /I _{max}	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
AE3 - SET	8.000	842	1	240	AL	263,2	365	0,84	28.167	0,352%	72,68	0,37%
Σ									28.167	0,352%	72,7	0,37%

Circuito 3: Aerogeneradores 4 a 5

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I _n (A)	I _{max} (A)	I _n /I _{max}	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
AE5 - AE4	8.000	763	1	240	AL	263,2	365	0,84	25.539	0,319%	65,90	0,34%
AE4 - SET	16.000	1495	2	400	AL	526,4	940	0,77	63.372	0,396%	91,08	0,47%
Σ									88.911	0,715%	157,0	0,80%



PARQUE EÓLICO "CABIGORDO" 40 MW
TÉRMINOS MUNICIPALES DE CORBALÁN (TERUEL)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0001717

JAVIER DEL PICO AZNAR

VISADO Nº. : VD04104-24A

DE FECHA : 01/10/2024

E-VISADO

Circuito 4: SET - TRAF

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I _n (A)	I _{max} (A)	I _n /I _{max}	Pérdidas (w)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
SET - TRAF	40.000	45	3	400	AL	1.316	2.520	0,74	7.948	0,020%	4,6	0,02%
Σ									7.948	0,020%	4,6	0,02%

Potencia Máxima a evacuar por generador: 8.000 kW

Características de los cables

Tipo cable	Material	Secc. (mm2)	I _{max} (A)	R' (Ω/km)	X' (Ω/km)
HEPR 12/20	AL	150	275	0,262	0,110
HEPR 12/20	AL	240	365	0,161	0,102
HEPR 12/20	AL	400	470	0,102	0,096
HEPR 12/20	CU	400 (*)	840	0,062	0,096

Explicación de la tabla:

Pot (kW)	Potencia que transporta el tramo indicado, teniendo en cuenta las pérdidas en anteriores tramos
Long. (m)	Longitud del tramo
C/Fase	Nº de cables conductores por fase
Secc (mm2)	Sección proyectada para el tramo
MAT	AL = Aluminio / CU = Cobre
I _n (A)	Intensidad nominal máxima a circular
I _{max} (A)	Intensidad máxima admisible para la sección proyectada
I _n /I _{max}	Relación entre intensidad nominal e intensidad máxima admisible
Pérdidas (W)	Pérdidas de transporte en el tramo considerado, en W
Pérdidas (%)	Pérdidas de transporte en el tramo considerado, en %
ΔU (V)	Caída de tensión en el tramo considerado, en V
ΔU (%)	Caída de tensión en el tramo considerado, en %

Máxima caída de tensión: 1 y 2 - SET - TRAF

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I _n (A)	I _{max} (A)	I _n /I _{max}	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
AE1 - C.S1	8.000	1409	2	150	AL	263,2	550	0,65	38.358	0,479%	91,13	0,47%
AE2 - C.S1	8.000	536	1	240	AL	263,2	308,4	0,85	17.926	0,224%	46,25	0,24%
C.S1 - C.S2	16.000	1380	2	400	AL	526,4	940	0,77	58.516	0,366%	84,10	0,43%
C.S2 - SET	16.000	1353	2	400	AL	526,4	940	0,77	57.333	0,358%	82,40	0,42%
SET - TRAF	40.000	45	3	400	AL	1315,9	2520	0,74	7.948	0,020%	4,57	0,02%
Σ									180.081	1,447%	308,5	1,58%

10.2.2. ESTUDIO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

10.2.2.1. MODELO DE LA INSTALACIÓN

Se despreciarán las impedancias de la línea aérea de alta tensión de evacuación del parque, modelándose la red como una potencia de cortocircuito. De la misma forma, se despreciarán las impedancias de los juegos de barras y de todas las líneas de 20 kV ya que su pequeño valor hace que apenas influyan en los resultados finales ya que pueden estimarse diferencias menores del 5% para cálculos en cortocircuitos a 20 kV y menores al 1% en cálculos en baja tensión. En cualquier caso, el hecho de despreciar todos los elementos mencionados, aumentará el margen de seguridad del cálculo.

De esta forma, se puede considerar el parque eólico como un conjunto de 5 aerogeneradores (cada uno con su correspondiente transformador 20/0'72 kV) en paralelo, conectados en serie con el transformador 220/20 kV y en serie con la línea de evacuación del parque.

Cada elemento se reducirá a una impedancia equivalente referida al lado de media tensión (20 kV), calculándose posteriormente la impedancia equivalente del sistema en su conjunto, válida para cortocircuitos producidos en cualquier punto de la instalación.

Se ha de reseñar que para el cálculo de la impedancia del generador se tomarán los valores de su modelado como máquina asíncrona.

Para realizar el estudio se utilizará el método de cálculo recomendado por la UNE EN 60909, aplicable a redes eléctricas cuya tensión de servicio sea inferior a 230 kV. Se supondrá en todos los casos cortocircuito trifásico, por ser el que presenta un requerimiento mayor de las prestaciones de los interruptores a instalar.

10.2.2.2. DETERMINACIÓN DE IMPEDANCIAS

- **Impedancia de red:**

Los datos de partida necesarios para los cálculos son:

Potencia de cortocircuito de la red → $P_{CC} = 4.057 \text{ MVA}$

Tensión nominal de la red → $U_{RED} = 220 \text{ kV}$

Tensión nominal del parque → $U_{RMT} = 20 \text{ kV}$

Frecuencia → $f = 50 \text{ Hz}$

La impedancia, resistencia y reactancia equivalentes de la red se calcularán según las siguientes expresiones:

$$Z_{RED} = \frac{U_{RED}^2}{P_{cc}}$$

$$R_{RED} = 0,1 \cdot X_{RED}$$

$$X_{RED} = 0,995 \cdot Z_{RED}$$

Con el fin de poder operar con las diferentes impedancias y crear de ese modo un modelo general del parque, se referirán todas las impedancias a la tensión de 20 kV. Para obtener los valores referidos a 20 kV de los ya obtenidos para la tensión de la red se utilizará la siguiente expresión, según el apartado 3.2 de la UNE EN 60909:

$$Z_{RED_20kV} = \left(\frac{U_{RMT}}{U_{RED}} \right)^2 \cdot Z_{RED}$$

- **Impedancia del transformador de potencia de la subestación:**

El circuito de secuencia directa del transformador se ha supuesto siempre con el modelo de impedancia serie correspondiente a la tensión de cortocircuito, despreciando el efecto de la rama magnetizante, dado que por su elevado valor la corriente que se absorbe por ella no es significativa (equivale a suponer corrientes de vacío nulas).

Los datos necesarios para hallar las impedancias se exponen a continuación. Se ha de reseñar que para los cálculos se utilizará la potencia asignada con ventilación natural (ONAN), ya que el transformador, constructivamente, está diseñado para dicha potencia. En cuanto al factor de tensión "C", se escogerá el relativo al cálculo de la máxima intensidad de cortocircuito de la norma UNE EN 60909 y de la CEI 909.

Tensión de cortocircuito → $U_{CC} = 12,50 \%$

Potencia asignada → $S_n = 50 \text{ MVA ONAN} / 60 \text{ MVA ONAF}$

- Tensión secundaria $\rightarrow U_{SEC} = 20 \text{ kV}$
- Pérdidas del transformador $\rightarrow \Delta P_{TR} = 0.5\% \text{ de } S_n \text{ (kW)}$
- Corriente secundaria asignada $\rightarrow I_{SEC} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{RMT}} \text{ (A)}$
- Factor "C" $\rightarrow C = 1,10$

La impedancia, resistencia y reactancia equivalentes del transformador se calcularán según las siguientes expresiones:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC} \cdot U_{RMT}^2}{S_n}$$

$$R_{TR} = \frac{\Delta P_{TR}}{3 \cdot I_{SEC}^2}$$

$$X_{TR} = \sqrt{Z_{TR}^2 - R_{TR}^2}$$

De forma análoga al caso anterior, se deben calcular las impedancias equivalentes referidas a la tensión de la red interna del parque. Según el apartado 3.3.1 de la norma UNE EN 60909, en el caso de los transformadores la conversión se realiza multiplicando las impedancias obtenidas por el factor K_{TS} , que según el apartado 3.3.3 de la misma norma se define según la siguiente expresión:

$$K_{TR} = \frac{0,95 \cdot C}{1 + \frac{0,6 \cdot X_{TR}}{\frac{V_{SEC}^2}{S_n}}}$$

$$Z_{TR_20kV} = K_{TR} \cdot Z_{TR}$$

- **Equivalente de Red y transformador de potencia referido a 20 kV:**

La impedancia equivalente del sistema integrado por la red eléctrica externa y el transformador de potencia de la subestación es la suma de las dos impedancias correspondientes, ya que se encuentran situadas en serie. Para el posterior uso de la impedancia se hallará su valor en coordenadas polares, distinguiendo entre el módulo del vector y su ángulo o fase, expresado en grados. A continuación, se indican las ecuaciones correspondientes, incluyendo las relativas al paso de coordenadas cartesianas a coordenadas polares.

$$R_{R+T} = R_{RED} + R_{TR}$$

$$X_{R+T} = X_{RED} + X_{TR}$$

$$|Z_{R+T}| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\alpha(Z_{R+T}) = \arctg\left(\frac{X_{R+T}}{R_{R+T}}\right)$$

• **Impedancia del generador (equivalente en M.T.):**

Como ya se ha mencionado, se utilizarán los valores de modelado del generador como máquina asíncrona, ya que es del tipo asíncrono doblemente alimentado. Los datos de partida necesarios para los cálculos se exponen a continuación. En el caso del coeficiente KG y según el apartado 4.7 de la UNE EN 60909, se escogerá el valor para un motor en baja tensión con cables de conexión. En cuanto a la corriente estatórica, se escogerá aquella correspondiente a la saturación del circuito magnético del generador.

Tensión base de la reactancia	→ $U_G = 0,72 \text{ kV}$
Potencia base de la reactancia	→ $R_G = 8 \text{ MVA}$
K_G	→ $K_G = 1,3$
Corriente estatórica a rotor bloqueado	→ $I_{lr} = 19.500 \text{ A}$
Corriente estatórica asignada	→ $I_{rG} = 2.580 \text{ A}$
Factor "C"	→ $C = 1,10$
Frecuencia	→ $f = 50 \text{ Hz}$
Duración de la corriente de corto	→ $T_K = 0,11 \text{ seg}$

Para la realización del cálculo de los parámetros del circuito equivalente del generador y, según el apartado 3.8.1 de la UNE EN 60909, se deberá realizar la siguiente aproximación:

$$Z'_G = \frac{I_{rG}}{I_{lr}} \cdot \frac{U_G}{S_n}$$

$$X'_G = 0,922 \cdot Z'_G$$

$$R'_G = 0,42 \cdot X'_G$$

Al igual que en los demás casos, se deberán calcular la impedancia, resistencia y reactancia equivalentes referidas a la tensión de la red interna del parque (20 kV). Al igual que en el caso de la red, se deberán multiplicar los valores obtenidos por el cuadrado del cociente entre la tensión del parque y la tensión a la que se han calculado, pero esta vez esta última tensión es la correspondiente al generador (720 V.):

$$Z_G = \sqrt{R_G^2 + X_G^2}$$

$$R_G = \left(\frac{U_{RMT}}{U_G} \right)^2 \cdot R'_G$$

$$X_G = \left(\frac{U_{RMT}}{U_G} \right)^2 \cdot X'_G$$

- **Impedancia del transformador del centro de transformación del aerogenerador:**

El circuito de secuencia directa del transformador se ha supuesto siempre con el modelo de impedancia serie correspondiente a la tensión de cortocircuito, despreciando el efecto de la rama magnetizante, dado que por su elevado valor la corriente que se absorbe por ella no es significativa (equivale a suponer corrientes de vacío nulas). Los datos necesarios para hallar las impedancias se exponen a continuación.

Las ecuaciones necesarias para el cálculo de las impedancias equivalentes del transformador del centro de transformación del aerogenerador son similares a las ya expuestas en el apartado del transformador de potencia de la subestación, aunque las tensiones y los parámetros del transformador son distintos. En este caso no será necesario calcular el parámetro KTR ya que se obtendrán directamente los valores referenciados a 20 kV. En cuanto a la tensión de cortocircuito, se escogerá la definida sobre el secundario de 720 V.

Tensión de cortocircuito	→ $U_{CC} = 9 \%$
Potencia asignada	→ $S_n = 8.420 \text{ kVA ONAN}$
Tensión secundaria	→ $U_{RMT} = 20 \text{ kV}$
Pérdidas en el transformador	→ $\Delta P_{TR} = 0.5\% \text{ de } S_n \text{ (kW)}$
Corriente secundaria asignada	→ $I_{SEC} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_{RMT}} \text{ (A)}$

La impedancia, resistencia y reactancia equivalentes del transformador se calcularán según las siguientes expresiones:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC} \cdot U_{RMT}^2}{S_n}$$

$$R_{TR} = \frac{\Delta P_{TR}}{3 \cdot I_{SEC}^2}$$

$$X_{TR} = \sqrt{Z_{TR}^2 - R_{TR}^2}$$

- **Equivalente de Aerogenerador (transformador + generador) referido a 20 kV:**

La impedancia equivalente del sistema integrado por el generador y el transformador del centro de transformación del aerogenerador es la suma de la impedancia del transformador con la impedancia del generador, ya que se encuentran situadas en serie. Como ya se ha mencionado, se desprecia la impedancia de los cables existentes entre el generador y el transformador.

Para el posterior uso de la impedancia se hallará su valor en coordenadas polares, distinguiéndose entre el módulo del vector y su fase, expresada en grados.

$$R_{G+T} = R_G + R_{TR}$$

$$X_{G+T} = X_G + X_{TR}$$

10.2.2.3. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Se despreciará durante el cálculo el tendido de los cables de potencia de media tensión, con lo que se puede considerar que la totalidad de los aerogeneradores se encuentran en paralelo.

Una vez determinadas las impedancias equivalentes en cada caso, se calcularán las intensidades de cortocircuito. De todas ellas se obtendrá un resultado vectorial, cuyo módulo será calculado en los apartados siguientes y su ángulo será el correspondiente a la impedancia que ha dado lugar a la correspondiente intensidad.

Las intensidades de cortocircuito serán calculadas para tres casos: el conjunto de red y transformador de potencia de la subestación, el aerogenerador (conjunto de centro de transformación y generador) y el total del parque. Para obtener la intensidad de cortocircuito en el conjunto del parque, se sumarán las intensidades aportadas por cada uno de los generadores que lo integran, ya que se encuentran en paralelo. La intensidad de cortocircuito obtenida para el total del parque será válida para cualquier punto del parque eólico.

- **Corriente de cortocircuito simétrica inicial**

Según los apartados 4.2 y 4.7 de la norma UNE EN 60909, el módulo de la corriente de cortocircuito rms simétrica inicial será calculado según la siguiente expresión. El ángulo corresponderá al de la impedancia utilizada para el cálculo.

$$I_K'' = \frac{C \cdot U_{RMT}}{\sqrt{3} \cdot |Z|}$$

- **Corriente de cortocircuito pico**

Según los apartados 4.3.1.1 y 4.7 de la norma UNE EN 60909, será calculada según la siguiente expresión:

$$i_p = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_K''$$

El valor de "K" varía según el tipo de elemento considerado. De esta forma su valor, según la impedancia considerada, será:

- Impedancia equivalente de la red y el transformador de subestación.

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

- Impedancia equivalente del generador y el transformador del centro de transformación.

$$K = K_G = 1,3$$

- **Corriente de cortocircuito térmica equivalente**

El módulo de la corriente de cortocircuito térmica equivalente será calculado según la siguiente expresión al considerar el apartado 4.8 de la UNE EN 60909:

$$I_{th} = \sqrt{m+n} \cdot |I_K''|$$

donde:

$$m = \frac{e^{4 \cdot f \cdot T_K \cdot \ln(K-1)} - n}{2 \cdot f \cdot T_K \cdot \ln(K-1)}$$

y donde:

$$n = \frac{I_k''}{I_k}$$

Según el apartado 4.8 de la UNE EN 60909, en los cortocircuitos alejados de los alternadores, como es el caso de los producidos en las proximidades de la impedancia equivalente de red y transformador de subestación, $I_k'' \approx I_k$, por lo que se puede considerar **n = 1**. Por el contrario, en los cortocircuitos próximos a los alternadores, como es el caso de los producidos en las proximidades de la impedancia equivalente de aerogenerador, $I_k'' \gg I_k$, por lo que se considerará **n = 0**.

10.2.2.4 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

IMPEDANCIA DE LA RED

Datos de partida

$$P_{CC} = 4.057 \text{ MVA}$$

$$U_{RED} = 220 \text{ kV}$$

$$U_{RMT} = 20 \text{ kV}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Impedancia Red 220 kV

$$Z_{RED} = 11,9300 \Omega$$

$$R_{RED} = 1,1870 \Omega$$

$$X_{RED} = 11,8703 \Omega$$

$$|Z_{R_220}| = 11,9296$$

$$\alpha(Z_{R_220}) = 84,29^\circ$$

$$Z_{R_220} = 11,93 \angle 84,29^\circ$$

Impedancia Red de 220 kV referida a 20 kV

$$Z_{RED} = 0,0986 \Omega$$

$$R_{RED} = 0,0098 \Omega$$

$$X_{RED} = 0,0981 \Omega$$

$$|Z_{R_20}| = 0,0986$$

$$\alpha(Z_{R_20}) = 84,29^\circ$$

$$Z_{R_20} = 0,10 \angle 84,29^\circ$$

IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN

Datos de partida

$$U_{CC} = 12,5\%$$

$$S_n = 50 \text{ MVA ONAN}$$

$$U_{SEC} = 20 \text{ kV}$$

$$\Delta P_{TR} = 250 \text{ KW}$$

$$I_{SEC} = 1.443,4 \text{ A}$$

$$C = 1,10$$

Impedancia transformador

$$Z_{TR} = 1,0000 \Omega$$

$$R_{TR} = 0,0400 \Omega$$

$$X_{TR} = 0,9992 \Omega$$

$$|Z_{TR_220}| = 1,0000$$

$$\alpha(Z_{TR_220}) = 87,71^\circ$$

$$Z_{TR_220} = 1,00 \angle 87,71^\circ$$

$$K_{TR} = 0,9721$$

Impedancia transformador referida a 20 kV

$$\begin{aligned}Z_{TR} &= 0,9721 \, \Omega \\R_{TR} &= 0,0389 \, \Omega \\X_{TR} &= 0,9714 \, \Omega \\|Z_{TR_20}| &= 0,9721 \\ \alpha(Z_{TR_20}) &= 87,71^\circ \\Z_{TR_20} &= 0,97 \angle 87,71^\circ\end{aligned}$$

IMPEDANCIA EQUIVALENTE DE RED DE 220kV Y TRANSFORMADOR REFERIDA A 20 kV

Impedancia Red + Trafo

$$\begin{aligned}R_{R+T} &= 0,0487 \, \Omega \\X_{R+T} &= 1,0695 \, \Omega \\|Z_{R+T}| &= 1,0706 \\ \alpha(Z_{R+T}) &= 87,39^\circ \\Z_{R+T} &= 1,07 \angle 87,39^\circ\end{aligned}$$

Corriente de cortocircuito simétrica inicial

$$\begin{aligned}|I_k''| &= 11,86 \\ \alpha(I_k'') &= 87,39^\circ \\I_k'' &= 11,86 \angle 87,39^\circ \text{ kA (referidos a 20 kA)}\end{aligned}$$

Corriente de cortocircuito pico

$$\begin{aligned}K &= 1,8749 \\|i_p| &= 31,46 \\ \alpha(i_p) &= 87,39^\circ \\i_p &= 31,46 \angle 87,39^\circ\end{aligned}$$

$$\boxed{i_p = 31,46 \text{ kA}} \text{ (referidos a 20 kA)}$$

Corriente de cortocircuito térmica equivalente

$$\begin{aligned}T_k &= 0,11 \text{ seg} \\m (n=1) &= 0,6442 \\|I_{th}| &= 15,2130 \\ \alpha(I_{th}) &= 87,39^\circ \\I_{th} &= 15,21 \angle 87,39^\circ \text{ kA}\end{aligned}$$

$$\boxed{I_{th} = 15,21 \text{ kA}} \text{ (referidos a 20 kA)}$$

IMPEDANCIA EQUIVALENTE DEL GENERADOR

Datos de partida

Tensión base de la reactancia:	$U_G = 0,72 \text{ kV}$
Potencia base de la reactancia:	$S_n = 8,4 \text{ MVA}$
K_G :	$K_G = 1,3$
Corriente estatórica a rotor bloqueado:	$I_{lr} = 19.500 \text{ A}$
Corriente estatórica asignada:	$I_{rG} = 2.580 \text{ A}$
Factor "C":	$C = 1,1$
Frecuencia:	$f = 50 \text{ Hz}$
Duración de la corriente de corto:	$T_k = 0,11 \text{ seg}$
	$Z_M = 0,0081 \Omega$
	$X_M = 0,0075 \Omega$
	$R = 0,0032 \Omega$

Impedancia generador referida a 20 kV

$$\begin{aligned} Z_G &= 6,2855 \Omega \\ R_G &= 2,4340 \Omega \\ X_G &= 5,7951 \Omega \end{aligned}$$

IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DEL C.T. DEL AEROGENERADOR

Datos de partida

Tensión de cortocircuito:	$U_{CC} = 9,0\%$
Potencia de referencia:	$S_n = 8.420 \text{ kVA ONAN}$
Tensión:	$U_{RMT} = 20 \text{ kV}$
Pérdidas trafo:	$\Delta P_{TR} = 42,1 \text{ KW}$
Corriente asignada:	$I_{SEC} = 243,06 \text{ A}$

Impedancia transformador referida a 20 kV

$$\begin{aligned} Z_{TR} &= 4,2755 \Omega \\ R_{TR} &= 0,2375 \Omega \\ X_{TR} &= 4,2689 \Omega \end{aligned}$$

IMPEDANCIA EQUIVALENTE DEL AEROGENERADOR (TRANSFORMADOR + GENERADOR)

Impedancia Generador + Trafo

$$\begin{aligned} R_{G+T} &= 2,6715 \, \Omega \\ X_{G+T} &= 10,0641 \, \Omega \\ |Z_{G+T}| &= 10,4126 \\ \alpha(Z_{G+T}) &= 75,13^\circ \\ Z_{G+T} &= 10,41 \angle 75,13^\circ \end{aligned}$$

Corriente de cortocircuito simétrica inicial

$$\begin{aligned} |I_k''| &= 1,22 \\ \alpha(I_k'') &= 75,13^\circ \\ I_k'' &= 1,22 \angle 75,13^\circ \text{ kA} \quad (\text{referidos a 20 kA}) \end{aligned}$$

Corriente de cortocircuito pico

$$\begin{aligned} K_G &= 1,3 \\ |i_p| &= 2,24 \\ \alpha(i_p) &= 75,13^\circ \\ i_p &= 2,24 \angle 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$\boxed{i_p = 2,24 \text{ kA}} \quad (\text{referidos a 20 kA})$$

Corriente de cortocircuito térmica equivalente

$$\begin{aligned} T_k &= 0,11 \text{ seg} \\ m (n=0) &= 0,0755 \\ |I_{th}| &= 0,3352 \\ \alpha(I_{th}) &= 75,13^\circ \\ I_{th} &= 0,34 \angle 75,13^\circ \text{ kA} \end{aligned}$$

$$\boxed{I_{th} = 0,34 \text{ kA}} \quad (\text{referidos a 20 kA})$$

CORRIENTE DE DEFECTO RED + AEROS

Datos de partida:

Nº aerogeneradores:	5
Corriente I_{th} de RED:	15,21 $\angle$ 87,39º kA
Corriente I_{th} de AERO:	0,34 $\angle$ 75,13º kA

Corriente de cortocircuito equivalente en todo el parque

$$\begin{aligned} |i_{p_red}| &= 31,46 \\ \alpha(i_{p_red}) &= 87,39^\circ \\ |i_{p_aeros}| &= 11,21 \\ \alpha(i_{p_aeros}) &= 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_{p_red} &= 31,46 \angle 87,39 = 1,43 + 31,43j \\ i_{p_aeros} &= 11,21 \angle 75,13 = 2,88 + 10,84j \\ i_{p_parq} &= 4,31 + 42,26j = 42,48 \angle 84,18^\circ \text{ kA} \end{aligned}$$

$$i_{p_parq} = 42,48 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito térmica equivalente en todo el parque

$$\begin{aligned} |I_{th_red}| &= 15,21 \\ \alpha(I_{th_red}) &= 87,39^\circ \\ |I_{th_aeros}| &= 1,68 \\ \alpha(I_{th_aeros}) &= 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{th_red} &= 15,21 \angle 87,39 = 0,69 + 15,20j \\ I_{th_aeros} &= 1,68 \angle 75,13 = 0,43 + 1,62j \\ I_{th_parque} &= 1,12 + 16,82j = 16,85 \angle 86,18^\circ \text{ kA} \end{aligned}$$

$$I_{th_parq} = 16,85 \text{ kA}$$

10.2.2.5. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES DEL CÁLCULO

El cálculo anterior, tiene carácter aproximado, y se ha realizado utilizando simplificaciones en el cálculo que obtienen aproximaciones de resultados por el lado de la seguridad (hipótesis desfavorables). Es previsible que en la realidad los valores de intensidades de cortocircuito sean menores a los mostrados en el cálculo.

Dentro de las simplificaciones consideradas caben destacar las siguientes:

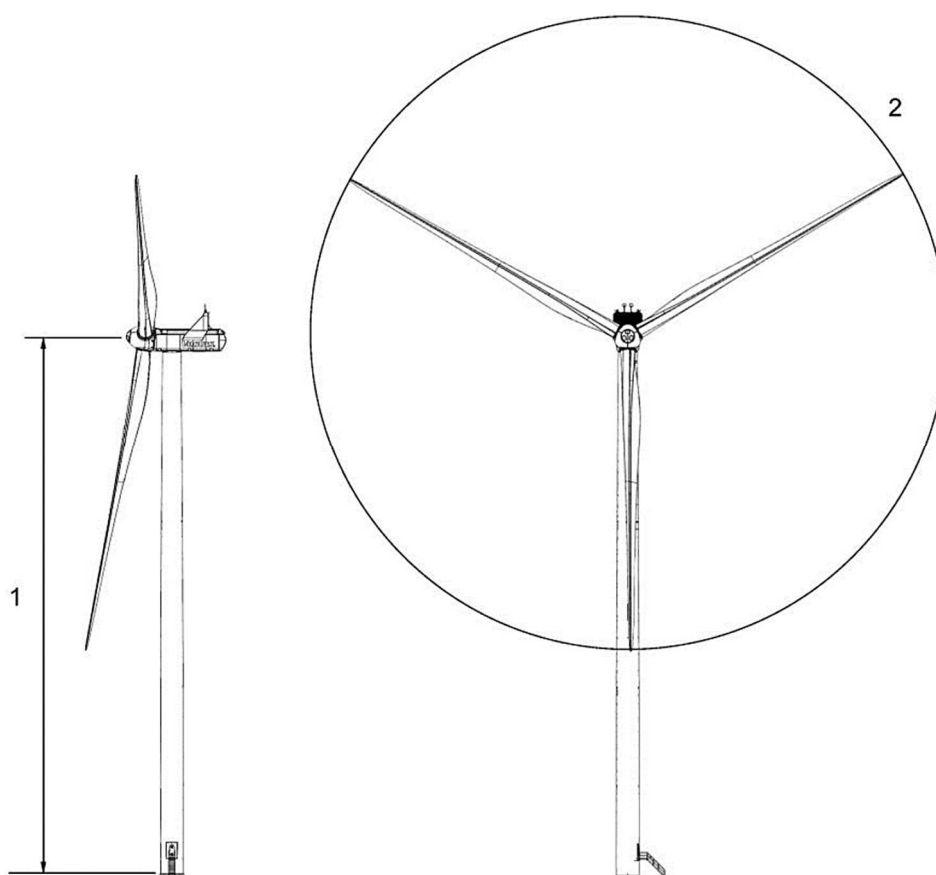
- Se desprecian las impedancias de los cables de MT y los embarrados entre el transformador por el lado de MT y las celdas situadas en la subestación.
- Se desprecian las impedancias de los cables aislados de MT entre aerogeneradores y entre aerogeneradores y SET.
- Se desprecia la impedancia de la línea de evacuación que conecta con la subestación de enlace.

Las conclusiones más significativas de los análisis realizados son las siguientes:

- Las celdas de MT a instalar en los aerogeneradores, deberán ser capaces de soportar intensidades iniciales de cortocircuito de al menos 20 kA eficaces (poder asignado de corte en servicio de cortocircuito, I_{cs}), e intensidades de pico no inferiores a 50 kA de cresta (poder asignado de corte último o solicitud electrodinámica que la celda ha de ser capaz de soportar, I_{cu}).
- Los valores de intensidad de cortocircuito obtenidos corresponden a un cortocircuito trifásico. Para monofásicos-tierra las intensidades de cortocircuito que pueden obtenerse son inferiores a los valores obtenidos para cortocircuitos trifásicos, dado que la red de 20 kV se explota con neutro aislado.
- El aporte principal de corriente al cortocircuito lo realiza la red exterior, siendo pues las intensidades de cortocircuito obtenidas, muy dependientes de la potencia de cortocircuito de la red exterior.

11. DESCRIPCIÓN DE LOS AEROGENERADORES

Los aerogeneradores utilizados en el Parque Eólico "Cabigordo I" son de 8 MW. Están constituidos por un rotor tripala de 180 m de diámetro situado a barlovento y ubicado a 120 m de altura de buje, en lo alto de una torre metálica tubular troncocónica de acero de cinco tramos que está cimentada sobre una zapata de hormigón armado. El aerogenerador dispone de un sistema de funcionamiento que permite regular, mediante control del paso de pala, la potencia producida en función de la velocidad del viento combinando la velocidad del rotor y el ángulo de las palas.



1 – Altura de buje: 120 m

2 – Diámetro: 180 m

Figura 5: Alzado Aerogenerador

Se instalarán 5 unidades de 8.000 kW de potencia nominal unitaria, siendo la potencia total instalada de 40 MW.

Con generación a 720 V, cada aerogenerador dispondrá de un transformador (ubicado en su nacelle) para elevar la tensión de salida del generador hasta 20 kV, tensión a la que se realizará el

transporte interior de la energía eléctrica, con una celda de conexión a la red de media tensión del parque ubicada en el interior de la torre del aerogenerador.

El acabado de los mismos se realizará en colores de bajo impacto cromático.

11.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL AEROGENERADOR

11.1.1. ROTOR

El aerogenerador está equipado por un rotor formado por tres palas unidas a un buje mediante rodamientos de pala, posicionándose éstas de forma continua según las condiciones de viento para optimizar el ángulo de ataque.

Rotor	AE180
Diámetro	180 m
Área de barrido	25.447 m ²
Velocidad, Rango Operación Dinámica	4.3-12.1
Dirección de rotación	Horario (vista frontal)
Orientación	Barlovento
Ángulo inclinación (Tilt)	6º
Ángulo conicidad	6º
Número de palas	3
Freno aerodinámico	Giro completo, puesta en bandera de palas

11.1.2. PALAS

Las palas son de fibra de vidrio con refuerzos de fibra de carbono. La estructura de cada pala consiste en dos conchas pegadas a una viga estructural o largueros internos.

Palas	AE180
Descripción	Cubierta aerodinámica estructural
Longitud	88.35 m
Material	Fibra de vidrio reforzada con poliéster, fibra de carbono y franjas desviadoras metálicas
Tipo unión	Pernos de acero embebidos
Perfil	Alto perfil sustentador

11.1.3. RODAMIENTO DE PALAS

Los rodamientos de las palas permiten que la pala opere con ángulos de paso variables. Son de tipo giratorio de alta capacidad, lubricados manualmente mediante grasa.

11.1.4. SISTEMA HIDRÁULICO DE CAMBIO DE PASO (PITCH)

La turbina está equipada con un sistema hidráulico de paso para cada pala ubicado en el buje y una unidad de potencia hidráulica situada en la góndola. Cada sistema de paso está conectado a la unidad de transferencia giratoria hidráulica mediante mangueras flexibles y tuberías hidráulicas distribuidas (tres mangueras para la línea de presión, línea de retorno y línea de drenaje).

Cada sistema de paso consta de un cilindro hidráulico montado en el buje y una varilla de pistón montada en el cojinete de la pala a través de un eje de brazo de torsión. Las válvulas que facilitan el funcionamiento del cilindro de paso están instaladas en un bloque de paso atornillado directamente al cilindro.

Sistema Pitch	
Tipo	Hidráulico
Número	1 cilindro por pala
Rango	-5º a 95º
Sistema hidráulico	
Bomba principal	Dos bombas de aceite (principal y auxiliar)
Presión	Máximo 260 bar
Filtrado	3 µm (absolutos) 40 µm (en línea)

11.1.5. BUJE

El buje soporta las tres palas y transfiere las cargas de reacción al rodamiento principal y el par a la caja de engranajes. La estructura del buje también soporta los rodamientos de pala y los cilindros de paso.

El buje está fabricado en fundición de hierro.

11.1.6. EJE PRINCIPAL

El eje principal transfiere las fuerzas de reacción al rodamiento principal y el par de giro a la caja de engranajes. Es hueco y se fabrica en material de hierro fundido.

11.1.7. CARCASA DE RODAMIENTO PRINCIPAL

La carcasa del rodamiento principal cubre el cojinete principal y es el primer punto de conexión del sistema de tren de transmisión a la bancada. Está fabricada en material de hierro fundido.

11.1.8. RODAMIENTO PRINCIPAL

El rodamiento principal es el elemento principal de transferencia de carga del rotor y del tren motriz a la estructura de la góndola; soporta todas las cargas de empuje. Es del tipo de rodillos esféricos y lubricación automática por grasa.

11.1.9. MULTIPLICADORA

Convierte la baja velocidad de giro del eje principal del rotor a alta velocidad de rotación del alternador. El freno de disco está montado en el eje de alta velocidad. El sistema de lubricación es un sistema alimentado por presión.

Multiplicadora	
Tipo	Etapas planetarias
Material carcasa	Fundición
Sistema lubricación	Por presión de aceite
Volumen total aceite	900-1100 litros
Estándares pureza aceite	ISO 4406-/15/12

11.1.10. RODAMIENTOS DEL ALTERNADOR

Los rodamientos del alternador garantizan un entrehierro constante entre el rotor y el estator del generador. Son lubricados por grasa de forma continua a través de una unidad de lubricación automática.

11.1.11. SISTEMA DE ORIENTACIÓN YAW

El sistema de orientación Yaw permite el giro de la nacelle alrededor del eje de la torre.

Sistema Orientación Yaw	
Tipo	Sistema de rodamientos lisos pretensionados
Material	Anillo de giro de acero forjado tratado térmicamente. Rodamientos lisos PETP.
Velocidad (50Hz)	0.4°/sec.
Engranaje	
Tipo	Multietapa

11.1.12. GRÚA

La nacelle contiene el sistema de grúa para elevar cargas de hasta 800 kg.

11.1.13. TORRES

La torre es de estructura tubular de acero, de forma tronco-cónica y dividida en cinco tramos. Las secciones de acero se unen por bridas. Se instala con sus correspondientes plataformas, escaleras y alumbrado de emergencia, además de un elevador guiado por cable para el mantenimiento del aerogenerador.

11.1.14. BANCADA Y CARCASA DE NACELLE

La nacelle modularizada consta de tres elementos principales: la bancada, parte frontal de hierro fundido, y dos estructuras modulares, la carcasa principal de la nacelle y los compartimentos laterales, fabricados en fibra de vidrio.

La bancada es la base del tren de potencia y transmite cargas desde el rotor a la torre a través del sistema de orientación. La superficie inferior está mecanizada y conectada al cojinete del sistema de giro Yaw y los engranajes de este sistema de giro están atornillados al marco base, el cual integra un compartimento de alta resistencia a cada lado. Uno de ellos se utiliza para albergar el convertidor y el transformador de alta tensión y el otro se puede utilizar con varios propósitos, como, por ejemplo, conectar una grúa de servicio para operaciones de sustitución de componentes principales.

Tanto la carcasa de la nacelle, como los compartimentos laterales actúan como cerramientos.

La nacelle principal alberga el tren de potencia, la unidad de energía hidráulica, los sistemas de refrigeración y los paneles de control principales.

Por su parte, la carcasa de la nacelle tiene un sistema interno de rieles de grúa que permite operaciones de servicio y mantenimiento. Dispone de una trampilla situada en el suelo para el descenso o izado de equipos y para la evacuación del personal. La sección del techo está equipada con claraboyas que se pueden abrir tanto de adentro hacia afuera, como de afuera hacia adentro. El acceso desde la torre a esta carcasa se realiza a través de la bancada.

11.1.15. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO

Consiste en los siguientes componentes:

- Sistema de refrigeración líquida.
- Módulo CoolerTop.
- Sistema de refrigeración forzada por aire de la carcasa de la nacelle y del compartimento lateral.
- Sistema de refrigeración forzada por aire del convertidor, incluida una función de filtro.

El sistema de refrigeración líquida elimina calor de la caja multiplicadora, del generador, de la unidad de potencia hidráulica, del convertidos y del transformador de alta tensión. Este sistema

cuenta con una unidad de bombeo que incluye válvulas de flujo dinámico que aseguran el correcto flujo a los diferentes sistemas. La unidad de bombeo incluye una válvula eléctrica de control de la temperatura del líquido y un filtro bypass que elimina partículas del líquido refrigerante.

El módulo CoolerTop se localiza en la parte alta de la parte trasera de la nacelle. Es un enfriador de flujo libre, que asegura que no existen componentes eléctricos en el sistema de acondicionamiento térmico localizado fuera de la nacelle. Sirve como base para los sensores de viento, para los sensores opcionales de detección de hielo y precipitación y para los sensores de visibilidad además de las luces para aviación.

El sistema de refrigeración de la carcasa de la nacelle está constituido por un ventilador, mediante el cual, el calor generado por los equipos mecánicos y eléctricos se disipa hacia el exterior de la carcasa.

El convertidor es refrigerado mediante doble sistema líquido-aire. El sistema de refrigeración por aire comprende un intercambiador de calor aire-aire que separa el aire ambiente del aire interno del convertidor. El flujo de aire ambiente es proporcionado por ventiladores que entregan aire al intercambiador a través de un filtro. Los ventiladores del lado interno del intercambiador aire-aire proporcionan circulación de aire interna al convertidor. Este sistema de refrigeración por aire también proporciona flujo de aire refrigerante hacia el compartimento lateral que es redireccionado mediante tuberías hacia los puntos críticos.

11.2. DISEÑO ELÉCTRICO

11.2.1. GENERADOR

El generador es un generador síncrono trifásico de imanes permanentes conectado a la red a través de un convertidor. La carcasa del generador permite la circulación de aire de refrigeración en el interior del estator y del rotor. El calor generado por las pérdidas es eliminado mediante un intercambiador de calor aire-agua.

Generador	
Tipo	Síncrono de imanes permanentes
Potencia nominal	8.000 kW
Frecuencia	0-126 Hz
Tensión	3 x 800 V
Número de polos	36
Tipo devanado	VPI (Vacuum Pressurized Impregnation) "Impregnación presurizada al vacío"
Conexión devanados	Estrella
Velocidad	0-420 rpm
Límite sobrevelocidad según IEC (2 minutos)	660 rpm
Sensores temperatura estator	Sensores PT100 ubicados en puntos calientes
Tipo de aislamiento	H
Protección	IP54

11.2.2. CONVERTIDOR

El convertidor se encuentra ubicado en la nacelle y controla tanto el generador, como la calidad de la energía entregada a la red. El convertidor consta de 4 unidades convertidoras en el lado de la máquina y 4 unidades convertidoras en el lado de la red, que funcionan operando en paralelo con un controlador común.

El convertidor controla la conversión de la corriente alterna del generador en corriente continua con los niveles deseados de potencia activa y reactiva, adecuados para la red. Tiene una tensión nominal de 720 V en el lado de red y de 800 V nominales en el lado del generador (aunque ésta última depende de la velocidad del generador).

Convertidor	
Potencia aparente (Sn)	8.420 kVA
Tensión Red	3x720 V
Tensión alternador	3x800 V
Corriente red	6.488 A
Aislamiento	IP54

11.2.3. TRANSFORMADOR ALTA TENSIÓN

El transformador de alta tensión se encuentra localizado en un espacio independiente en la parte trasera de la nacelle y sus características son las siguientes:

Tipo de transformador	Seco, de resina fundida
Diseño básico	3 fases, 3 columnas, 2 devanados por fase
Estándares aplicados	IEC 60076-1, IEC60076-16, IEC 61936-1, reglamento de la comisión nº 548/2014 y nº 1783/2019.
Método de refrigeración	KF/WF
Potencia nominal aparente	8.420 kVA
Líquido aislante	Ester natural, biodegradable, clase K
Punto de ignición	>300°C
Sistema de expansión	Sellado
Voltaje nominal, lado de generador	
Um 1,1kV	0.72 kV
Voltaje nominal, lado de red.....	
Um 24,0kV	20,0 - 22,0 kV
Um 36,0kV	22,1 - 33,0 kV
Um 40,5kV	33,1 - 36,0 kV
Nivel de aislamiento AC/LI/LIC	
Um 1,1kV	3 / - / - kV
Um 24,0kV	50 / 125 / 138 kV
Um 36,0kV	70 / 170 / 187 kV
Um 40,5kV	80 / 200 / 220 kV
Cambiador de tomas	2±2 x 2,5%
Grupo vectorial	Dyn11
Corriente sin carga	≈0,25%
Secuencia positiva-impedancia de cortocircuito, potencia nominal 95°C.....	9,9%
Secuencia positiva-resistencia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	≈0,9%
Secuencia cero-impedancia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	≈9,4%
Secuencia cero-resistencia de cortocircuito, potencia nominal 95°C	≈0,9%
Potencia reactiva sin carga	≈21 kVAr
Potencia reactiva a plena carga.....	≈882 kVAr

Intensidad pico de arranque 4-8 x I_n A
 Tiempo de media cresta..... $\approx 0,5$ s
 Nivel de potencia de sonido ≤ 80 dB (A)
 Clases de aislamiento 120 (E) / 130 (B)
 Aumento de la temperatura media a máxima altitud.....
 Clase 120 (E) ≤ 65 K
 Clase 130 (B) ≤ 75 K
 Máxima altitud 2.000 m
 Clase de resistencia a corrosión C3
 Peso ≤ 15.000 kg
 Protección frente a sobretensiones Pararrayos en terminales, lado alta tensión

11.2.4. CABLES ALTA TENSIÓN

Los cables de alta tensión van desde el transformador situado en la nacelle hasta el interruptor situado en la parte baja de la torre. Estos cables son aislados con goma, libres de halógenos y de tres hilos por fase con conductor de tierra separado de tres hilos.

Cables alta tensión	
Aislamiento del cable	HEPR (Etileno-propileno de alto módulo de resistencia)
Máxima tensión admisible	24 kV para tensión nominal de 20-24,3 kV 42 kV para tensión nominal de 24,4-36,0 kV
Sección del conductor	24 kV: 3x95 + 3x95/3 mm ² (tres hilos + tres hilos conductor de tierra) 42 kV: 3x70 + 3x70/3 mm ² (tres hilos + tres hilos conductor de tierra)

11.2.5. CELDA DE MEDIA TENSIÓN

El aerogenerador se conecta a la red de media tensión del parque eólico en la parte inferior de la torre, mediante la celda de conexión del aerogenerador a la red eléctrica en Media Tensión. La celda se instalará con interruptor automático (no ruptofusible).

11.2.6. INTERRUPTOR DE ALTA TENSIÓN

El interruptor se encuentra instalado en la celda de media tensión situada en la parte baja de la torre como parte integrada del aerogenerador y sus características son las que se reflejan a continuación. Su control está integrado con el sistema de seguridad del aerogenerador, el cual monitoriza el estado del interruptor y de los dispositivos relacionados con propia seguridad del mismo, asegurando que están operativos.

Tipo	Aparamenta con aislamiento de gas
Estándares aplicados.....	IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-103, 62271-200.
Aislamiento	SF6
Voltaje nominal.....	
Ur 24,0kV	20,0 - 22,0 kV
Ur 36,0kV	22,1 - 33,0 kV
Ur 40,5kV	33,1 - 36,0 kV
Nivel de aislamiento AC/LI/LIC	
Ur 24,0kV	50 / 125 kV
Ur 36,0kV	70 / 170 kV
Ur 40,5kV	85 / 185 kV
Intensidad nominal	630A
Intensidad nominal de resistencia de corta duración	
Ur 24,0 kV	20 kA
Ur 36,0 kV	25 kA
Ur 40,5 kV	25 kA
Pico nominal de intensidad de resistencia	
Ur 24,0 kV	50 kA
Ur 36,0 kV	62,5 kA
Ur 40,5 kV	62,5 kA
Duración nominal del cortocircuito.....	1 s
Clasificación de arco interno	
Ur 24,0 kV	IAC A FLR 20 kA, 1s
Ur 36,0 kV	IAC A FLR 25 kA, 1s
Ur 40,5 kV	IAC A FLR 25 kA, 1s
Interfaz de conexión.....	Casquillos de cono exterior IEC interfaz C1
Pérdida de la categoría de continuidad del servicio.....	LSC2
Niveles de protección.....	
Tanque de gas	IP 65
Envolvente	IP 2X
Armario lado baja tensión	IP 3X
Clase de resistencia a corrosión.....	C3

11.2.7. SERVICIOS AUXILIARES DEL AEROGENERADOR

Los servicios auxiliares del aerogenerador se alimentan desde un transformador independiente de 720/400 V ubicado en la nacelle, en el interior de la cabina del convertidor. Todos los motores, bombas, ventiladores y calentadores se alimentan mediante este sistema. Los consumidores a 230 V se alimentan desde un transformador de 400/230 V situado en la base de la torre.

Los consumos propios a 400 y 230 V están constituidos por el elevador de servicio, sistema de iluminación de trabajo, cargas de uso general, calefacción y ventilación internas.

Los consumos principales de los servicios auxiliares son los siguientes:

Clase	IEC S
Motor hidráulico	3x22 kW
Motor yaw	35 kW en total
Refrigeración del generador	4x4 kW
Bombas de agua	15 kW
Bomba de aceite para lubricación de la multiplicadora	7,5 kW
Controladores (incluidos calentadores para hidráulicos)	Aproximadamente 4 kW

Las tomas de corriente instaladas son las siguientes:

Nacelle (monofásico)	230 V (16 A)
Plataformas de la torre (monofásico)	230 V (10 A)
Nacelle y base de la torre (trifásico)	3 x 400 V (20 A)

11.2.8. SENSORES DE VIENTO

El aerogenerador está equipado con un sistema de medición de velocidad ultrasónico y una veleta mecánica como sensor de dirección. Los sensores cuentan con calentadores para minimizar la interferencia del hielo y de la nieve.

El software de la turbina detecta e informa automáticamente cuando un sensor no funciona y debe ser reemplazado. La turbina continúa operando usando el otro sensor de viento sin pérdida de producción hasta que el sensor sea reemplazado.

11.2.9. CONTROLADOR

El aerogenerador se controla y monitoriza mediante un sistema de control multiprocesador ubicado en la parte baja del mismo que tiene las funciones indicadas a continuación. La red de comunicación sigue protocolo TTEthernet.

- Monitorizar y supervisar del funcionamiento global del aerogenerador.
- Sincronización del generador a la red durante la secuencia de conexión.
- Operar el aerogenerador ante diferentes tipos de fallos.
- Ordenar el movimiento automático de la nacelle alrededor del eje del aerogenerador (yaw).
- Control de potencia reactiva y operación a velocidad variable.
- Control de paso de pala.
- Control de emisiones sonoras.
- Monitorizar las condiciones ambientales.
- Monitorizar la red.
- Monitorizar el sistema de detección de humos.

11.2.10. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (UPS)

Durante desconexiones con la red, el sistema UPS asegura la alimentación eléctrica a aquellos componentes que la necesitan para el correcto funcionamiento del aerogenerador. Está formado por tres subsistemas:

- 230 AV UPS como backup de los sistemas de control de la nacelle y del buje.
- 24 DC UPS como backup para los sistemas de control situados en la base de la torre.
- 230 AC UPS como backup para la iluminación interna de la torre, el buje y la nacelle. La iluminación en el buje se alimenta mediante baterías.

UPS		
Tiempo de respaldo	Estándar	Opcional
Sistemas de control (230 V AC y 24 V DC UPS)	Hasta 30 min	Hasta 19,5 horas (con baterías extra)
Luces de emergencia (230 V UPS)	30 min	60 min (con baterías extra)
SCADA Power Plant Controller opcional (24 V DC UPS)	7 días	37 días (con baterías extra)

11.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN DEL AEROGENERADOR

11.3.1. SISTEMA DE FRENADO

El sistema principal de frenado del aerogenerador es aerodinámico. La parada del mismo se consigue poniendo en bandera por completo las tres palas (cada una gira de forma independiente). Cada pala dispone de un acumulador hidráulico para suministrar la energía necesaria para su giro. Además, existe un freno mecánico de disco en el eje de alta velocidad

de la multiplicadora que se acciona mediante un sistema hidráulico dedicado. Este freno mecánico actúa únicamente como freno de estacionamiento y si se activan los botones de frenado de emergencia.

11.3.2. PROTECCIONES DE CORTOCIRCUITO

Interruptores	Interruptor para potencia auxiliar	Interruptor 1 para módulos convertidores	Interruptor 2 para módulos convertidores
Capacidad de ruptura, Icu, Ics	Icu 91 kA Ics=75% Icu	Icu 91 kA Ics=50% Icu	Icu 91 kA Ics=50% Icu
Making capacity, Icm	223 kA	223 kA	223 kA

11.3.3. PROTECCIÓN POR SOBREVELOCIDAD

El sistema de control ("VMP8000") monitoriza la velocidad del rotor mediante una combinación de sensores en el buje. En caso de una situación de sobrevelocidad, el sistema de control activa el sistema hidráulico que activa la posición de paro de emergencia (palas en posición de bandera completa).

Protección contra sobrevelocidad	
Tipo de sensor	MEMS
Nivel	Variante dependiente

11.3.4. DETECCIÓN DE CREACIÓN DE ARCO ELÉCTRICO

El aerogenerador contiene un sistema de detección de formación de arco eléctrico que incluye sensores situados en el compartimento del transformador de alta tensión y en la cabina del convertidor. El sistema de detección de arco está conectado al sistema de seguridad del aerogenerador asegurando la apertura inmediata del interruptor de alta tensión si se detecta un arco.

11.3.5. DETECCIÓN DE HUMO

El aerogenerador está equipado con un sistema de detección de humo que incluye múltiples sensores situados en la nacelle (encima del freno de disco), en el compartimento del transformador, en las principales cabinas eléctricas de la nacelle y encima del interruptor de alta tensión en la base de la torre. El sistema está conectado al sistema de control del aerogenerador asegurando la inmediata apertura del interruptor de alta tensión ante la presencia de humo.

11.3.6. PROTECCIÓN FRENTE A RAYOS DE PALAS, NACELLE, BUJE Y TORRE

El sistema de protección frente a caída de rayos (LPS) protege de daños físicos a los distintos componentes del aerogenerador y está formado por 5 partes:

- Receptores de rayos.
- Sistema para conducir la corriente del rayo hacia abajo a través del aerogenerador.
- Protección frente a sobretensión o sobre intensidades.
- Protección frente a campos eléctricos y magnéticos.
- Puesta a tierra.

Parámetros de diseño del sistema de protección frente a rayos			Protección Nivel 1
Valor Intensidad Pico	I_{max}	[kA]	200
Carga impulso	$Q_{impulse}$	[C]	100
Carga total	Q_{total}	[C]	300
Energía específica	W/R	[MJ/Ω]	10
Pendiente promedio	di/dt	[kA/μs]	200

11.3.7. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

El aerogenerador y sus equipos cumplen la legislación europea de compatibilidad electromagnética, concretamente con la Directiva 2014/30/UE del parlamento y consejo europeo del 26 de febrero de 2014 para armonización de las leyes de los estados miembros en relación a compatibilidad electromagnética.

11.3.8. PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra del aerogenerador consiste en una serie de electrodos individuales de puesta a tierra interconectados mediante sistema NT. Todos los electrodos se conectan a una barra principal de puesta a tierra ubicada en el punto en el que todos los cables entran al aerogenerador. Además, se realizan conexiones equipotenciales de todos los cables que entran y salen del aerogenerador.

11.3.9. PROTECCIÓN FRENTE A CORROSIÓN

La clasificación de la protección frente a corrosión se hace conforme a la ISO 12944-2.

Protección frente a corrosión	Áreas Externas	Áreas Internas
Nacelle	C5	C3
Buje	C5	C3
Torre	C5	C3

11.4. SEGURIDAD

11.4.1. ACCESO

El acceso al aerogenerador desde el exterior se realiza a través de una puerta situada en la parte baja de la torre, aproximadamente a tres metros del nivel del suelo. La puerta está equipada con una cerradura. El acceso a la parte alta de la plataforma de la torre se realiza por una escalera equipada con sistema anticaídas o por el ascensor de servicio. El acceso a la nacelle desde la parte alta de la plataforma se realiza mediante escalera por dos rutas de acceso independientes. El acceso al compartimento del transformador en el interior de la nacelle dispone de cerradura. Se requiere permiso para acceder a los paneles eléctricos de interruptores y de potencia conforme a la IEC 60204-1 2006.

Dentro de la carcasa de la nacelle hay pasillos a ambos lados del tren de potencia y en el extremo trasero. El compartimento lateral tiene dos aberturas de acceso, una delante y otra detrás. El acceso al rotor está restringido con una protección fija o móvil con bloqueo.

11.4.2. EVACUACIÓN

Las rutas de evacuación se dirigen hacia el interior y hacia abajo por las vías normales de acceso. La ruta de evacuación hacia la torre se realiza mediante escaleras fijas con sistema anticaídas. En el centro de la carcasa existen dos puntos de salida separados hacia la torre; uno a cada lado del tren de potencia.

Además de las rutas de acceso habituales, existen zonas alternativas de evacuación desde la nacelle a través de la escotilla del sistema de grúa, desde el spinner abriendo el morro o desde las escotillas del techo de la nacelle que se pueden abrir tanto desde dentro como de fuera de la misma. La nacelle está equipada con equipamiento de rescate.

La evacuación desde el montacargas se realiza por la escalera.

En el aerogenerador se coloca un cartel con el plan de emergencias que describe las rutas de evacuación y escape.

11.4.3. ZONAS DE TRABAJO

La torre y la nacelle vienen equipados con tomas de corriente para conexión de las herramientas necesarias para el servicio y mantenimiento del aerogenerador.

11.4.4. PLANTAS, PLATAFORMAS Y LUGARES DE TRABAJO

Todos los suelos de las diferentes plantas son antideslizantes. Existe una planta por cada sección de la torre. Las plataformas de descanso se encuentran a intervalos de 12 metros a lo largo de la escalera de la torre.

11.4.5. INSTALACIONES DE ESCALADO

La escalera de la torre está equipada con un sistema de detención de caídas, que puede ser un rail rígido o un cable instalado a lo largo de la torre. Existen puntos de anclaje en las áreas de servicio de la torre, nacelle y buje, los cuales pueden ser utilizados para fijar un posicionamiento de trabajo, para detener o restringir las caídas o para sujetar un dispositivo de descenso con el que realizar un rescate. Los puntos de anclaje se pintan en color amarillo y han sido calculados y verificados mediante test estáticos y dinámicos. La carga mínima exigida en los test estáticos es de 22,5 kN.

11.4.6. PARTES MÓVILES Y SISTEMAS DE BLOQUEO

Todas las partes móviles de la nacelle se encuentran protegidas. La turbina está equipada con un sistema de bloqueo de las principales partes móviles: rotor y tren de transmisión.

El bloqueo de giro de las palas se puede hacer automáticamente o manualmente mediante bloqueo mecánico.

11.4.7. ILUMINACIÓN

El aerogenerador dispone de iluminación en la torre, nacelle y buje. Existe iluminación de emergencia en caso de pérdida de energía eléctrica.

11.4.8. PARADA DE EMERGENCIA

Existen botones de paro de emergencia en la nacelle, en el buje y en la base de la torre.

11.4.9. DESCONEXIÓN ELÉCTRICA

El aerogenerador dispone de interruptores para permitir la desconexión de todas las fuentes eléctricas para la inspección o mantenimiento. Los interruptores están señalizados y se localizan en la nacelle y en la base de la torre.

11.4.10. PROTECCIÓN FRENTE A INCENDIOS Y PRIMEROS AUXILIOS

Los aerogeneradores llevarán incorporados los siguientes sistemas:

- Sistemas manuales de alarma.
- Sensor de humos dentro de la nacelle.

- Sistema de extinción automática - FSS
- Extintores montados en la base de la torre y la nacelle.
- Mantas ignífugas en la base de la torre y la nacelle.
- Kit de primeros auxilios en la nacelle.

11.4.11. MANUALES Y SEÑALES DE ADVERTENCIA

Se dispone de manuales con información para la operación, mantenimiento y servicio del aerogenerador que además proporcionan reglas de seguridad adicional.

Existen placas de señalización de advertencia que deben ser revisadas antes de la puesta en operación o servicio del aerogenerador.

11.4.12. COMPUESTOS QUÍMICOS

Los compuestos químicos utilizados en el aerogenerador se evalúan conforme al sistema de certificación del fabricante de acuerdo a la ISO 14001:2015. Dichos compuestos químicos son los siguientes:

- Anticongelante para prevenir la congelación del sistema de refrigeración.
- Aceite de lubricación de la multiplicadora.
- Aceite hidráulico para la operación de los frenos y giro de las palas.
- Grasa para lubricar los rodamientos de giro.
- Líquido aislante del transformador de alta tensión.
- Agentes químicos de limpieza para mantenimiento del aerogenerador.

11.5. CÓDIGOS DE DISEÑO

11.5.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

El aerogenerador se ha diseñado y testado conforme a los siguientes códigos.

Códigos de diseño	
Nacelle y buje	IEC 61400-1 Edición 4 EN 50308
Torre	IEC 61400-1 Edición 4 IEC 61400-6 Edición 1
Palas	IEC 61400-5:2020 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Part 1, 12 y 23) DEFU R25 DS/EN ISO 12944-2
Multiplicadora	ISO 61400-4
Generador	IEC 60034 (partes relevantes)
Transformador	IEC 60076-11 IEC 60076-16 CENELEC HD637 S1
Protección contra rayos	IEC 61400-24:2019
Seguridad de maquinaria Partes relacionadas con la seguridad de los sistemas de control	IEC 13849-1:2015
Seguridad de maquinaria Equipos eléctricos de maquinas	IEC 60204-1:2018

11.6. COLORES

11.6.1. NACELLE

Colores de la nacelle	
Color estándar	RAL 7035 (gris claro)

11.6.2. TORRE

Colores de la sección de torre		
	Exterior:	Interior:
Color estándar	RAL 7035 (gris claro)	RAL 9001 (crema blanco)

11.6.3. PALAS

Colores de la pala	
Color estándar	RAL 7035 (gris claro). Todas las superficies receptoras de caída de rayos permanecen sin pintar, excepto las puntas de metal (SMT)
Variantes de color del extremo de la punta	RAL 2009 (naranja tráfico), RAL 3020 (rojo tráfico)
Brillo	<30% ISO 2813

11.7. CONDICIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN

11.7.1. RANGO DE TEMPERATURA AMBIENTE

Parámetros extremos de diseño (para cualquier régimen de viento) – Clase IEC S	
Intervalo de temperatura ambiente	-40°C a +50°C
Parámetros de operación – Clase IEC S	
Intervalo de temperatura ambiente	-20°C a +45°C

11.7.2. RANGO DE VELOCIDAD DE VIENTO

Parámetros extremos de diseño (referidos a la altura de buje) – Clase IEC S	
Velocidad de viento extremo (10 min de media), V_{50}	40,0 m/s
Velocidad de viento survival (3 s gust), V_{e50}	56,0 m/s
Intensidad de turbulencia, I_{V50}	11%
Parámetros promedio de diseño – Clase IEC S	
Velocidad de viento (10 min de media), V_{ave}	7,2 m/s
Coefficiente Weibull, K	2,1
Intensidad de turbulencia, I	12,69%
Coefficiente de cizalladura, α	0,15
Ángulo de incidencia (vertical)	8º

11.7.3. RANGO DE ALTITUD

Parámetros de diseño	
Altitud	Hasta 2000 m

11.8. PRESTACIONES

11.8.1. CONDICIONES DE ARRANQUE Y PARADA POR VELOCIDAD DE VIENTO

Clase	IEC S
Potencia	8 MW
Cut-In, V_{in}	3,0 m/s
Cut-Out, V_{out}	25,0 m/s
Re-Cut-In	23,0 m/s

11.8.2. CONDICIONES PARA CURVA DE POTENCIA Y VALORES CT

Clase	IEC S
Coeficiente de cizalladura, α	0 – 0,3 (10 minutos promedio)
Intensidad de turbulencia, I	6-12% (10 minutos promedio)
Palas	Limpias
Lluvia	No
Hielo o nieve en las palas	No
Borde de la pala más adelantado	Sin daño
Terreno	IEC 61400-12-1
Ángulo de incidencia (vertical)	$0 \pm 2^\circ$
Tensión nominal (%)	$\pm 2,5\%$
Frecuencia (Hz)	+0,5 Hz
Factor de potencia para reactiva	1,0

11.8.3. CURVAS DE POTENCIA (EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE)

Power Curves [kW], Mode PO8000														
WS [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0,95	0,98	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3	36	17	18	20	21	23	24	27	29	30	32	33	38	39
3,5	143	87	92	97	101	106	111	117	121	127	132	138	149	156
4	320	217	227	237	246	256	264	273	283	292	301	310	329	338
4,5	534	384	399	412	426	439	452	467	480	493	508	521	548	562
5	794	588	607	626	644	663	682	701	720	739	758	776	813	832
5,5	1110	831	856	881	907	932	958	983	1008	1033	1059	1084	1136	1161
6	1489	1123	1157	1190	1223	1257	1289	1322	1356	1389	1422	1456	1522	1556
6,5	1932	1469	1511	1553	1596	1639	1680	1722	1764	1807	1848	1890	1973	2016
7	2448	1873	1926	1979	2031	2083	2136	2188	2240	2292	2343	2396	2499	2551
7,5	3032	2333	2398	2461	2526	2589	2652	2716	2780	2843	2907	2969	3094	3158
8	3693	2854	2932	3009	3086	3163	3239	3316	3391	3468	3543	3618	3768	3843
8,5	4429	3442	3533	3624	3716	3807	3897	3986	4076	4164	4252	4341	4512	4597
9	5206	4094	4200	4306	4410	4516	4617	4718	4819	4919	5014	5110	5263	5320
9,5	5904	4763	4876	4987	5099	5210	5312	5416	5518	5620	5714	5810	5928	5952
10	6560	5403	5516	5629	5742	5856	5959	6062	6167	6270	6367	6463	6566	6571
10,5	7157	5988	6104	6220	6337	6453	6560	6667	6773	6880	6972	7064	7157	7156
11	7616	6540	6659	6777	6894	7013	7110	7207	7304	7401	7472	7543	7611	7608
11,5	7864	7068	7173	7279	7384	7490	7556	7622	7689	7756	7791	7828	7862	7860
12	7956	7507	7578	7650	7721	7792	7822	7852	7882	7912	7927	7941	7954	7953
12,5	7994	7787	7820	7853	7887	7921	7933	7947	7960	7973	7980	7987	7993	7993
13	8000	7910	7926	7942	7958	7974	7980	7986	7992	7998	7999	7999	8000	8000
13,5	8000	7962	7970	7977	7984	7991	7993	7996	7998	7999	8000	8000	8000	8000
14	8000	7987	7990	7993	7996	7999	7999	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
14,5	8000	7997	7998	7999	7999	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15,5	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
16	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
16,5	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
17	8000	7999	7999	7999	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
17,5	7993	7977	7978	7980	7981	7983	7984	7986	7988	7989	7990	7991	7994	7996
18	7916	7849	7854	7860	7864	7870	7877	7882	7889	7896	7902	7909	7922	7929
18,5	7732	7652	7658	7663	7670	7676	7683	7691	7699	7706	7714	7723	7741	7751
19	7543	7466	7471	7478	7483	7489	7497	7504	7511	7519	7527	7536	7552	7562
19,5	7367	7290	7297	7302	7309	7316	7321	7328	7334	7341	7350	7358	7374	7383
20	7191	7093	7102	7110	7119	7127	7136	7146	7154	7164	7173	7182	7201	7211
20,5	6958	6810	6822	6834	6848	6860	6874	6889	6902	6917	6931	6944	6972	6986
21	6607	6402	6419	6437	6454	6472	6491	6510	6529	6548	6568	6587	6627	6648
21,5	6153	5920	5939	5958	5977	5996	6018	6039	6060	6082	6106	6129	6176	6199
22	5632	5404	5422	5441	5459	5478	5500	5523	5546	5568	5590	5611	5656	5678
22,5	5108	4891	4910	4929	4948	4968	4986	5004	5023	5042	5064	5086	5127	5146
23	4579	4367	4386	4403	4421	4440	4459	4478	4497	4516	4537	4558	4596	4611
23,5	4040	3853	3871	3889	3906	3923	3939	3954	3969	3984	4003	4021	4057	4073
24	3521	3356	3371	3387	3402	3418	3432	3447	3461	3474	3490	3506	3538	3554
24,5	3020	2877	2891	2906	2919	2933	2948	2961	2976	2989	2999	3010	3038	3056
25	2587	2470	2480	2491	2502	2513	2523	2533	2543	2553	2564	2576	2594	2603

11.8.4. VALORES Ct (EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE)

Ct Values [kW], Mode PO8000														
WS [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0,95	0,98	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3	0,969	0,980	0,979	0,978	0,977	0,976	0,975	0,974	0,973	0,972	0,971	0,970	0,968	0,967
3,5	0,885	0,893	0,892	0,892	0,891	0,890	0,889	0,889	0,888	0,887	0,886	0,886	0,884	0,883
4	0,834	0,846	0,845	0,844	0,843	0,842	0,840	0,839	0,838	0,836	0,836	0,835	0,832	0,831
4,5	0,818	0,827	0,826	0,824	0,823	0,821	0,821	0,820	0,819	0,819	0,818	0,818	0,817	0,816
5	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812	0,812
5,5	0,815	0,814	0,814	0,814	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,814	0,814
6	0,814	0,816	0,816	0,816	0,816	0,816	0,815	0,815	0,815	0,815	0,814	0,814	0,813	0,813
6,5	0,810	0,816	0,815	0,815	0,815	0,814	0,814	0,813	0,813	0,812	0,811	0,811	0,809	0,809
7	0,805	0,814	0,813	0,812	0,812	0,811	0,810	0,809	0,808	0,808	0,807	0,806	0,804	0,803
7,5	0,797	0,810	0,809	0,808	0,807	0,806	0,804	0,803	0,802	0,801	0,800	0,798	0,796	0,794
8	0,788	0,804	0,803	0,802	0,800	0,799	0,797	0,796	0,794	0,793	0,791	0,790	0,787	0,785
8,5	0,777	0,798	0,796	0,794	0,793	0,791	0,789	0,787	0,785	0,783	0,781	0,779	0,774	0,770
9	0,750	0,789	0,786	0,784	0,781	0,779	0,775	0,771	0,768	0,764	0,759	0,755	0,734	0,719
9,5	0,690	0,756	0,751	0,745	0,740	0,734	0,728	0,722	0,715	0,709	0,703	0,696	0,669	0,649
10	0,628	0,703	0,696	0,689	0,682	0,675	0,668	0,661	0,654	0,647	0,641	0,634	0,609	0,590
10,5	0,571	0,644	0,637	0,630	0,623	0,616	0,610	0,603	0,597	0,591	0,584	0,578	0,555	0,538
11	0,513	0,590	0,584	0,577	0,571	0,564	0,557	0,550	0,544	0,537	0,529	0,521	0,499	0,486
11,5	0,451	0,543	0,536	0,529	0,521	0,514	0,505	0,496	0,488	0,479	0,470	0,460	0,440	0,429
12	0,392	0,496	0,487	0,478	0,468	0,459	0,449	0,439	0,429	0,419	0,410	0,401	0,382	0,373
12,5	0,341	0,445	0,435	0,424	0,413	0,403	0,393	0,384	0,375	0,365	0,357	0,349	0,334	0,326
13	0,299	0,393	0,383	0,373	0,363	0,353	0,345	0,337	0,328	0,320	0,313	0,306	0,292	0,286
13,5	0,264	0,347	0,338	0,329	0,321	0,312	0,304	0,297	0,290	0,282	0,276	0,270	0,259	0,253
14	0,235	0,308	0,300	0,292	0,284	0,276	0,270	0,263	0,257	0,251	0,245	0,240	0,230	0,225
14,5	0,210	0,274	0,267	0,260	0,253	0,246	0,241	0,235	0,229	0,224	0,219	0,214	0,206	0,202
15	0,188	0,245	0,239	0,233	0,226	0,220	0,215	0,211	0,206	0,201	0,197	0,193	0,185	0,181
15,5	0,170	0,220	0,215	0,209	0,204	0,199	0,194	0,190	0,186	0,181	0,178	0,174	0,167	0,164
16	0,155	0,199	0,194	0,190	0,185	0,180	0,176	0,172	0,168	0,164	0,161	0,158	0,152	0,149
16,5	0,141	0,181	0,177	0,172	0,168	0,164	0,160	0,157	0,153	0,150	0,147	0,144	0,138	0,136
17	0,129	0,165	0,161	0,157	0,153	0,149	0,146	0,143	0,140	0,137	0,134	0,132	0,127	0,124
17,5	0,119	0,151	0,148	0,144	0,141	0,137	0,134	0,132	0,129	0,126	0,124	0,121	0,117	0,114
18	0,108	0,137	0,134	0,131	0,128	0,124	0,122	0,120	0,117	0,115	0,112	0,110	0,106	0,105
18,5	0,098	0,123	0,120	0,117	0,115	0,112	0,110	0,108	0,105	0,103	0,101	0,100	0,096	0,094
19	0,088	0,110	0,108	0,105	0,103	0,100	0,099	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,086	0,085
19,5	0,080	0,100	0,097	0,095	0,093	0,091	0,089	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,078	0,077
20	0,073	0,090	0,088	0,086	0,084	0,083	0,081	0,079	0,078	0,076	0,075	0,074	0,071	0,070
20,5	0,066	0,081	0,079	0,077	0,076	0,074	0,073	0,072	0,070	0,069	0,068	0,067	0,065	0,064
21	0,058	0,071	0,070	0,068	0,067	0,066	0,065	0,063	0,062	0,061	0,060	0,059	0,058	0,057
21,5	0,052	0,062	0,061	0,060	0,059	0,057	0,056	0,056	0,055	0,054	0,053	0,052	0,051	0,050
22	0,045	0,053	0,052	0,052	0,051	0,050	0,049	0,048	0,047	0,047	0,046	0,045	0,044	0,044
22,5	0,039	0,046	0,045	0,044	0,044	0,043	0,042	0,042	0,041	0,040	0,040	0,039	0,038	0,038
23	0,033	0,039	0,039	0,038	0,037	0,037	0,036	0,036	0,035	0,035	0,034	0,034	0,033	0,033
23,5	0,028	0,033	0,033	0,032	0,032	0,031	0,031	0,030	0,030	0,030	0,029	0,029	0,028	0,028
24	0,024	0,028	0,028	0,027	0,027	0,026	0,026	0,026	0,025	0,025	0,025	0,025	0,024	0,024
24,5	0,020	0,024	0,023	0,023	0,023	0,022	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,020	0,020
25	0,017	0,020	0,020	0,019	0,019	0,019	0,019	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,017	0,017

11.8.5. CURVA NIVEL DE RUIDO

Nivel de ruido a la altura del buje		
Condiciones para el nivel de ruido:	Medida estándar IEC 61400-11 ed. 3 Máxima turbulencia a la altura del buje: 30% Ángulo de flujo de entrada (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Densidad del aire: 1,225 kg/m ³	
Velocidad del viento a la altura del buje [m/s]	Nivel de ruido a la altura del buje [dBA]	Nivel de ruido a la altura del buje [dBA]
3	94,6	97,8
4	94,6	97,8
5	95,2	98,4
6	98,6	101,8
7	102,2	105,4
8	105,6	108,8
9	106,9	110,1
10	106,9	110,1
11	106,9	110,1
12	106,9	110,1
13	106,9	110,1
14	106,9	110,1
15	106,9	110,1

11.9. CAPACIDADES DE CONEXIÓN A LA RED

El aerogenerador a instalar, y la instalación en su conjunto, cumplirá todos los requerimientos del Operador del Sistema y la normativa vigente para su conexión a la red, cumpliendo la instalación con los requisitos descritos en el Procedimiento de Operación 12.2 "Instalaciones conectadas a la red de transporte peninsular: requisitos mínimos de diseño y equipamiento", Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas y la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.

11.9.1. RANGOS DE TENSIÓN Y FRECUENCIA

Rangos de operación – Conexión a la red		
Tensión nominal de fase	[UNP]	720 V
Frecuencia nominal	[fN]	50/60 Hz
Máximo gradiente de frecuencia	±4 Hz/sec.	
Tensión máxima de secuencia negativa	3% (conexión) 2,5% (operación)	
Relación de cortocircuito mínima requerida en la conexión de la turbina	5,0 (valores más bajos disponibles)	

El generador y el convertidor se desconectarán de red si:

Parámetros de protección configurados	
Tensión por encima del 110%** del valor nominal durante 1800 seg	792 V
Tensión por encima del 116% del valor nominal durante 60 seg	835 V
Tensión por encima del 125% del valor nominal durante 2 seg	900 V
Tensión por encima del 136% del valor nominal durante 0,15 seg	979 V
Tensión por debajo del 90% del valor nominal durante 180 seg (FRT)	648 V
Tensión por debajo del 85% del valor nominal durante 12 seg (FRT)	612 V
Tensión por debajo del 80% del valor nominal durante 4,8 seg (FRT)	576 V
Frecuencia por encima del 106% del valor nominal durante 120 seg	53/63,6 Hz
Frecuencia por encima del 110% del valor nominal durante 0,2 seg	55/66 Hz
Frecuencia por debajo del 94% del valor nominal durante 0,2 seg	47/56,4 Hz

(**) La turbina puede estar configurada para operación en continua a +/-13% del valor de tensión.

11.9.2. CONTROL DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA

El aerogenerador permite el control de la potencia activa y reactiva a través de su sistema de control SCADA.

Relación de máxima pendiente para control externo	
Potencia activa	0.1 p.u./seg para cambio de nivel de potencia máxima de 0,3 p.u. 0.3 p.u./seg para cambio de nivel de potencia máxima de 0,1 p.u.
Potencia reactiva	20 p.u./seg

La salida de potencia activa en la subestación se puede reducir en el rango $0 \div 100\%$ de la potencia nominal. Esto se hace usando el Power Plant Controller (PPC) que impone una restricción de potencia activa en cada aerogenerador para asegurar que la salida de potencia activa de todo el parque no exceda el límite máximo. El circuito de control de potencia activa obtiene la producción de potencia activa del medidor de red en la subestación y calcula la referencia total para asignar continuación la consigna correspondiente a los aerogeneradores según la capacidad de cada aerogenerador individual. Si es necesario, el ciclo pausará algunos aerogeneradores para lograr bajas referencias de producción. En cualquier caso, el ciclo tiene como objetivo mantener en funcionamiento la mayor cantidad de aerogeneradores que sea posible.

La potencia reactiva o el control del factor de potencia se realiza a través del sistema de control SCADA, que impone una referencia de potencia reactiva en cada aerogenerador y, en caso de existir, en el equipo de compensación adicional en la subestación. El máximo tiempo de respuesta de esta función es de 10 segundos.

Para conseguir estabilidad de red, el aerogenerador es capaz de permanecer conectado a la red hasta con potencias activas de 10% de la potencia nominal, pudiéndose desconectarse de la red para potencias inferiores.

11.9.3. CONTROL DE TENSIÓN

El control del nivel de tensión se realiza a través del sistema de control SCADA haciendo uso de la capacidad de potencia reactiva. Dicho sistema impone una referencia de potencia reactiva en cada aerogenerador y, en caso de que éste existiera, en el equipo de compensación adicional en la subestación.

El máximo tiempo de respuesta de esta función es de 10 segundos.

11.9.4. CONTROL DE FRECUENCIA

El aerogenerador puede configurarse para actuar sobre el control de frecuencia reduciendo la potencia de salida como función lineal de la frecuencia de red. La banda muerta y la pendiente para el control de la frecuencia también son configurables.

11.9.5. DISTORSIÓN

El aerogenerador se puede conectar con una distorsión de tensión en pre-conexión del 8% y operar con una distorsión de tensión post-conexión del 8%.

11.9.6. CALIDAD DE LA ONDA GENERADA

Los parámetros de calidad de red de los aerogeneradores son adecuados para la evaluación de las perturbaciones de la planta de energía eólica a la red de acuerdo con la norma IEC61400-21.

11.10. RESPUESTA FRENTE A HUECOS DE TENSIÓN

El aerogenerador a instalar cumple los requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas conforme con el Procedimiento vigente en fecha 20 de abril de 2018 de Operación 12.3 de Red Eléctrica de España (Resolución de 4 de octubre de 2006 de la Secretaría General de Energía).

El aerogenerador se encuentra equipado con un convertidor que permite un mejor control del mismo ante fallos de red. El sistema de control continúa en funcionamiento ante fallos de red. El aerogenerador está diseñado para permanecer conectada durante perturbaciones de red dentro de una curva de tolerancia de tensión, desconectándose de la red fuera de dicha curva.

11.10.1. CONTRIBUCIÓN DE LA CORRIENTE REACTIVA

CORRIENTE REACTIVA SIMÉTRICA

Durante huecos de tensión simétricos, el parque eólico inyecta corriente reactiva para apoyar a la tensión de red. La corriente reactiva inyectada es función de la tensión de red medida.

CORRIENTE REACTIVA ASIMÉTRICA

La corriente inyectada está basada en la tensión y el factor-K. Durante huecos de tensión asimétricos, la corriente reactiva inyectada está limitada a aproximadamente 0,4 p.u. para limitar el incremento de tensión en las fases que no experimentan huecos de tensión.

11.10.2. HUECOS DE TENSIÓN MÚLTIPLES

El aerogenerador está diseñado para aguantar eventos con múltiples huecos de tensión en un periodo corto de tiempo.

11.11. OTROS ASPECTOS

11.11.1. BALIZAMIENTO

El parque eólico cuenta con sistemas de balizamiento luminoso de acuerdo a la normativa de navegación aérea correspondiente.

Concretamente, el balizamiento del aerogenerador consta de un sistema de iluminación dual de intensidad tipo Media A (durante el día y el crepúsculo) / Media C (durante la noche) en la parte superior de la nacelle. Puesto que la altura máxima del aerogenerador a punta de pala supera los 150 m, el balizamiento cuenta con una segunda luz alternativa en caso de fallo de la luz en funcionamiento, así como con un segundo nivel de luces de obstáculos de baja intensidad tipo B situado como mínimo a dos metros por debajo de la altura correspondiente al punto más bajo de las palas del aerogenerador (de modo que las palas en movimiento no tapen las luces de obstáculos). Este segundo nivel de iluminación se requiere durante la noche o en condiciones de baja visibilidad y consta de un mínimo de 3 luces de modo que se asegure la visibilidad desde todos los azimuts.

Las balizas estarán alimentadas por un módulo UPS y se incluirá un módulo de sincronización de destellos.

11.12. RESTRICCIONES GENERALES. CONDICIONES DE OPERACIÓN

- Todos los datos mostrados son válidos para condiciones al nivel del mar y densidad de aire estándar.
- Durante los periodos de vientos bajos, es de esperar un aumento del consumo de potencia para el calentamiento y la deshumidificación de la nacelle.
- En caso de acumulación de hielo en palas y otros componentes del aerogenerador, es de esperar interrupciones en la operación si bien, dado el histórico de datos meteorológicos registrados en el emplazamiento, el número de veces que se registrará dicha circunstancia a lo largo de la vida del Aerogenerador será mínimo.
- La combinación de vientos altos con condiciones de altas temperaturas y/o bajo voltaje de red, puede provocar una disminución de la potencia nominal para asegurar que las condiciones térmicas de algunos componentes principales como la multiplicadora, generador, transformador, cables de potencia, etc. se mantengan dentro de los límites.
- En caso de pérdida de tensión eléctrica y muy bajas temperaturas, se debe esperar un cierto tiempo para el calentamiento antes de que el aerogenerador comience a operar.
- Todos los parámetros de arranque y parada (temperaturas, velocidades de viento...) llevan asociados una histéresis en el sistema de control. Esto puede suponer en ciertas condiciones la parada del aerogenerador, aun cuando los parámetros ambiente instantáneos estén dentro de los límites especificados.

- Los aerogeneradores están diseñados para soportar caídas de la tensión eléctrica hasta 52 veces al año sin menoscabo de su vida útil.

11.13. DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE DE LOS AEROGENERADORES

El aerogenerador se transporta a pie de obra como un conjunto de piezas dispuestas para su ensamblaje, del modo que se detalla a continuación:

- Tramos de la torre tubular, introducidos secuencialmente en el de mayor diámetro.
- Nacelle, con cables de conexión a la unidad de control y celda a pie de torre.
- Tren de potencia (rodamiento principal y multiplicadora)
- Tres palas sin ensamblar.
- Buje del rotor.
- Unidad de control.
- Accesorios (escalera interior, línea de seguridad, tornillos de ensamblaje, etc.).

En primer lugar, se procede al ensamblaje de la nacelle sobre el terreno, incorporando a la misma el tren de potencia.

Una vez terminada la operación anterior, se procede al levantamiento de los elementos mediante grúas, operando del modo siguiente:

- Se eleva la torre por tramos, colocándose el primero de ellos sobre la zapata de cimentación, apretándose los tornillos entre la brida inferior y la sección de la cimentación. Los siguientes tramos se elevan a continuación, atornillando las uniones bridadas.
- Se iza la nacelle, y cuando está situada sobre el collarín superior de la torre, se aprietan los tornillos de sujeción.
- Se eleva el buje y se fija al plato de conexión situado en el extremo delantero del eje principal de la nacelle.
- Se elevan las palas una a una y se conectan al buje, conectándose seguidamente el mecanismo de regulación del paso de las palas.
- Se procede al tendido de los cables de la nacelle por el interior de la torre, para su posterior conexión a la unidad de control.
- Se coloca la unidad de control sobre los apoyos dispuestos en la cimentación y se conectan los cables de potencia y de control de la nacelle, quedando el aerogenerador dispuesto para su conexión a la red.

Previamente al montaje, se debe construir una zapata de cimentación en la que quedan embutidos los pernos de anclaje de la torre.

11.14. CUMPLIMIENTO DE CÓDIGOS DE RED

El modelo de aerogenerador que se instale satisfará todos los requerimientos del Operador del Sistema y la normativa vigente para su conexión a la red, que se deriven de la aplicación del Reglamento UE 631/2016 y su normativa en desarrollo.

11.15. CERTIFICADO DE TIPO

El fabricante de los aerogeneradores que finalmente se instalen deberá aportar Certificado de Tipo que confirme que el aerogenerador ha sido diseñado, fabricado y documentado de acuerdo con las hipótesis de diseño, estándares específicos y requisitos técnicos normalizados aplicables en España.

12. MEDIDAS PREVISTAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

12.1. NORMATIVA SOBRE INCENDIOS APLICABLE A LA INSTALACIÓN

La legislación vigente, a efectos del objeto de esta especificación, aplicable en el ámbito de España es el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI).

Las instalaciones y todo su equipamiento deben regirse por este reglamento, tal y como se indica en el catálogo de actividades del Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia y el Real Decreto 1468/2008, de 5 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Asimismo, se tendrá en cuenta lo indicado en:

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (R.D. 513/2017)
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (R.D. 842/2002)
- Instrucción técnica complementaria "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles" MIE-APQ 1.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (R.D. 337/2014)
- Instrucciones Técnicas Complementarias al RD 337/2014 (ITC-RAT 01 a 23)
- Norma UNE 23007-14 Sistemas de detección y alarma de incendios. Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso e instalación de los sistemas de detección de incendio.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Real Decreto 485/1997.
- Nota Técnicas de Prevención. Aerogeneradores (III): Medidas de prevención y protección durante el mantenimiento (NTP 1024).

12.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. NORMAS GENERALES

12.3.1. NORMAS SOBRE COMBUSTIBLES

- Cuando deban utilizarse productos inflamables, los trabajadores dispondrán de la cantidad estrictamente necesaria para la realización de los trabajos. El resto de sustancias que no vayan a ser utilizadas de forma inmediata permanecerán en sus correspondientes lugares de almacenamiento.
- Antes de almacenar recipientes que contengan productos inflamables, se comprobará que su cierre es hermético y que carece de roturas o deterioros.
- Se extremará la limpieza de los locales en los que se manejen sustancias inflamables, recogiendo inmediatamente los vertidos o derrames.
- Los responsables de las diferentes instalaciones o áreas de trabajo comprobarán periódicamente las conducciones de líquidos y gases inflamables para detectar posibles fugas y goteos. Las deficiencias localizadas serán solucionadas a la mayor brevedad posible.
- Cuando los trabajadores aprecien algún tipo de escape deberán comunicarlo inmediatamente a su mando directo.
- En ningún caso se efectuarán trabajos sobre recipientes que hayan contenido productos inflamables sin el correspondiente Permiso de Trabajo que autorice la ejecución de los mismos.

12.3.2. NORMAS SOBRE FOCOS DE IGNICIÓN

- En los lugares en los que exista riesgo de incendio o explosión queda terminantemente prohibido fumar, producir chispas, encender fuego o introducir cerillas, encendedores o cualquier útil de ignición. Esta deberá aparecer convenientemente señalizada.
- No se depositarán materiales combustibles en un radio de al menos 1,50 metros alrededor de calderas, hornos y, en general, de aparatos que eleven la temperatura ambiente.
- Antes de efectuar trabajos de soldadura o cualquier otro que genere chispas, llamas o incremente la temperatura, se deben retirar los objetos o materiales combustibles próximos al lugar de la operación, apantallando o recubriendo con mantas ignífugas u otro medio eficaz los que no puedan retirarse.
- En las zonas con riesgo de incendio o explosión, no se llevará a cabo ninguna operación que pueda generar incremento de temperatura sin el correspondiente Permiso de Trabajo que la autorice.

- En los locales o instalaciones en los que la electricidad estática suponga riesgo de incendio o explosión, se mantendrán permanentemente unidos a tierra todos los elementos en los que aquella pueda generarse.
- Los responsables de las distintas instalaciones o áreas de trabajo comprobarán periódicamente la continuidad de dichas puestas de masas a tierra.

12.3.3. NORMAS SOBRE EXTINCIÓN

- Los trabajadores deben familiarizarse con los equipos de extinción que existan en la proximidad de su puesto de trabajo. Todos los trabajadores recibirán un curso de manejo de extintores, previo a la utilización de los mismos.
- Los mandos directos deberán fomentar dicho comportamiento encaminado a facilitar la utilización adecuada y rápida de dichos equipos en caso de necesidad.
- Si un trabajador descubre un incendio debe:
 - Mantener la calma.
 - Avisar de inmediato a cualquier compañero y, si es posible, a su mando directo. El trabajador nunca debe actuar solo en situaciones de emergencia.
 - Evaluar la situación y, si piensa que puede dominarlo, atacar el incendio con el extintor adecuado, teniendo en cuenta que los extintores portátiles sólo son eficaces ante conatos de incendio.
 - Si no lo controla, dar la alarma.
 - Hasta que llegue ayuda, cerrar todas las puertas y ventanas, si puede hacerlo sin riesgo, y situarse en lugar seguro.
- El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles.
- Se ubicarán sobre paramentos verticales a una altura que no superará los 1,70 metros contados desde el suelo hasta la parte superior del aparato.
- Estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación.
- Nunca se colocarán objetos de ningún tipo sobre los extintores o en su entorno que dificulten su visibilidad o su accesibilidad.
- Antes de emplear un extintor debe comprobarse que es el adecuado para el tipo de fuego presente conforme la tabla adjunta. El baremo utilizado recoge las siguientes categorías: Muy Adecuado, Adecuado, Aceptable o Nulo. Además, en los fuegos tipo E se indican los agentes extintores cuya utilización puede resultar peligrosa.

Agente extintor	Clase de fuego				
	A. Fuegos sólidos	B. Fuegos de líquidos	C. Fuegos de gases	D. Fuegos de metales especiales	E. Fuegos en presencia de tensión eléctrica superior a 35 kV
Agua pulverizada	Muy adecuado	Aceptable	Nulo	Nulo	Peligroso
Agua a chorro	Muy adecuado	Aceptable	Nulo	Nulo	Muy peligroso
Polvo BC (convencional)	Nulo	Muy adecuado	Adecuado	Nulo	Adecuado
Polvo ABC (polivalente)	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Nulo	Adecuado para tensiones inferiores a 1000 V. No utilizar a partir de dicha tensión
Polvo específico para metales	Nulo	Nulo	Nulo	Adecuado	Nulo
Espuma física	Adecuado	Adecuado	Nulo	Nulo	Peligroso
Anhídrido carbónico	Aceptable	Aceptable	Nulo	Nulo	Muy adecuado
Hidrocarburos halogenados	Aceptable	Adecuado	Nulo	Nulo	Adecuado

Tabla 20: Elección del agente extintor según la clase de fuego.

- Si el fuego se produce en una instalación eléctrica, se cortará el suministro eléctrico antes de iniciar la extinción, si esto es posible. Si no lo es, sólo se procederá a atacar el fuego tras asegurarse del completo aislamiento eléctrico de las personas que intervengan.
- Cuando se empleen extintores de CO₂, se utilizarán guantes y nunca se colocará la mano sobre la boquilla difusora. Dicha boquilla se cogerá por la empuñadura que posee al efecto, para evitar quemaduras por frío.
- En los fuegos de gases se intentará cortar su suministro, por lo que debe conocerse la ubicación de las válvulas de cierre.
- Una vez controlado el incendio debe comprobarse que está completamente apagado y eliminados los focos de temperatura elevada antes de abandonar el lugar. Si se han producido humos en la combustión, debe ventilarse la zona.

12.3.4. INDICACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE EXTINTORES

- Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta o asa fija de que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.
- En caso de que el extintor posea manguera, asirla por la boquilla para evitar la salida incontrolada del agente extintor. En caso de que el extintor fuese de CO₂, debe tener un

cuidado especial para asir la boquilla por la parte aislada destinada para ello y no dirigirla hacia las personas.

- En caso de que exista válvula o disco de seguridad, comprobar que ambos están en posición sin peligro de proyección de fluido hacia el usuario.
- Quitar el pasador de seguridad tirando de su anilla.
- Acercarse al fuego dejando como mínimo un metro de distancia. En caso de espacios abiertos acercarse en la dirección del viento.
- Apretar la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.
- Dirigir el chorro a la base de las llamas.

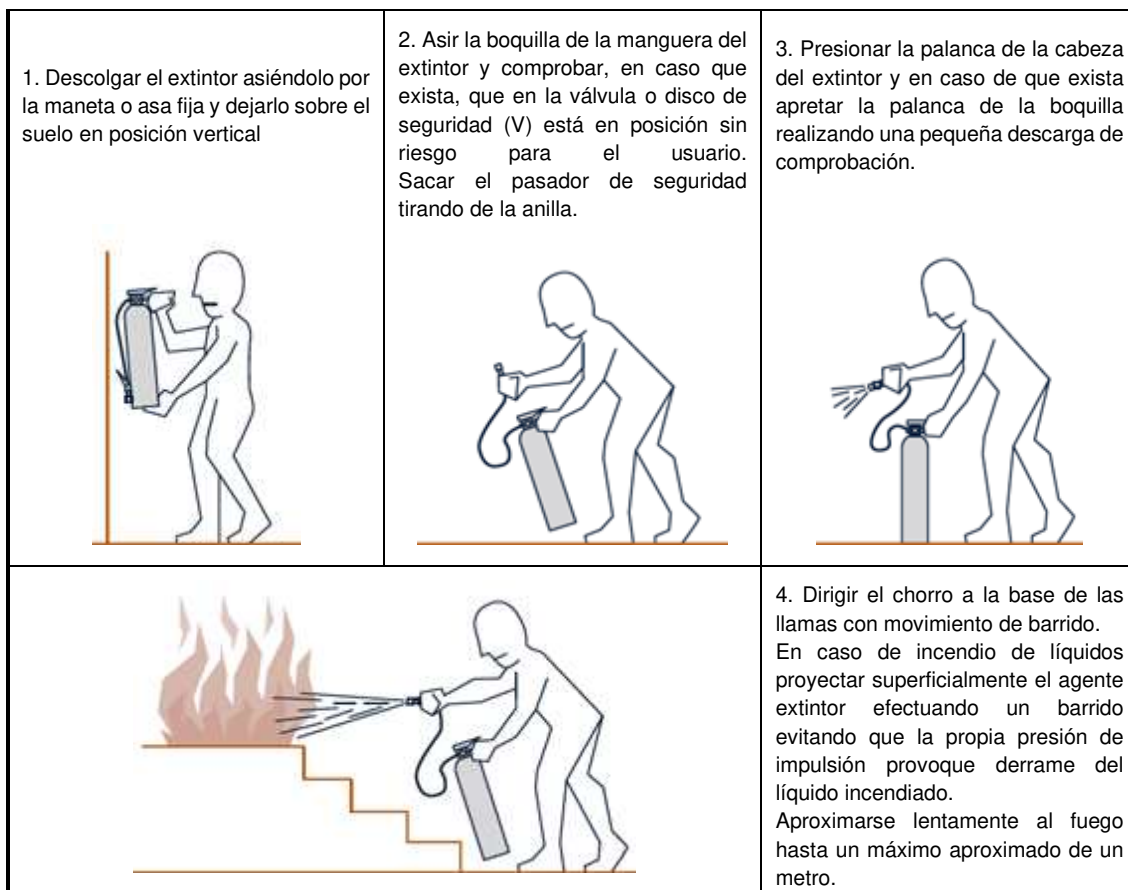


Figura 6: Reglas generales de uso de un extintor de incendios portátil

- En el caso de incendios de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar el derrame incontrolado del producto en combustión. Avanzar gradualmente desde los extremos.

- El fuego se atacará de espaldas al viento o a favor de las corrientes de aire en el interior de los edificios.
- Una vez utilizado un extintor, aunque su uso haya sido mínimo, no se volverá a colocar en su sitio, sino que se entregará para su recarga. Deberá ser sustituido por otro completamente cargado.

12.5. EQUIPOS DE EXTINCIÓN.

12.5.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

En el centro de seccionamiento se instalarán los siguientes equipos:

- 1 Extintor 5Kg CO₂ – Eficacia 89B (Equipos Eléctricos)
- 1 Extintor 6Kg Polvo ABC – Eficacia 27A/183B (Fuegos Exteriores)

12.5.2. AEROGENERADORES

Los aerogeneradores llevarán incorporados los siguientes sistemas:

- Sistemas manuales de alarma
- Extintor montado en la base de la torre.
- Extintor montado en la nacelle.
- Sensor de humos en la nacelle y la base de la torre.
- Sistema de extinción automática - FSS

12.5.3. SISTEMAS MANUALES DE ALARMA

Se instalarán pulsadores de parada de emergencia en la nacelle, en el buje y en la base de la torre. Teniendo en cuenta las dimensiones de la nacelle y el buje, la distancia máxima a recorrer hasta alcanzar un pulsador es menor de 25 metros.

12.5.4. EXTINTOR MONTADO EN LA BASE DE LA TORRE

El extintor montado en la base de la torre será de 5 kg de CO₂, de 15 kg de peso. El extintor irá posicionado a la entrada a la torre sobre un soporte habilitado a tal efecto:

Encima del extintor, a la altura en la que quede visible irá una pegatina indicando la existencia del mismo.

12.5.5. EXTINTOR MONTADO EN LA NACELLE

El extintor montado en la nacelle será de 5 kg de CO₂, de 15 kg de peso. El extintor irá sobre la columna izquierda del pórtico 2 sujetándolo mediante las cintas que contiene el soporte. Deberá colocarse una pegatina en la nacelle encima del extintor, a la altura de la parte superior, en la que quede visible el uso de este elemento.

12.5.6. SENSORES DE HUMOS

El detector de humos se utiliza para detectar humos en la nacelle y en la base de la torre. Es de tipo fotoeléctrico y sus características técnicas son:

- La cámara de detección deberá estar protegida contra corrientes de aire, insectos y suciedad.
- La sensibilidad del detector deberá cumplir con la normativa EN54.
- La compatibilidad electromagnética cumplirá la directiva de EMC 89/336
- Tensión de alimentación 24 V en continua.
- Sin resistencia limitadora.
- Sin centralita de mando.
- Temperatura de trabajo entre -10 y 60°C como mínimo.
- IP 40.
- Marcado CE

Cuando la señal de humos permanece activada durante más de 0,5 segundos, aparece una señal de alarma que lleva la maquina a emergencia y al instante deja de llegar energía a la celda.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del sensor de humos en el interior de la nacelle:

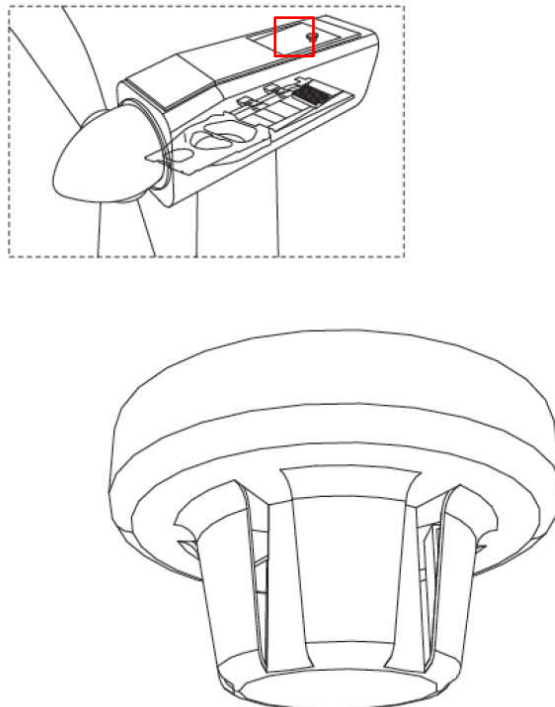


Figura 7: Ubicación sensor de humos en nacelle

12.5.7. SISTEMA DE EXTINCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS - FSS

Adicionalmente, a pesar de no ser requerido para el cumplimiento de la normativa, los aerogeneradores contarán con un sistema de extinción automático (FSS, por sus siglas en inglés "Fire Supression System") proporcionado por el fabricante. Dicho sistema utilizará un agente para la supresión del fuego, que no sea tóxico, no conduzca eléctricamente y no contamine el medio ambiente (3M Novec 1230).

El FSS está dimensionado en el aerogenerador para cumplir con la concentración de aire, según la normativa ISO 14520-5:2016. Este agente tiene una mayor capacidad de extraer el calor del fuego que el aire.

Las zonas donde está instalado el sistema FSS son las siguientes:

- Armario de control de la Nacelle
- Armario de los convertidores de potencia
- Compartimento del transformador.

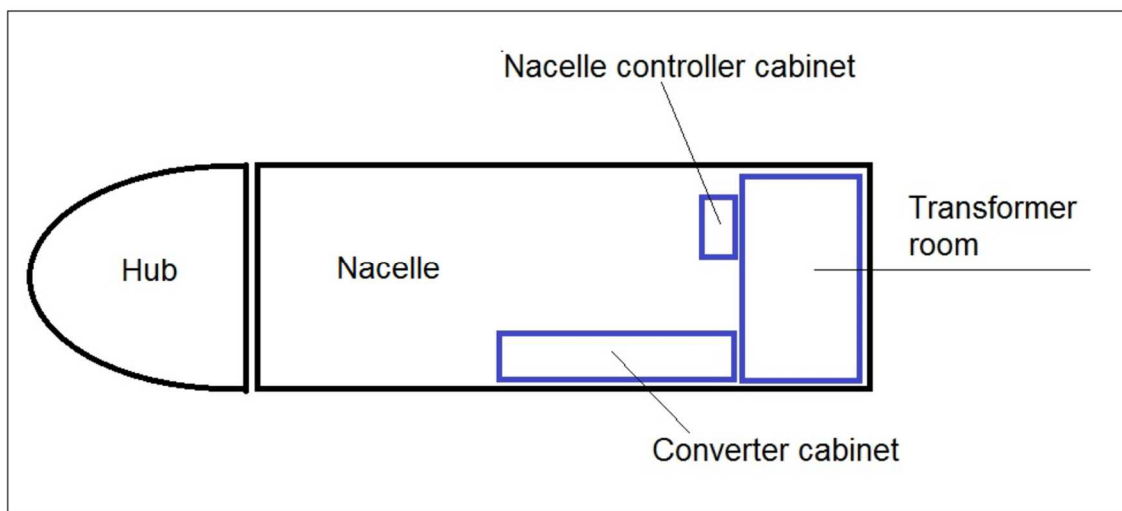


Figura 8: Zonas de instalación del FSS

El sistema FSS se activa por el sistema de detección de humo y calor. En caso de detección de posible fuego por los sensores en una o más áreas, el aerogenerador se para y se desconecta de la red para desenergizar las zonas en peligro y evitar la reignición.

El sistema FSS consta de los siguientes elementos:

- Tanques
- Agente supresor
- Tuberías con rociadores

A continuación, se muestra la zona de los tanques con el agente supresor instalados en cada aerogenerador.

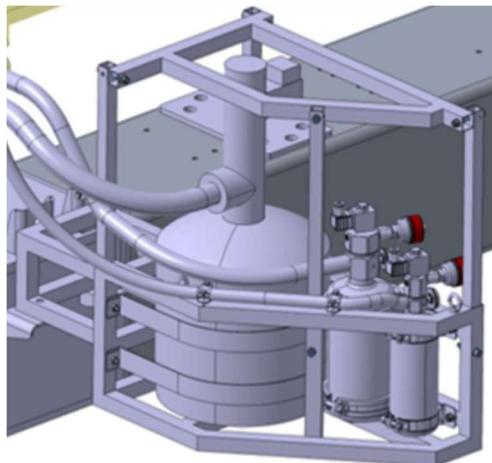


Figura 9: Tanques de almacenamiento de agente supresor

En la siguiente imagen se puede ver el sistema de tuberías instalado para la distribución del agente supresor en las zonas de riesgo de incendio.

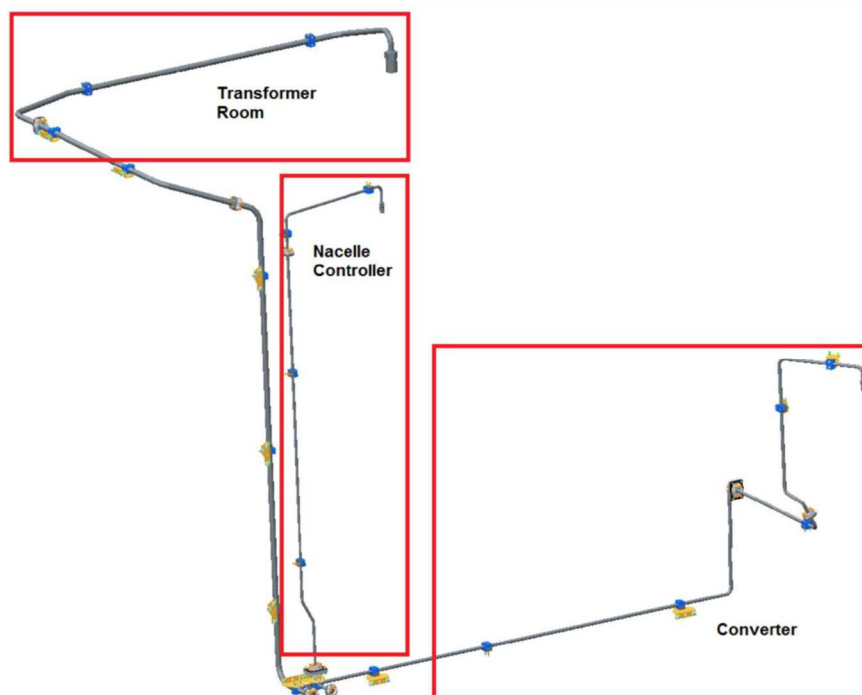


Figura 10: Sistema de tuberías para distribución de agente supresor

Cuando el FSS es activado por el sistema de detección de humo, el actuador abre la válvula del tanque correspondiente. Esto provoca la salida del fluido a través del sistema de tuberías y su distribución sobre la zona de riesgo. La estrategia de protección contra el fuego es detectar y extinguir un potencial fuego que tiene lugar en una de las áreas, y así evitar que se propague al resto de áreas o componentes del aerogenerador.

13. ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES A LAS DISPOSICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

13.1. NORMATIVA

De manera general, en todas las instalaciones, tanto durante la fase de obra como durante la fase de explotación del parque eólico, se cumplirá con toda la normativa española relevante sobre Seguridad y Salud en el Trabajo que resulte aplicable.

En particular, se observarán las siguientes:

- Ley 31/1995: Ley de Prevención de riesgos laborales (LPRL).
- Ley 32/2006: Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 54/2003: Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 590/1989: Reglamento de seguridad en las máquinas (Real Decreto 1495/86). Modificación parcial 1.
- Real Decreto 830/1991: Reglamento de seguridad en las máquinas (Real Decreto 1495/86). Modificación parcial 2.
- Real Decreto 485/1997: Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997: Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997: Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997: Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y obligatoriedad de la inclusión del Estudio de seguridad y salud en proyectos de obras.
- Real Decreto 614/2001|Real Decreto 614/2001: Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 286/2006: Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Decreto 2414/1961: Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio: Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

13.2. NORMAS DE SEGURIDAD DE ESPACIOS DE TRABAJO EN GENERAL

13.2.1. DIMENSIONES MÍNIMAS

Las dimensiones de los espacios de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Las dimensiones mínimas de los locales de trabajo serán las siguientes:

- 3 m de altura desde el piso hasta el techo (2,5 m en locales de servicios, oficinas y despachos).
- 2 m² de superficie libre por trabajador.
- 10 m³, no ocupados, por trabajador.
- Siempre que las condiciones inherentes al puesto de trabajo no lo impidan, la separación entre los elementos materiales existentes en el mismo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor con comodidad y sin riesgo para su seguridad y salud.
- Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.
- Las aberturas en las paredes o tabiques por las que exista peligro de caída a distinto nivel se protegerán mediante barandillas, rejas u otros resguardos que completen la protección hasta los 90 centímetros sobre el piso, como mínimo.
- Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de apertura, cierre, ajuste o fijación de las ventanas, centros de iluminación y dispositivos de ventilación. Cuando estén abiertos no se colocarán de forma que puedan constituir un riesgo para los trabajadores.
- La limpieza de las ventanas y centros de iluminación se llevará a cabo sin riesgo para los trabajadores que realicen dichas tareas o para terceras personas, que deberán estar dotados de dispositivos necesarios.

13.2.2. SUELOS

- Las características de los suelos (resistencia mecánica, química, conductividad térmica, características dieléctricas, comportamiento ante el deslizamiento, etc.) de los lugares de trabajo serán acordes con la actividad a desarrollar en la zona. Estarán constituidos por materiales consistentes y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.
- Las pequeñas diferencias de altura se salvarán con rampas o escaleras que cumplan las condiciones técnicas reglamentarias.
- Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída a distinto nivel de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas de protección equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura. Cuando se acceda a la abertura, se asegurará que la protección móvil no suponga un riesgo añadido para el trabajador. Cuando la protección no esté colocada, la abertura estará convenientemente señalizada y protegida.

13.2.3. PUERTAS Y PORTONES

- La anchura mínima de las puertas exteriores será de 0,80 metros. Además, serán suficientes en número y anchura para el rápido y seguro desalojo de los locales de trabajo.
- Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas y portones estarán fabricadas con materiales de seguridad que eviten lesiones a los trabajadores en caso de rotura. Las que no lo estén deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores. Estas puertas o portones transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista, que las hagan fácilmente visibles.
- Las puertas exteriores y las situadas en las vías de evacuación que no sean de vaivén, abrirán preferentemente hacia el sentido de la evacuación.
- Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los carriles y caer.
- Las puertas y portones que se abran hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída.
- Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual, salvo si se abren automáticamente en caso de avería del sistema de emergencia.

- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.
- Los portones destinados básicamente a la entrada/salida de vehículos permitirán ser utilizados por los trabajadores, sin ningún riesgo para su seguridad; de no ser así, deberán disponer en su proximidad de puertas destinadas a tal fin, expeditas y claramente señalizadas.

13.2.4. ESCALERAS FIJAS, RAMPAS Y PLATAFORMAS

Las rampas tendrán una pendiente no superior a:

- 12 % cuando su longitud sea menor que 3 metros.
- 10% cuando su longitud sea igual o mayor a 3 metros y menor de 10 metros.
- 8% en el resto de los casos.
- La anchura mínima de las escaleras fijas de nueva construcción es de 1 metro; excepto en las escaleras de servicio, cuya anchura no será inferior a 55 centímetros.
- La altura máxima entre descansos de una escalera será de 3,70 metros. La profundidad de los descansos intermedios, medida en dirección a la escalera, no será menor a 1 metro ni menor que la mitad de la anchura de la escalera.
- Todos los peldaños de una escalera fija tendrán las mismas dimensiones y sus escalones tendrán las siguientes dimensiones:
 - ✓ La huella, comprendida entre 23 y 36 centímetros.
 - ✓ La contrahuella, entre 13 y 20 centímetros. Se exceptúan de esta norma los escalones de las escaleras de servicio que tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella no superior a 25 centímetros.
- Quedan prohibidas las escaleras de caracol, salvo si son de servicio.
- Las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura dispondrán de barandillas en sus lados abiertos. Las escaleras de más de 1,20 metros o más de anchura deberán tener instalado pasamanos en el lado cerrado a una altura mínima de 90 centímetros. Para escaleras de menos de 1,20 metros de anchura, con ambos lados cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.
- Las plataformas de trabajo estarán protegidas en todo su contorno por barandillas de protección.
- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

- En las nuevas escaleras y plataformas con pavimentos perforados, la abertura máxima de los intersticios será de 8 milímetros.

13.2.5. ESCALAS FIJAS

- Las escalas fijas tendrán una anchura mínima de 40 centímetros y la distancia máxima entre peldaños será de 30 centímetros.
- Las escalas fijas dispondrán de una protección circundante, preferentemente, a partir de 2,5 metros de altura y, obligatoriamente a partir de 4 metros. Esta protección no será necesaria en conductos, pozos angostos y otras instalaciones que, por su configuración, ya proporcionen dicha protección.
- Cuando el paso desde el tramo final de una escala fija hasta la superficie a la que se desea acceder suponga un riesgo de caída por falta de apoyos, la barandilla o lateral de la escala se prolongará al menos un metro por encima del último peldaño o se tomarán medidas alternativas que proporcionen una seguridad equivalente.
- Si se emplean escalas fijas para alturas superiores a 9 metros, se instalarán plataformas de descanso cada 9 metros o fracción.

13.2.6. BARANDILLAS DE PROTECCIÓN

Las barandillas que se instalen en los lugares de trabajo reunirán las siguientes condiciones:

- Estarán constituidas por materiales rígidos.
- Ofrecerán una resistencia mínima de 150 Kg/m.
- Tendrán 90 centímetros de altura mínima.
- Dispondrán de protección que impida el paso o deslizamiento de trabajadores por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas, instalando en la plataforma, pasillo o espacio de trabajo que protejan las barandillas, rodapiés con una altura mínima de 15 centímetros sobre el nivel del piso.
- No podrán utilizarse como barandillas elementos tales como cuerdas, cadenas u otros materiales no rígidos.

13.2.7. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO

- Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios. Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con capacidad para guardar la ropa y el calzado. Dichas taquillas dispondrán de habitáculos separadores para separar la ropa de trabajo de la de calle cuando la primera pueda estar contaminada, sucia o húmeda.

- Los lugares de trabajo dispondrán de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, jabón y toallas u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Cuando se realicen trabajos sucios, contaminantes o que provoquen una sudoración elevada, dispondrán además de duchas con agua corriente, caliente y fría, y se les suministrará a los trabajadores los medios de limpieza que sean necesarios.
- Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los vestuarios y de los locales de aseo. Dichos retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. Los que hayan de ser utilizados por mujeres estarán dotados de recipientes higiénicos especiales y cerrados.

13.2.8. VÍAS Y SALIDAS DE EVACUACIÓN

- Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, deberán permanecer libres de estorbo, y desembocarán de la forma más directa en el exterior o en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, los trabajadores podrán evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente y en condiciones de seguridad.
- Siempre que los lugares de trabajo estén ocupados, las puertas situadas en los recorridos de las vías de evacuación deberán poder abrirse en cualquier momento desde el interior, sin ayuda especial.
- Las puertas de emergencia abrirán hacia el exterior y no deberán cerrarse con llave. Serán de características tales que cualquier persona pueda abrirlas fácil e inmediatamente en el sentido de la evacuación. Las puertas correderas o giratorias están prohibidas en salidas de emergencia.
- Las vías y salida específicas de evacuación, las puertas situadas en dichos recorridos de evacuación y las puertas de emergencia deberán estar señalizadas.

13.2.9. VÍAS DE CIRCULACIÓN

Las vías de circulación de los lugares de trabajo deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para los trabajadores que ejecuten sus tareas en su proximidad.

13.2.10. CONDICIONES AMBIENTALES

Se procurará que las condiciones ambientales en los lugares de trabajo no constituyan una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, y en la medida de lo posible, se evitarán las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las

corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

13.2.11. ILUMINACIÓN

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo se adaptará a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir las siguientes condiciones:

- La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- Se evitarán las variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso se colocarán éstas sin protección en el campo visual del trabajador. Asimismo, se evitarán los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
- No se emplearán fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.
- Los lugares de trabajo o la parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de alumbrado de emergencia. La alimentación eléctrica de la iluminación de emergencia estará asegurada por una fuente de energía independiente del sistema normal de iluminación.

13.2.12. NORMAS DE UTILIZACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO

- Los trabajadores están obligados a hacer un uso cuidadoso de los lugares de trabajo y de su dotación de mobiliario, equipos e instalaciones, evitando causar deterioros añadidos a los derivados de su empleo habitual.
- En los lugares de trabajo y en sus locales auxiliares o de servicio se prohíbe llevar a cabo actividades distintas de aquellas a las que están destinados.
- Los trabajadores respetarán la señalización establecida en los lugares de trabajo.

- En los desplazamientos peatonales por los lugares de trabajo, los trabajadores caminarán a paso normal, evitando correr, particularmente al franquear puertas, al utilizar escaleras y escalas, y cuando transporten cargas o equipos de trabajo.
- Cuando se transite por escaleras será obligatorio utilizar el pasamanos. Los escalones se subirán o bajarán de uno en uno.

13.2.13. MANTENIMIENTO DE LOS LUGARES DE TRABAJO

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones serán objeto de un mantenimiento periódico, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, advirtiéndolo de las mismas en tanto estén presentes.

13.2.14. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS

Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.

13.3. EQUIPOS DE TRABAJO Y MAQUINARIA

Los equipos de trabajo y maquinaria utilizados en las instalaciones cumplirán con la normativa indicada. En los siguientes apartados se identifican los riesgos más frecuentes, se establecen las normas básicas de seguridad a seguir y las protecciones personales y colectivas a seguir.

13.3.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA

13.3.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Choques con elementos fijos de la instalación.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

13.3.1.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la instalación.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampas, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la instalación.
- Las maniobras, dentro del recinto de la instalación, se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la instalación.
- La velocidad de circulación estará en consecuencia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones de terreno.

13.3.1.3. PROTECCIONES PERSONALES

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado siempre que baje del camión.
- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

13.3.1.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo se aproximará a una distancia de 1 m., garantizando ésta, mediante topes.

13.3.2. CAMIÓN GRÚA

13.3.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocución por defecto de puesta a tierra.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, etc.

13.3.2.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso.
- Asimismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- Para elevar palés se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre de palé.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará su correcto funcionamiento.
- Todos los movimientos de la grúa, serán realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Se comprobará la estabilidad del camión antes de su utilización.

13.3.2.3. PROTECCIONES PERSONALES

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.

13.3.2.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en la instalación.
- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo estas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

13.3.3. RETROEXCAVADORA

13.3.3.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

13.3.3.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de la instalación estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de esta o por algún giro imprevisto al bloquearse la oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno en la zona de entrada al solar, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

13.3.3.3. PROTECCIONES PERSONALES

El personal llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales.

13.3.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- No permanecerá nadie en el radio de funcionamiento de la máquina.
- Al descender por la rampa el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

13.3.4. GRÚA TORRE. GRÚA MÓVIL

13.3.4.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocución por defecto de puesto a tierra.
- Caídas en altura de personas por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostramiento deficiente, etc.

13.3.4.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento.
- Asimismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- El cubo de hormigonado cerrará herméticamente, para evitar caídas de materiales.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro y el descenso y elevación del gancho.
- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.

- Todos los movimientos de la grúa se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecarga, y es recomendable si se prevén fuertes vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 km/h., cortando corriente a 80 km/h.
- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas, instalado al montar la grúa.
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
- Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la instalación, se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar ligeramente la pluma, se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.
- Se comprobará la existencia de la certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.

13.3.4.3. PROTECCIONES PERSONALES

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

13.3.4.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en la instalación.
- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo éstas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

13.3.5. SOLDADURA

13.3.5.1. SOLDADURA ELÉCTRICA

- Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco afectando no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesto a ellas. Por ello, el soldador deberá utilizar: pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar, y prevenir la caída de chispa sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio, sobre el resto de la instalación con el fin de evitarlo de forma eficaz.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se debe interrumpir el trabajo.
- Tender de forma desordenada el cableado por la instalación.
- Anular y/o no instalar la toma de tierra en la carcasa de la "máquina de soldar".
- No desconectar totalmente la "máquina de soldar" cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (para el almuerzo o comida, por ejemplo).
- El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectores estancos de intemperie.
- La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

13.3.5.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas, pero procurando que la boca quede algo levantada, pero en evitación de accidentes por confusión de los gases las botellas se utilizarán en posición vertical.

- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.
- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que además de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar directamente en el suelo los mecheros.
- Tender de forma desordenada las mangueras de gases por los forjados. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva.
- Utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
- Apilar, tendidas en el suelo, las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición "de pie", atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

13.3.5.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Mono de trabajo.
- Pantalla antirradiaciones luminosas.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador.
- El ayudante utilizará durante la soldadura pantalla de soldador.

13.3.6. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO

13.3.6.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Proyección de partículas y polvo.

- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

13.3.6.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- La máquina tendrá en todo momento colocada la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

13.3.6.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

13.3.6.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

13.3.7. COMPRESOR

13.3.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco, por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

13.3.7.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasas, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un círculo en torno al compresor de un radio de 4 metros, área en la que será obligado el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor en evitación de desplazamientos indeseables.
- El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 metros del borde de las zanjas, en evitación de vuelcos por desplome de las "cabezas" de zanjas.
- Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.
- Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escape.
- Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.

13.3.8. SIERRA CIRCULAR

13.3.8.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

13.3.8.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de claros al cortar.

13.3.8.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad.

- Guantes de acero.
- Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticlavo.

13.3.8.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.

13.4. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Todos los trabajos con riesgos eléctricos se realizarán de acuerdo con las prescripciones del R.D. 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y de acuerdo con las recomendaciones de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de Riesgo Eléctrico, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo para facilitar la aplicación del R.D. 614/2001.

13.4.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Siempre que se realice cualquier tipo de operación en las instalaciones eléctricas, ya sea durante el proceso de puesta en servicio o en posteriores operaciones de mantenimiento, deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- Bloquear los aparatos de corte.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

13.4.2. INSTRUCCIONES BÁSICAS PARA MANIOBRAS

Antes de realizar cualquier tipo de maniobra, deberán tenerse en cuenta las siguientes premisas:

- No accionar nunca un seccionador en carga.
- Siempre que haya que cortar servicio en un circuito en carga, primero deberá accionarse el Interruptor de apertura de carga o el interruptor automático.
- Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra (P.A.T.) se comprobará la ausencia de tensión.
- Antes de restablecer servicio en un circuito se comprobará que estén abiertos los seccionadores de P.A.T.
- Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización.
- Utilizar el material de seguridad necesario para cada maniobra.

Todas estas premisas son extensivas tanto a las maniobras en los centros de transformación de los aerogeneradores como en la subestación transformadora y siempre que sea necesaria una maniobra, complementándose en cada caso con las instrucciones particulares.

13.4.3. REPOSICIÓN DE FUSIBLES

Siempre que tenga que actuarse en una celda de protección de transformador para realizar la reposición de fusibles, bien por haberse fundido o simplemente para sustituir éstos por otros de distinto tipo o calibre, deberá actuarse del siguiente modo:

- Abrir el interruptor de protección. En el caso de ser por fusión de uno de los fusibles, el automático de este aparato deberá estar abierto.
- Abrir el seccionador correspondiente a la celda de protección, con lo que se independizará el interruptor de protección del barraje, que está en tensión y que proporcionará un corte visible.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Conexionar el seccionador de P.A.T. en caso de existir o descargar el circuito a tierra por medio de una pértiga.
- Apertura de la celda y reposición de fusibles.

13.4.4. MANIOBRAS EN LA CELDA DEL INTERRUPTOR

Cuando el circuito que alimenta el centro está de paso, es decir, continúa a otros centros, la celda del interruptor deberá colocarse como celda de salida respecto al funcionamiento habitual del mismo. De esta forma, al cortar el servicio en ese circuito, a partir de dicho centro, éste no quedará sin alimentación en ningún momento.

El proceso de realización de la maniobra es el siguiente:

- Abrir el interruptor-seccionador o interruptor.
- Abrir el seccionador tripolar, intercalado entre el interruptor y el barraje.

En caso de ser necesario realizar operaciones en la celda, se deberá:

- Comprobar la ausencia de tensión.
- Descargar el circuito a tierra por medio del seccionador P.A.T. o con pértiga de P.A.T.

Si al comprobar que hay ausencia de tensión, se detecta que sí hay tensión, se deberá ir al centro de transformación del que procede dicho cable, accionando el aparato correspondiente de la celda de salida del mismo. Comprobar de nuevo la ausencia de tensión, descargar el circuito y realizar las operaciones previas.

13.4.5. MANIOBRAS EN LA CELDA DEL SECCIONADOR

Al igual que en el apartado anterior, con el circuito de paso, la celda de seccionador se colocará en el cable de llegada. El proceso de realización de maniobras en esta celda será el siguiente:

- Comprobar que no existe carga en el circuito que es alimentado a partir de esta celda.
Se tendrá seguridad de ello cuando:
 - El interruptor de protección esté abierto.
 - El interruptor de la celda de salida esté abierto.
- Abrir el seccionador tripolar.

En caso de ser necesario realizar operaciones en la celda, se deberán tomar las medidas indicadas en el apartado anterior:

- Comprobar la ausencia de tensión.
- Descargar el circuito a tierra por medio del seccionador P.A.T. o con pértiga de P.A.T.

13.4.5.1. ENCLAVAMIENTOS

Todas las celdas de maniobra estarán dotadas de enclavamientos. Son de tipo mecánico y tienen la finalidad de que, en todo momento, la secuencia de maniobra sea la correcta entre:

- Interruptor.
- Seccionador.
- Pantalla seccionadora aislante.
- Puerta de acceso.
- Seccionador de P.A.T.

A continuación, se indica un cuadro con las posibilidades de accionamiento en celdas con enclavamientos. Todos los elementos o aparatos expresados se consideran montados en la misma celda.

	Seccionador	Interruptor	Pantalla	Puerta	Secc. p.a.t.
Celda con tensión	X	X	X	-	-
Seccionador abierto		X	X	X	X
Seccionador Cerrado		X	-	-	-
Interruptor abierto	X		X	X	X
Interruptor cerrado	-		-	-	-
con pantalla	-	-		X	X
sin pantalla	X	X		-	-
puerta abierta	-	-	-		X
puerta cerrada	X	X	X		X
secc. P.A.T. abierto	X	X	X	-	
secc. P.A.T. cerrado	-	-	-	X	

"X" = El elemento puede accionarse; "-" = El elemento no puede accionarse

13.4.5.2. REARME DE RELÉS

En los interruptores de protección, el accionamiento automático se realiza por medio de relés directos de AT. Rearmar el relé es ponerlo en posición tal que no dé orden de apertura al interruptor en caso de cerrarle sobre un circuito sin avería ni sobrecarga.

Pueden distinguirse dos casos de rearme:

- Automático al accionar el aparato.
- Manual.

Si un aparato, con rearme manual, ha sido accionado por los relés, de no rearmar estos, el aparato volverá a abrir inmediatamente caso de accionarle o en algunos casos se quedará bloqueado hasta que no sean rearmados los relés.

En ocasiones, en caso de rearme automático, el aparato, al ser accionado vuelve a dispararse. En estas circunstancias deberá actuarse levemente, por medio de la pértiga de maniobra, sobre el dispositivo de accionamiento del relé, en sentido contrario al que produce el disparo. Realizada esta operación, se podrá accionar de nuevo el interruptor, comprobando que queda en posición de cerrado.

13.4.5.3. COMPROBACIÓN DE CONCORDANCIA DE FASES

Antes de realizar una maniobra de acoplamiento entre dos circuitos, bien en una celda o en un cuadro de distribución, se deberá comprobar la concordancia de fases. Esta

comprobación se deberá realizar por medio de unos pilotos señalizadores de tensión conectados al circuito por medio de unos divisores capacitivos, montados sobre aisladores.

Posteriormente a la comprobación, en caso de que haya concordancia de fases, se realizará la maniobra de acoplamiento. En caso de no haber concordancia, se procederá a intercambiar los puntos de conexión al barraje hasta conseguir dicha concordancia.

Esta operación se realizará siempre que se pongan en marcha nuevas instalaciones, se instale un equipo o se repare una avería que pueda dar lugar a un intercambio de fases.

13.4.5.4. OPERACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en servicio de la instalación, se revisarán los siguientes puntos:

- Revisión de normas de explotación.
- Comprobar los circuitos y tomas de tierra.
- Limpieza de todas las instalaciones, aisladores, soportes.
- Revisión de normas y manuales de cada uno de los aparatos a poner en servicio.
- Comprobar antes de poner en servicio el buen funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, haciendo todas las maniobras que se realizarán en el funcionamiento habitual.
- Limpieza y revisión de todos los contactos.
- Comprobar que todos los contactos de los aparatos están perfectamente limpios y a la presión adecuada.
- Comprobar que las conexiones del barraje y aparatos están bien realizadas y apretadas y que no hay ningún peligro de cortocircuito entre barras.
- Asegurarse del buen aislamiento eléctrico de la instalación y verificar que las condiciones de explotación son acordes con las prescripciones reglamentarias.
- En el caso de los transformadores, observar el nivel de aceite.
- Se llevarán a cabo las siguientes medidas:
 - Medida de la resistividad del terreno.
 - Medida de la resistencia de puesta a tierra.
 - Medida de las tensiones de paso y contacto.
 - Medida del tarado de los relés y del tiempo de actuación.

13.4.5.5. PROTECCIONES PERSONALES

Todas las protecciones se entienden homologadas

- Detector de tensión.
- Pinza V-OHM-A.
- Detector giro de fases.
- Escaleras aislantes.
- Bolsa portaherramientas.
- Cuerda y polea aisladas.
- Herramientas normales aislantes.
- Cizalla aislante.
- Máquina compresión terminales aislada.
- Calentador de aire eléctrico o candileja.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Casco aislante con pantalla facial.
- Guantes protección mecánica.
- Guantes aislantes distintas tensiones.
- Gafas inactivas.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de seguridad o visera con pantalla y adaptador.
- Guantes de caucho para trabajos en tensión.
- Calzado de seguridad contra miembros mecánicos.
- Herramientas aisladas.
- Banquetas y alfombrillas de aislamiento.
- Pértigas de maniobra y salvamento.
- Pértiga de verificación de ausencia de tensión.

13.4.5.6. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Botiquín.
- Extintor 12 kg polvo para fuego eléctrico.
- Cinta de señalización.
- Carteles peligro de muerte.
- Alfombrilla aislante.
- Tela vinílica.
- Perfil aislante para conductores.
- Protectores de bornas.
- Dedales aislantes.
- Pinzas aislantes.
- Manta aislante.
- Pantalla baquelita.
- Banqueta aislante.
- Pértiga de salvamento.
- Guantes aislantes.
- Comprobador neumático de guantes.
- Bastidor sujeción tela aislante.
- Portátil 100 w doble aislamiento.
- Luz autónoma de emergencia.
- Caja con protecciones para toma de corriente.
- Extractor de aire.
- Extractor de gases.
- Señales viales de peligro y limitación de velocidad.

13.4.6. DISPOSICIONES ADICIONALES

De acuerdo con el Reglamento de Centros de Transformación y las Ordenanzas de protección contra incendios, todos los centros de transformación estarán dotados de los siguientes carteles informativos y equipos de maniobra y protección siguientes:

- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Cartel de respiración de salvamento.
- Requisitos previos a los trabajos de instalaciones eléctricas en alta tensión.
- Pértiga de maniobra.
- Pértiga detectora de tensión.
- Palancas de accionamiento de las diferentes celdas.
- Guantes aislantes en perfecto estado.
- Casco.
- Alfombrilla.
- Banqueta aislante.
- Placas indicadoras de riesgo eléctrico.
- Extintor de incendios de eficacia mínima 89B.
- Cerradura de acceso al mismo, sólo para personal autorizado.

13.5. NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN AEROGENERADORES

13.5.1. NORMAS GENERALES

- Los trabajadores dispondrán de las herramientas y equipos necesarios para la realización de los trabajos, además se mantendrán en perfecto estado, de forma que su uso no suponga ningún riesgo.
- Las instrucciones de trabajo deberán ser claras y con precisión para el buen entendimiento de las actuaciones a realizar antes de comenzar cualquier trabajo.
- Se deberá mantener el área de trabajo limpia y ordenada, sin materiales y equipos no necesarios.
- Siempre que se produzca el derrame de alguna sustancia peligrosa (grasas, combustibles, ácidos, etc.) se limpiará inmediatamente.
- No se debe eliminar o prescindir de ninguna protección en máquinas o instalaciones. Toda protección que se haya suprimido por necesidad, será repuesta inmediatamente después de que dicha necesidad cese.
- En caso de tormenta (cuando se observen rayos o se escuchen truenos), es obligatorio abandonar los aerogeneradores.

13.5.2. PROXIMIDAD Y TRÁNSITO CERCA DEL AEROGENERADOR

- No colocarse a menos de un radio de 100 m. del aerogenerador a no ser que sea necesario. Si ha de inspeccionarse el aerogenerador en funcionamiento desde tierra, no situarse en el plano de las palas, pero puede observarse el rotor situándose contra el viento.
- El acceso al controlador de tierra del aerogenerador estará cerrado con llave con el fin de prevenir la entrada de intrusos que pongan en marcha o paren el mismo debido a un mal uso del controlador de tierra.

13.5.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Protección de la cabeza: Es obligatorio el uso de casco de protección en todos los trabajos de mantenimiento del aerogenerador, así como en los realizados en la subestación. En el caso de trabajos en las proximidades de líneas eléctricas, el casco deberá ser aislante.
- Protección de los ojos: Es obligatorio el uso de gafas, caretas transparentes o pantallas de protección en aquellos casos en que pueda existir riesgo de proyección de partículas o de deslumbramiento, en operaciones tales como soldar, cortar, golpear, etc.
- Protección respiratoria: Es obligatorio el uso de mascarillas, filtros o equipos respiratorios cuando exista la posibilidad de aspirar vapores o gases perjudiciales, especialmente en operaciones en las que se manejen pinturas, barnices u otros disolventes.

- Protección de las manos: Se utilizarán guantes de protección en aquellas actividades en las que exista riesgo de golpes, cortes o quemaduras en las manos, contactos eléctricos, o cuando se manejen sustancias tales como pinturas o aceites, debiendo ser en cada caso adecuados al trabajo que se está realizando. Guantes aislantes: Los guantes aislantes deben adaptarse a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras. Los guantes aislantes deben ser verificados frecuentemente y, antes de utilizarlos, hay que asegurarse de que están en buen estado y no presentan huellas de rotura, ni desgarró, ni agujeros por pequeños que sean. Todo guante que presente un defecto debe ser retirado. Los guantes aislantes deben ser conservados en cajas o bolsas de protección y no estar en contacto con objetos cortantes o punzantes.
- Protección de los pies: Es obligatorio el uso de zapatos de seguridad en todas las actividades en las que se utilicen herramientas, especialmente en la sustitución de componentes de los aerogeneradores. En aquellos trabajos en relación con sistemas eléctricos se utilizarán zapatos o botas aislantes apropiadas.
- Protección frente a caídas desde altura: Es obligatorio el uso de arnés de seguridad con salvacaídas y con 2 cuerdas de seguridad con gancho de anclaje y sistema absorbedor de energía cuando exista riesgo de caída desde una altura superior a 2 m., y especialmente en el ascenso y descenso del aerogenerador y uso del polipasto.
- Banqueta aislante y alfombra aislante: Es obligatorio el empleo de la banqueta aislante o de la alfombra aislante, conjuntamente con los guantes aislantes, en todas las maniobras de aparatos de corte de instalaciones de alta tensión, seccionadores, disyuntores, interruptores, al igual que para la utilización de las pértigas de maniobras, aun cuando estas operaciones se efectúen en el interior de un local. Antes de la utilización, es necesario asegurarse que las patas de la banqueta están sobre una superficie despejada, limpias y en buen estado. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puestas a tierra. Es necesario situarse en el centro de la banqueta o de la alfombra y evitar todo contacto con las masas metálicas. En ciertas instalaciones donde existe la unión equipotencial entre masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras. Si el emplazamiento de maniobra no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe ser señalizada.
- Verificadores de ausencia de tensión: Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados. Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material. Se debe verificar antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar antes y

después de su uso que la cabeza detectora funcione normalmente. Para la utilización de estos aparatos es obligatorio el uso de guantes aislantes. El empleo de la banqueta aislante o de la alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

- Pértigas aislantes de maniobra: Estas pértigas, deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación, en la que van a ser utilizadas. Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia. Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.
- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito: La puesta a tierra y en cortocircuito o la puesta en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuar un trabajo, debe hacerse mediante un dispositivo especial. Casco de seguridad.

13.5.4. DISPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL Y DEL PANEL

- Únicamente se permitirá a personas autorizadas o expertas la apertura de las puertas del armario de la unidad de control.
- Antes de inspeccionar o trabajar cerca del aerogenerador, cualquier control remoto debe estar desactivado.

13.5.5. INSPECCIÓN DE MAQUINARIA

Durante la inspección del aerogenerador debe seguirse el siguiente procedimiento:

- Durante la inspección deberán estar siempre cerca del aerogenerador al menos dos personas.
- Las palas se colocarán en posición de bandera.
- El generador debe ser desconectado y bloqueado el circuito de frenado con un candado.

Antes de subir, recordar que el operario debe estar equipado con:

- Calzado adecuado para escalar torres/torres de celosía.
- Cinturón de seguridad con el tramo corto de cuerda o el cinturón montado en la salva-caídas.
- Casco de seguridad.
- Comprobar que no hay nadie cerca del aerogenerador cuando comience a ascender.
- En el caso de llevar herramientas, lubricantes, etc. deben portarse en una bolsa sujeta al cinturón de seguridad o una bolsa de trabajo.
- Durante la subida el salva-caídas y la cuerda de sujeción deben estar montados.

- Asegurarse siempre de que no hay nadie debajo del aerogenerador mientras se está trabajando en la nacelle (incluso una pequeña llave es peligrosa cuando cae desde gran altura).
- Cualquier operario que se encuentre trabajando cerca de la puerta trasera o en la parte superior de la nacelle debe asegurarse al menos con un cabo de seguridad.
- Personas no autorizadas no deben, bajo ninguna circunstancia mover las cubiertas de los elementos giratorios o eléctricos.
- El freno de disco debe estar bloqueado, o el rotor debe estar bloqueado con el sistema de bloqueo correspondiente antes de que nadie entre en el cono de la nariz o trabaje en las partes que giran en la nacelle.
- Si es necesario trabajar en el buje de las palas o con las palas, el sistema de bloqueo del rotor debe ser montado; además el eje transversal deberá estar bloqueado.
- Antes de descender deben cerrarse el tragaluz, la puerta trasera y la trampilla de acceso a la nacelle. Los operarios deberán asegurarse de haber recogido todas las herramientas.
- Se tomarán precauciones especiales cuando deba escalarse una torre de celosía cuando se encuentre mojada o cubierta de hielo.
- Si las palas están heladas supone un gran peligro andar debajo o cerca del rotor. Si el aerogenerador es puesto en funcionamiento con hielo en las palas, el operario debe ser muy cuidadoso y asegurarse de que no hay personas cerca del mismo, puesto que hay peligro de caída de témpanos de hielo.

13.5.6. PRECAUCIONES EN CASO DE INCENDIO

- En caso de incendio en o cerca de un aerogenerador, éste será desconectado siempre de la red principal. Si no es posible acceder al enchufe principal del aerogenerador, deberá contactarse con la subestación transformadora para cortar el suministro.
- Si el incendio tiene lugar con el aerogenerador fuera de control y el mismo está en funcionamiento, bajo ninguna circunstancia debe acercarse nadie al aerogenerador. En un radio de 250 m como mínimo alrededor del aerogenerador el área debe ser evacuada y acordonada.
- Si el incendio se ha producido dentro de un aerogenerador parado, debe ser sofocado, pero nunca con agua, úsese un extintor de polvo.

13.5.7. FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN

- Antes de utilizar el polipasto, el operario se asegurará con, al menos, un cabo de seguridad.
- Las puertas se asegurarán con el bloqueo manual.

- Una vez el brazo oscilante está suelto, hacerlo oscilar fuera de la puerta y bloquearlo con el tornillo de bloqueo.
- Cuando el polipasto está en funcionamiento, nadie debe asirse a la cadena, dado que el gancho sube muy cerca de la brida de tierra del polipasto.

13.6. DESPLAZAMIENTOS A PARQUE Y DENTRO DE ÉSTE

- En los desplazamientos por vías públicas, habrán de cumplirse en todo momento las normas establecidas por la Dirección General de Tráfico.
- Durante la conducción se prohíbe la utilización de teléfonos móviles y cualquier otro medio o sistema de comunicación, salvo si esta se puede realizar sin emplear las manos ni usar cascos, auriculares o instrumentos similares.
- Cuando los desplazamientos sean por parque, se deberán respetar los siguientes límites de velocidad:
 - ✓ Velocidad Máxima de circulación de vehículos pesados en parque limitada a 25 km/h.
 - ✓ Velocidad Máxima de circulación para vehículos ligeros en parque limitada a 50 km/h.
- Las máquinas pesadas que han de circular por el parque, se mantendrán suficientemente apartadas de los bordes de talud, para que su peso no provoque derrumbes.
- Siempre que un vehículo o una máquina parada inicien un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor este falto de visibilidad, la maniobra será dirigida por un operario o más desde el exterior del vehículo.
- Con la presencia de hielo/nieve en los accesos al parque eólico, solamente se podrá acceder al mismo siempre y cuando el acceso se pueda realizar mediante todoterreno sin la utilización de cadenas, éstas deberán estar presentes en el todoterreno y su utilización se restringirá a la evacuación del parque en caso de tener que abandonarlo debido a un empeoramiento de las condiciones meteorológicas (niebla, nieve...). En caso de estar realizando una operación de mantenimiento y notar un empeoramiento de las condiciones meteorológicas, se deberá interrumpir inmediatamente la realización de dicha operación y evacuar el parque.

13.7. TRABAJOS EN CONDICIONES NOCTURNAS

Se respetarán los siguientes puntos:

- Para realizar trabajos nocturnos es imprescindible contar con una iluminación adecuada, que permita trabajar de forma segura.
- La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder transitar por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.
- El acondicionamiento de la iluminación conlleva la necesidad de proporcionar un nivel de luz adecuado al tipo de actividad realizada, pero junto al nivel de iluminación es necesario considerar otros aspectos importantes entre los que se encuentran el control de deslumbramiento, la uniformidad de la iluminación, el equilibrio de luminancias en el campo visual y la integración de la luz natural.
- Las exigencias visuales de la tarea no constituyen el único factor a considerar en el acondicionamiento de iluminación, también es necesario tener en cuenta la existencia de trabajadores con una capacidad visual menor de lo normal y las consecuencias negativas para la seguridad de las personas que se pueden derivar de los errores debidos a una mala visibilidad. Esto puede requerir el aumento de los niveles de luz y la adecuación de otros aspectos de la iluminación, de acuerdo con los criterios que se exponen más adelante.
- Previo a la realización de operaciones de trabajo nocturno, se realizará un reconocimiento y una valoración del grado de iluminación proporcionado por los medios auxiliares utilizados, para garantizar que el nivel mínimo de iluminación sea alcanzado.

13.8. DOCUMENTACIÓN MÍNIMA NECESARIA PARA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN LAS INSTALACIONES

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en los trabajos a realizar.
- Plan de Seguridad en el que se especificaran las medidas de protección y de prevención a adoptar y, en su caso, material de protección que se deba utilizar.
- Seguro de responsabilidad civil, que cubra la actividad a realizar.
- Los equipos de trabajo que se van a utilizar en las instalaciones deberán disponer certificado de marcado CE o de adecuación al R.D. 1215/97.
- Los vehículos empleados dispondrán de la ITV en vigor.
- Documentación de entrega a los trabajadores de los EPIs correspondientes a los trabajos a realizar con su marcado CE y en correcto estado.
- Documentación que describa la formación del personal en materia de Seguridad, como mínimo el "Nivel Básico de Seguridad y Salud".
- Certificado de los trabajadores de haber realizado el curso de "Trabajo en altura".
- Certificados de la propia empresa sobre la capacidad de los trabajadores para realizar trabajos eléctricos.
- Fichas de seguridad de los productos que se van a utilizar.
- Certificados de reconocimientos médicos aptos para trabajos en altura.

Memoria. Proyecto de Ejecución

Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Firmado:



Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2.024



Proyecto de Ejecución

II. Pliego de Condiciones

Parque Eólico “Cabigordo I” 40 MW

Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas (Teruel)

1. GENERAL

1.1. OBJETO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir los requisitos a cumplir por la empresa contratista en lo referente a obra civil, materiales, montaje, documentación y controles en la ejecución del parque eólico proyectado por MOLINOS DEL EBRO S.A.

1.2. ALCANCE

La ejecución del parque eólico comprende los siguientes puntos:

- Dirección de obra.
- Caminos de servicio.
- Cimentaciones de aerogeneradores.
- Plataformas de montaje para aerogeneradores.
- Zanjas de canalización de red de MT.
- Suministro y montaje de centros de transformación 20/0'690 kV para aerogeneradores (celda de protección, transformador e interconexiones).
- Suministro y montaje de aerogeneradores.
- Suministro y tendido de red de Media Tensión Aerogeneradores - SET (cables de potencia, red de tierra, cable de comunicaciones).
- Puesta en marcha de las instalaciones.

De forma general, se considera incluido cualquier elemento necesario para el correcto funcionamiento del parque eólico, aunque no esté expresamente descrito en el presente documento.

El Contratista se hará cargo del transporte, carga y descarga de todo el material necesario para la ejecución de la obra.

El Contratista realizará todos los trabajos de topografía, así como de ingeniería, necesarios para la correcta ejecución de la obra civil y eléctrica en todos los puntos cubiertos por la especificación.

1.3. CÓDIGOS Y NORMAS

El trabajo se realizará conforme a la última edición de los siguientes códigos y normas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE 18 de Septiembre de 2.002).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Orden de 5 de Septiembre de 1.985 sobre normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.).
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y Normativa de desarrollo de la misma.
- Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 junio, sobre protección de la salud y seguridad de trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, por el que se modifican el Real Decreto 1177/1992, de 2 de octubre, por el que se reestructura la Comisión Permanente del Hormigón, y el Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Real Decreto 2365/1985, de 20 de Noviembre, sobre Armaduras activas de acero para hormigón pretensado.

- Norma UNE 36099-1996: Alambres corrugados de acero para armaduras de hormigón armado.
- Norma UNE 36831-1997: Armaduras pasivas de acero para hormigón estructural. Corte, doblado y colocación de barras y mallas. Tolerancias. Formas preferentes de armado.
- Norma UNE 36832-1997: Especificaciones para la ejecución de uniones.

En general, cualquier otra norma o reglamento aplicable, además de las aquí contempladas.

Se podrá aceptar cualquier otra norma o recomendación internacionalmente reconocida siempre y cuando MOLINOS DEL EBRO S.A. así lo apruebe.

Todo el suministro será realizado de acuerdo con la práctica más avanzada para esta clase de equipos. Todos los materiales y componentes empleados y todos los trabajos realizados estarán de acuerdo con los códigos, normas, reglamentos y guías que sean aplicables y hayan sido editados hasta la fecha de adjudicación por UNE (o, en su defecto, DIN) y CEI. Las indicaciones escritas que hayan de figurar en el equipo, así como los manuales de Operación y Mantenimiento, estarán redactadas en español.

A cada equipo le serán realizados todos los ensayos de rutina que le sean de aplicación conforme a las normas establecidas.

El Suministro deberá estar homologado por la Comunidad Europea con el marcado "CE", viniendo obligado el Suministrador a presentar y entregar a MOLINOS DEL EBRO S.A. la oportuna "Declaración de conformidad CE" de acuerdo con el 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.

1.4. CALIDAD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Todos los materiales suministrados serán nuevos, de buena calidad, sin defectos y apropiados para el uso en las condiciones de servicio consideradas. Todo el equipo y utillaje usado en la ejecución del trabajo deberá estar en buen estado, siendo moderno y acorde con las normas de seguridad. Todos los trabajos serán ejecutados por personal cualificado.

El Contratista deberá disponer de procedimientos adecuados en el campo de la Seguridad y Salud en el trabajo, donde se recojan las normas de seguridad y medidas preventivas referentes a trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas y de obra civil, así como de Manuales de Control y Garantía de Calidad. Dichos manuales o procedimientos estarán a disposición de MOLINOS DEL EBRO S.A. para su examen o uso.

MOLINOS DEL EBRO S.A. se reserva el derecho a no permitir la entrada a trabajadores y/o contratas/subcontratas que a su juicio no dispongan de la capacidad para realizar el trabajo contratado (técnica, recursos, humana...).

2. OBRA CIVIL

2.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se realizará estudio geotécnico con el objetivo de determinar las características del terreno sobre el que se instalarán los aerogeneradores, definir sus propiedades geotécnicas y establecer las recomendaciones pertinentes en relación con las características de la cimentación de los aerogeneradores, tipos de hormigón a emplear, etc. El contenido del estudio a realizar se compondrá de memoria descriptiva y ensayos de control.

La memoria descriptiva incluirá tanto la metodología empleada como las características geológico-geotécnicas de los materiales sobre los que se instalarán los aerogeneradores, evaluando las propiedades geotécnicas de los materiales y recomendaciones a tener en cuenta.

Los ensayos de control, abarcarán como mínimo:

- Ensayos de las características geotécnicas de al menos 3 muestras representativas de los materiales presentes, con determinación de su granulometría, límites de Atterberg, humedad natural, contenido en sulfatos y Clasificación.
- Ensayos de penetración dinámica, realizados sobre el fondo de las cimentaciones, una vez realizada la excavación. Se realizarán un mínimo de 3 en aquellos puntos que se consideren representativos. El número de ensayos podrá ampliarse en función de los diferentes tipos de materiales presentes en las excavaciones de las cimentaciones con el objeto de conocer la capacidad portante de los mismos.

2.2. CAMINOS DE SERVICIO

Se ejecutarán y/o acondicionarán caminos de servicio a pie de cada aerogenerador, con la anchura de vial mínima especificada en la Memoria del Proyecto de Ejecución, con aporte de zahorra natural compactada al 95% P.M. El aporte de zahorra se realizará con materiales seleccionados de las excavaciones. La compactación se hará con la humedad óptima para alcanzar la densidad requerida y no se formen blandones.

La Dirección de Obra determinará, de común acuerdo con el fabricante del aerogenerador y el Contratista, la pendiente máxima de los caminos acondicionados y de nueva planta, así como de los radios mínimos de giro para el transporte de los diferentes elementos del aerogenerador. Una vez consensuados se deberán poner en conocimiento de MOLINOS DEL EBRO S.A.

La realización de los caminos se llevará a cabo mediante desbroce o retirada de tierras vegetales en todo su trazado, incluidos desmontes y terraplenes. Se buscarán las vertientes y cotas adecuadas para evitar el embalse de agua de lluvia y en caso necesario se construirán cunetas con el fin de canalizar el agua que escurra por las calzadas y por los taludes de la explanación.

Una vez ejecutadas todas las instalaciones del parque eólico deberán repasarse todos los caminos, compactándolos si fuera necesario de nuevo, dejándolos en condiciones óptimas de servicio. Durante la fase de instalación de las máquinas y debido a la gran circulación de maquinaria pesada se deberán regar diariamente los caminos, de forma que no se levante polvo al paso de los vehículos.

2.3. CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES

2.3.1. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A APORTAR POR EL FABRICANTE DEL AEROGENERADOR

2.3.1.1. PLANOS

Los planos deberán ser suficientemente descriptivos para la exacta realización de la obra, pudiendo deducirse de ellos los planos auxiliares de obra y las mediciones que sirvan para las valoraciones pertinentes.

Las dimensiones de todos los planos se acotarán en metros y con dos cifras decimales, por lo menos. Como excepción, los diámetros de armaduras, tuberías, etc., se expresarán en milímetros. Deberán poder efectuarse las mediciones de todos los elementos sin utilizar más dimensiones que las acotadas. En cada plano figurará un cuadro con la tipificación de los hormigones, propiedades específicas de los mismos y características resistentes de los aceros empleados en los elementos definidos.

2.3.1.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Se deberá proporcionar los siguientes datos relativos a los materiales que habrán de utilizarse en obra:

- Tipo, clase resistente y características adicionales del cemento.
- Tipos de aceros utilizados en las armaduras.
- Tipificación de los hormigones: se realizará de acuerdo al siguiente formato: T – R / C / TM donde:
 - T: indicativo que será HM de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado.
 - R: resistencia característica especificada, en N/mm².
 - C: letra inicial del tipo de consistencia (seca, plástica, blanda y fluida).
 - TM: tamaño máximo del árido.

Si se prevén distintos tipos de un material, se detallarán separadamente cada uno de ellos, indicándose las zonas en que habrán de ser empleados. Cuando se utilicen materiales de características especiales se detallarán al máximo las condiciones técnicas de utilización.

2.3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR EL CONTRATISTA

La cimentación será de hormigón armado, con las dimensiones indicadas en los planos aportados por el fabricante del aerogenerador. Las obras se realizarán siguiendo las especificaciones del fabricante y siempre bajo la supervisión de MOLINOS DEL EBRO S.A.

La ejecución de las cimentaciones deberá realizarse coordinadamente con los trabajos de puesta a tierra.

2.3.2.1. EXCAVACIÓN

La excavación se realizará por medios mecánicos, manuales o mediante explosivos, hasta alcanzar la profundidad indicada en planos. En el caso de que a esa profundidad no se encuentre terreno firme en toda la superficie de la excavación, se continuará, hasta obtener una base uniforme. En este caso se rellenará con hormigón de limpieza o material granular, hasta la cota inferior del hormigón.

Si las paredes de la excavación pueden mantenerse verticales con garantía suficiente, se podrá realizar el hormigonado contra terreno. En caso contrario, se deberá ampliar la excavación, de modo que permita la colocación de un encofrado lateral.

Como destino de los productos obtenidos de la excavación o en parte, en función de las condiciones exigidas, podrá requerirse retirarlos a vertedero, utilización de contenedores o retirada y posterior utilización.

2.3.2.2. ENCOFRADOS

Los encofrados serán lo suficientemente rígidos para resistir el proceso de hormigonado y estancos, de forma que se impidan pérdidas apreciables de lechada o mortero y se consigan superficies cerradas de hormigón. Los encofrados y moldes de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Los productos de desencofrado no deberán dejar rastros ni tener efectos dañinos sobre el hormigón. Se realizarán encofrados siempre que así lo especifiquen los planos aportados o cuando las características del terreno así lo requieran, a indicación de la Dirección de Obra.

2.3.2.3. COLOCACIÓN DE ARMADURAS

Las armaduras se colocarán exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar al acero, hormigón o a la adherencia entre ambos. Se dispondrán de acuerdo a los planos aportados, permitiendo al hormigón envolverlas por completo. Ante la presencia de óxido se comprobará que la pérdida de peso de la armadura no es superior al 1% y que la altura de la

corruga no se desvíe de los límites de la EHE. Los recubrimientos mínimos de las armaduras deberán garantizarse mediante la disposición de elementos separadores.

En primer lugar, se extenderá el hormigón de limpieza y nivelación, con un espesor mínimo de 10 cm. Transcurridos 3 días se podrá montar la armadura. Montada la armadura, se puede hormigonar la zapata. El hormigonado se realizará de una sola vez.

2.3.2.4. DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

Una vez aportadas las características técnicas de los diferentes elementos que componen la cimentación por la empresa suministradora del aerogenerador, el Contratista aportará el método de fabricación del hormigón que considere oportuno para alcanzar las características técnicas exigidas, aportando la siguiente documentación:

- Cantidad de cemento por metro cúbico de hormigón (en el caso de tener que sobrepasar los 400 kg/m³ deberá ser consultado con MOLINOS DEL EBRO S.A.).
- Relación agua / cemento.
- Características de los materiales.
- Granulometría de los áridos (en principio aportada por la empresa fabricante del aerogenerador).
- Contenido de aditivos.

2.3.2.5. FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN

Tanto si la fabricación se realiza en las inmediaciones del parque a construir como si se realiza en plantas cercanas a las instalaciones, las materias primas se almacenarán y transportarán de forma que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación y deterioro de sus características.

2.3.2.6. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DEL HORMIGÓN

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y áridos y la colocación del hormigón *no debe ser mayor de hora y media*. En épocas calurosas el tiempo límite será menor, a menos que se adopten medidas especiales. Cada carga de hormigón irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la MOLINOS DEL EBRO S.A., 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 responsable de la instalación.
- Especificaciones del hormigón.

- Designación específica del lugar de suministro.
- Cantidad de hormigón que compone la carga.
- Identificación del camión hormigonera y de la persona que proceda a la descarga.
- Hora límite de uso del hormigón.

Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición inicial de la masa fresca. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen principio de fraguado.

No se efectuará el hormigonado en tanto se obtenga la conformidad de MOLINOS DEL EBRO S.A., una vez que hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 30 centímetros.

La temperatura de la masa del hormigón no será inferior a 5°C y, en general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados. Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que se adopten medidas especiales, previa autorización de MOLINOS DEL EBRO S.A.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de la masa, mediante riego directo u otras medidas especiales previa autorización de *MOLINOS DEL EBRO S.A*

El Contratista acondicionará, a indicación de MOLINOS DEL EBRO S.A., un punto para el vertido de la limpieza de las cubas de hormigón. En dicha localización se podrán depositar los alambres de atar las armaduras que serán recogidas tras la realización de cada cimentación.

2.3.2.7. COMPACTACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL TERRENO

Finalizado el proceso de fraguado, se rellenará y compactará con materiales procedentes de la excavación en tongadas máximas de 30 cm hasta alcanzar la cota superior del pedestal. El terraplenado, en el caso de que los materiales de excavación no cumplan con la densidad requerida, se realizará con aporte de zahorra que garantice, una vez compactada, una densidad mínima de 1'8 Kg/cm². El terraplenado se realizará de forma que se obtenga una rasante con pendiente hacia el exterior del aerogenerador.

Será responsabilidad del Contratista la retirada y acopio de tierras vegetales, así como el posterior perfilado de taludes en terraplenados y su recubrimiento mediante las tierras vegetales retiradas con anterioridad.

2.3.2.8. ANCLAJES DE TORRES

Simultáneamente a la ejecución de la cimentación, se colocarán los anclajes de las torres. La colocación de los anclajes se hará de acuerdo a las especificaciones del fabricante de los aerogeneradores en lo referente a la verticalidad necesaria para la correcta colocación de las torres.

2.4. PLATAFORMAS DE MONTAJE

Las dimensiones de las plataformas de montaje permitirán las maniobras de los camiones y grúas de gran tonelaje necesarios para realizar las labores de montaje de las máquinas, ajustándose a las especificaciones del fabricante. Se construirán con materiales seleccionados de las excavaciones, debiendo ser compactados adecuadamente para asegurar la estabilidad de las grúas, como mínimo al 95% PM. La compactación debe hacerse con la humedad óptima para alcanzar la densidad requerida y no se formen blandones.

La realización de las plataformas se llevará a cabo mediante desbroce o retirada de tierras vegetales en toda su extensión, incluidos desmontes y terraplenes. El terraplenado se realizará obteniendo una rasante con pendiente hacia el exterior del aerogenerador, de forma que se evite el embalse de agua de lluvia. Una vez ejecutadas todas las instalaciones del parque eólico, se deberán repasar todas las plataformas, compactándolas de nuevo si fuera necesario.

2.5. ZANJAS

2.5.1. ZANJAS Y TENDIDO DE CABLES

Se excavarán zanjas para la canalización tanto de la red de media tensión entre aerogeneradores y SET como del cableado de instrumentación y control.

El trazado tendrá el menor número de curvas posibles respetando los radios de curvatura mínimos de los cables eléctricos, de fibra óptica o conducciones empleadas.

Las zanjas podrán tener, en función del número de ternas que discurran por ellas, las profundidades y anchuras mínimas especificadas en la Memoria del Proyecto de Ejecución. Antes de realizar el tendido de los cables en la zanja, se procederá a su nivelado, quedando lisa y libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. A continuación, se colocará el cable de tierra y se cubrirá con una capa de arena de 10 cm.

Los cables se extenderán sobre estos 10 cm de arena formando una terna, embridados cada 1,5 m mínimo, e irán recubiertos de una capa de arena tamizada. Una vez tendidos los cables en la zanja y antes de cubrirlos con arena, se realizará un ensayo completo de aislamiento de cada uno de ellos. No se realizarán empalmes de cables en el interior de las zanjas.

En zanjas con 1 o 2 ternas, dicha capa de arena será de 30 cm y sobre ella se colocarán placas engarzables para protección mecánica y un tubo de polietileno DN 90 con doble guía pasacables

(una para el tendido de los diferentes cables y otra de reserva para futuras ampliaciones), para el cableado de instrumentación y control, de forma que se mantengan protegidos respecto a los cables de media tensión. Las placas y el tubo de polietileno se recubrirán con 20 cm arena.

En zanjas con 3 o más ternas, dicha capa de arena será de 40 cm y sobre ella se extenderán las siguientes ternas siguiendo el procedimiento indicado anteriormente. Una vez tendidos los cables, se cubrirán con arena hasta obtener una capa mayor a 12 cm. Sobre esta última capa se colocarán placas engarzables para protección mecánica y un tubo de polietileno DN 90 con doble guía pasacables (una para el tendido de los diferentes cables y otra de reserva para futuras ampliaciones), para el cableado de instrumentación y control, de forma que se mantengan protegidos respecto a los cables de media tensión. Las placas y el tubo de polietileno se recubrirán con 20 cm arena.

En todos los casos, la arena que se utilice será de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 1 mm.

A 50 cm de la superficie se colocará una cinta de PVC señalizadora de la presencia de cables eléctricos. La parte superior de la zanja se rellenará con material procedente de la excavación o tierras de préstamo y se compactará. Se cuidará que esta capa esté exenta de piedras o cascotes de dimensiones mayores a 5 cm.

En aquellas zanjas donde discurran paralelamente dos ternas, se situarán a una distancia mínima de 40 cm, separadas longitudinalmente por una hilera continua vertical de ladrillos, protegiéndose cada terna con su correspondiente línea continua horizontal de ladrillos.

Se situarán hitos de localización para señalar la situación de la zanja cada 50 m y en todos los cambios de dirección.

2.5.2. ZANJAS EN CRUCES DE CAMINOS

En cruces de caminos se realizarán zanjas que podrán tener, en función del número de ternas las profundidades y anchuras mínimas especificadas en la Memoria del Proyecto de Ejecución. Antes de realizar el tendido de los cables en la zanja, se procederá al nivelado de la base, quedando lisa y libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. y se excavará, en un lateral de la misma, un surco de 10 cm de anchura y 10 cm de profundidad. En él se situará el cable de tierra y se cubrirá con arena tamizada.

En zanjas con 1 ó 2 ternas, se colocará una solera de 10 cm de hormigón en masa HM-20 y sobre ella, tubos de PVC DN 200, para el paso de los cables de media tensión. Dichos tubos irán hormigonados hasta una altura de 40 cm en toda la longitud del trazado de la calzada. Los tubos PE DN 90 mm para cableado y control se situarán a 80 cm de la superficie, de forma que discurran por el interior del hormigonado. Se instalará en cada caso un tubo de reserva con guía pasacables.

En zanjas con 3 o más ternas, se colocará una solera de 10 cm de hormigón en masa HM-20 y sobre ella, tubos de PVC DN 200, para el paso de los cables de media tensión. Dichos tubos irán hormigonados hasta una altura de 50 cm en toda la longitud del trazado de la calzada. Sobre esta capa de hormigón se dispondrán los tubos necesarios, de las mismas características que los anteriores, y se cubrirán con una capa de hormigón de 30 cm. Los tubos PE DN 90 mm para cableado y control se situarán a 80 cm de la superficie, de forma que discurren por el interior del hormigonado. Se instalará en cada caso un tubo de reserva con guía pasacables.

En ambos casos los tubos sobrepasarán los extremos del camino en 1 m como mínimo.

A 50 cm de la superficie se colocarán placas engarzables para protección mecánica. La parte superior de la zanja se rellenará con zahorra y se compactará mecánicamente hasta alcanzar una densidad del 95% P.M.

Tras finalizar la zanja se señalizará el cruce mediante un hito de hormigón a cada lado del camino.

2.6. TOPOGRAFÍA

El Contratista realizará todos los trabajos topográficos que sean necesarios para el replanteo y construcción de la obra, definiendo el trazado óptimo de los caminos y zanjas de acuerdo con las indicaciones de situación de los aerogeneradores. A la finalización de la obra se realizará un levantamiento topográfico detallado de la situación definitiva de los elementos que constituyen el parque eólico, aerogeneradores, caminos, zanjas y arquetas de línea, que será entregado a MOLINOS DEL EBRO S.A. en soportes papel y formato electrónico.

2.7. CONTROL DE CALIDAD

2.7.1. CONTROL DE MATERIALES

Se comprobará que todos los materiales son conformes con las especificaciones del proyecto:

- **Cemento:** aunque la recepción del cemento será realizada por la central de hormigón, los albaranes que establecen las condiciones de suministro e identificación deberán estar a disposición de MOLINOS DEL EBRO S.A., pudiendo exigir que se realicen los ensayos físicos, mecánicos y químicos que indica la "Instrucción para la Recepción de Cementos" y, en concreto, el ensayo de resistencia a compresión. Para la utilización de cementos especiales se deberá contar con la aprobación de MOLINOS DEL EBRO S.A. Se deberá determinar la existencia de sulfatos; en caso afirmativo, deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos.

- *Agua*: el agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún elemento dañino que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras contra la corrosión.
- *Áridos*: la naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón; se aportará certificado de las condiciones de suministro por la central de hormigón. Además, se podrá exigir que se realicen ensayos del "Equivalente de arena" para la determinación de los áridos finos aportados a la masa.
- *Aditivos*: se deberá suministrar los certificados de todos los aditivos utilizados en la fabricación de la cimentación, que determinarán las características, comportamiento, proporciones y condiciones previstas de utilización. El cambio de ejecución o de componentes en los aditivos deberá ser consultado con MOLINOS DEL EBRO S.A.
- *Hormigón*: el control de calidad comprenderá la revisión de su resistencia y consistencia. Para el control de la consistencia se utilizará el ensayo de Cono de Abrams; durante el transcurso de la obra MOLINOS DEL EBRO S.A. exigirá la realización de un ensayo de cualquiera de las cubas de transporte de hormigón. El control de la resistencia se realizará mediante probetas cilíndricas de 15x30 cm, curadas y ensayadas a compresión a 28 días. Por cada cimentación se realizarán 6 probetas y será MOLINOS DEL EBRO S.A. quien determine las cubas de ensayo. Las probetas se conservarán junto a los elementos hormigonados y en las mismas condiciones de curado.
- *Acero*: las partidas de acero deberán ir acompañadas del certificado de garantía del fabricante.

2.7.2. CONTROL DE EJECUCIÓN

Tiene por objeto comprobar que se respeten las especificaciones establecidas en el proyecto. Se realizarán los ensayos de control de calidad que se consideren necesarios para la construcción del parque eólico, en especial los que siguen:

- Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución:
 - Directorio en el que se determinen los agentes involucrados.
 - Libro de registro.
 - Archivo para los distintos certificados de materiales, hojas de suministro, resultados de control...
 - Revisión de planos.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas:
 - Informe geotécnico de resistencia del terreno para la cimentación de aerogeneradores.

- Control de nivelación de los anclajes de los aerogeneradores y del armado de la cimentación.
- Control dimensional de las excavaciones de las cimentaciones.
- Ensayo de compactación de plataformas de operación y montaje de aerogeneradores y rellenos de excavaciones.
- Comprobaciones de armaduras:
 - Control del tipo, diámetro y posición.
 - Control de las separaciones y separadores si fuera necesario.
 - Control de empalmes.
- Comprobaciones de encofrados (en el caso de ser necesarios):
 - Estanqueidad.
 - Humedad.
- Transporte, vertido y compactación:
 - Tiempo de transporte.
 - Condiciones del vertido, método, secuencia, altura...
 - Condiciones meteorológicas.
- Curado:
 - Método aplicado.
 - Plazos de curado.

3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El fabricante del aerogenerador deberá adjuntar documentación completa relativa a todos los elementos del suministro y los planos de interconexión de todos los elementos del aerogenerador y la red de interconexión de MT.

3.1. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN MT/BT

Dentro de esta partida se incluye el suministro e instalación de los centros de transformación para evacuación de la energía producida por los aerogeneradores, incluyendo:

- Transformador trifásico para servicio continuo, instalación interior. Se incluirán sondas PT100 y central electrónica para control de temperatura.
- Celdas de protección de transformador; con funciones de remonte, línea y protección de transformador (0L+1L+1P), equipadas con fusibles de 24KV, de alto poder de ruptura. En los aerogeneradores donde se conecten dos circuitos distintos se dispondrán celdas de tres cuerpos con dos posiciones de línea (0L+2L+1P). En finales de línea se instalarán celdas con función de protección de transformador (0L+1P). La capacidad de los embarrados será adecuada a los requisitos de la potencia circulante en cada punto de la red.
- Puesta a tierra de la instalación.

El Contratista suministrará e instalará todos los elementos necesarios para el conexionado y correcto funcionamiento de los elementos: terminales, cables de conexión, cuadros de protección, bandejas, etc...

Todas las celdas serán etiquetadas convenientemente, indicando la relación de aerogeneradores o elementos conectados a la misma, aguas abajo, teniendo especial atención en las celdas con doble salida, indicando claramente la relación de aerogeneradores conectados a cada seccionador. Se deberá colocar en lugar visible junto a la celda placas con los requisitos previos para las actuaciones en alta tensión.

La toma de tierra de cada aerogenerador se realizará en forma de anillo cerrado que estará colocado en la cimentación por debajo de la capa aislante más profunda. Su dimensión y ejecución ha de estar de acuerdo a la reglamentación y directrices vigentes teniendo en cuenta que ha de estar prevista la conexión de las protecciones contra rayos y sobretensiones, además, si fuera necesario, del neutro del transformador de acuerdo al reglamento de centros de transformación. El anillo de tierra se unirá a las armaduras de la cimentación y a la torre del aerogenerador mediante unión soldada o atornillada. Los materiales han de ser inmunes a la corrosión y las uniones deberán estar debidamente protegidas para evitar su degradación.

Internamente en cada aerogenerador ha de establecerse la unión equipotencial de todas las masas. Para ello debe utilizarse una barra equipotencial como punto colector central para la conexión de todos los cables de puesta a tierra. En la barra equipotencial estará unido el anillo de tierra del propio aerogenerador y la conexión equipotencial de las tierras de los aerogeneradores contiguos. Estas conexiones serán de forma que puedan ser seccionables fácilmente para inspecciones de mantenimiento.

3.2. RED DE INTERCONEXIÓN DE MT

La interconexión de los Centros de Transformación MT/BT con la Subestación Transformadora AT/MT se realizará mediante cable unipolar de aislamiento seco tipo RHZ1 12/20 kV de Aluminio y Cobre, alojados en zanjas de 1,20 m, o 1,60 m de profundidad.

Los cables seleccionados para media tensión satisfarán la Norma UNE 21123 relativa a "Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV", que se corresponde con la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 502. Además, deberán contar con la homologación de Unidad Eléctrica, S.A. (UNESA).

3.2.1. MANEJO DE CABLES DE POTENCIA

- Las cajas y rollos deben transportarse en pallets, pero nunca apilados unos sobre otros.
- Las bobinas deberán ir siempre de pie, nunca tumbadas sobre una cara, y deberán transportarse en vehículos que dispongan de los medios adecuados de anclaje para que éstas no rueden.
- Para la carga y descarga de las bobinas desde los vehículos de transporte, éstas deberán suspenderse de un eje o barra adecuada al peso de la bobina, alojada en el orificio central por medio de una braga o estrobo que no deberá dañar las alas de la bobina, para lo cual bastará disponer de un distanciador de los cables de acero.
- Para la descarga también se podrán emplear muelles o rampas sobre los que se rueden las bobinas. En este último caso, la pendiente de la rampa no podrá ser superior al 25% y se podrá preparar en obra utilizando un montón de tierra.
- Ni los rollos ni las bobinas deben arrojarse desde el vehículo al suelo, aunque sean de dimensiones reducidas y de pequeño peso.
- Cuando las bobinas deban trasladarse rodándolas sobre el terreno, *operación aceptable para recorridos de pocos metros*, el sentido de giro será el mismo en que se enrolló el cable al fabricarse. La flecha pintada en las caras de la bobina indica la dirección en que ésta debe girar durante el tendido para desenrollar el cable, contraria a la que ha de utilizarse para trasladar la bobina.

3.2.2. TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES DE POTENCIA

En el tendido y conexionado de los cables deberán seguirse las siguientes directrices:

- Durante las operaciones de tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior al valor dado por $10 \cdot (D + d)$, siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor. La bobina se emplazará de tal forma que el cable no tenga que forzarse para tomar la alineación del tendido.
- Los esfuerzos de tracción se aplicarán sobre los conductores, no aplicándose nunca sobre los revestimientos de protección. Las solicitaciones no superarán 6 Kg/mm² de conductor en los cables de cobre ni 3 Kg/mm² de conductor en cables de aluminio.
- La temperatura de los cables durante las operaciones de tendido, en toda su longitud y durante todo el tiempo de instalación, en que estén sometidos a curvaturas y enderezamientos, no debe ser inferior a 0°C.
- Los cables se tenderán directamente sobre el lecho de arena, formando una terna, embridada cada 1'5m mínimo.
- Las zanjas deberán ser repasadas antes y después del tendido de cables eléctricos, eliminando las piedras que caigan o hayan caído. Se comprobará que la arena empleada tanto en el lecho como en el recubrimiento no tenga aristas vivas.
- Una vez tendidos los cables, éstos no deben quedar totalmente rectos y tensos en el fondo de la zanja. Habrán de adoptar una posición ondulada para compensar las variaciones de longitud del cable, ocasionadas por los cambios de temperatura debidos a los ciclos de carga.
- Deberá evitarse la exposición prolongada a la intemperie de los cables para evitar su deterioro por la humedad o exposición directa al sol. En el caso de cables tendidos, *entre la colocación del cable y el tendido de la capa superior de arena no deberá pasar más de 2 días*. En el caso de cables en bobinas, el Contratista deberá establecer un plan racional de acopio y/o almacenamiento de las mismas adecuado al programa de ejecución para evitar estancias prolongadas de las mismas en campo.
- *No se admitirán empalmes entre conductores.*
- Los terminales conservarán las características físicas del cable al que se apliquen, elaborándose con materiales similares a los utilizados en su fabricación, recomendándose la utilización de materiales suministrados por el fabricante del cable.
- Las pantallas de los cables se pondrán a tierra en uno de sus extremos.

Todos los materiales empleados deberán ser productos normales de fabricantes de reconocida solvencia. Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material, deberán ser producto de un mismo fabricante.

3.2.3. RED DE TIERRAS

La equipotencialidad de la red de tierras se completará uniendo los anillos de todos los aerogeneradores del parque a través de las zanjas para las acometidas de cables, así como a la malla de tierra principal de la subestación mediante conductor de cobre de 70 mm² de sección. Todas las uniones de conductores de tierra serán atornilladas o soldadas.

4. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los materiales y elementos suministrados por el Contratista, así como el trabajo realizado, estarán sujetos en su totalidad a la inspección y aprobación por parte de MOLINOS DEL EBRO S.A., teniendo derecho a rechazar los materiales o el trabajo que a su juicio estime defectuoso o mal realizado, de acuerdo a esta especificación o a normas o reglamentos que sean aplicables.

El Contratista deberá establecer un plan racional de acopios, adecuado al programa de ejecución, de forma que se evite la exposición a la intemperie de cualquiera de los suministros. A tal fin, deberá adecuarse un lugar cerrado de almacenamiento en obra o próximo a la misma, a fin de realizar el transporte a obra en el momento del montaje. MOLINOS DEL EBRO S.A. podrá rechazar cualquier suministro que, a su juicio, no haya sido almacenado debidamente en obra o pudiera haber sido dañado por su exposición a la intemperie.

Antes de la puesta en servicio de la instalación, se revisarán los siguientes puntos:

- Limpieza de todas las instalaciones.
- Revisión de normas de explotación y verificación de su concordancia con las prescripciones reglamentarias.
- Revisión de normas y manuales de cada uno de los aparatos a poner en servicio.
- Funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, haciendo todas las maniobras que se realizarán en el funcionamiento habitual.
- Limpieza y revisión de todos los contactos.
- Comprobación de conexiones de embarrados y equipos.
- Nivel de aceite de transformadores.
- Comprobación de tomas de tierra y aseguramiento del buen aislamiento eléctrico de la instalación, realizando las siguientes medidas:
 - Medida de la resistividad del terreno.
 - Medida de la resistencia de puesta a tierra.
 - Medida de las tensiones de paso y contacto.
- Medida el tarado de los relés y del tiempo de actuación.

Antes de la puesta en marcha, el Contratista deberá realizar los ensayos pertinentes, por normativa o por recomendación del fabricante, para probar a entera satisfacción de MOLINOS DEL EBRO S.A. que los equipos y las interconexiones de fibra óptica funcionan correctamente. Deberá realizarse una medición de las atenuaciones en todos los tramos tendidos; estas mediciones serán realizadas por técnicos cualificados, con sobrada experiencia en este tipo de trabajos y con los equipos de medida adecuados.

5. PLAZO DE EJECUCIÓN

El Contratista presentará un programa de ejecución detallado de la obra diferenciando claramente obra civil (camino, cimentaciones aerogeneradores, plataformas y zanjas), acopios, montaje de aerogeneradores, tendido de red de media tensión, montaje y conexión de centros de transformación.

6. DOCUMENTACIÓN

Previo al inicio de la obra, el Contratista presentará un dossier con todas las tareas a desarrollar, tiempos de ejecución, acopios, protocolos, pruebas, ensayos, lista de materiales a instalar (marcas y modelos) etc. Para las diferentes instalaciones eléctricas del parque y que será sometido a aprobación por parte de MOLINOS DEL EBRO S.A.

Al finalizar la ejecución, se presentará un informe final en el que se recojan los tiempos reales de ejecución, incidentes ocurridos, etc. En dicho informe se incluirán los protocolos de pruebas y certificados de fabricante de todos los equipos instalados, así como de todas las pruebas o ensayos realizados. Deberá realizarse levantamiento topográfico detallado de la situación definitiva de los elementos que constituyan el parque eólico: aerogeneradores, caminos, zanjas y arquetas de línea.

Toda la documentación requerida se presentará por triplicado, en soportes papel y formato electrónico y será sometida a aprobación por parte de MOLINOS DEL EBRO S.A.

Pliego de Condiciones. Proyecto de Ejecución

Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Firmado:



Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2.024



Proyecto de Ejecución

III. Presupuesto

Parque Eólico “Cabigordo I” 40 MW

Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas (Teruel)

Presupuesto. Proyecto de Ejecución Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

CAPITULO A1: OBRA CIVIL

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A1.1	6.121	Ml. Viales	13,50	82.633,50
A1.2	0	Ml. Adecuación viales existentes	9,50	0,00
A1.3	6.818	Ml. zanja canalización eléctrica	12,50	85.225,00
A1.4	5	Plataformas de montaje aerogeneradores	33.750,00	168.750,00
A1.5	5	Cimentaciones Aerogeneradores	84.375,00	421.875,00
A1.6	80	Ml. Zanjas protegidas en cruces de caminos, etc...	35,00	2.800,00
A1.7	2	Accesos parques, movimiento de tierras	16.875,00	33.750,00
A1.8	2	Accesos parques, drenajes y afirmado	18.750,00	37.500,00
A1.9	2	Accesos parques, señalización	4.688,00	9.376,00
Total CAPITULO A1: OBRA CIVIL				841.909,50

CAPITULO A2: MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A2.1	5	Transporte, montaje, instalación y puesta en marcha aerogenerador	427.500,00	2.137.500,00
Total CAPITULO A2: MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES				2.137.500,00

CAPITULO A3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A3.1	5	Descarga, instalación, nivelación, anclaje, conexionado y puesta en marcha de transformador de distribución	0,00 *	0,00 *
A3.2	30	Ml. Suministro y tendido de bandeja galvanizada tipo Rejiband, de 400 mm ancho y 63 mm alto	0,00 *	0,00 *
A3.3	820	Suministro, tendido y conexionado de cable de Aluminio RHZ1 12/20kV 1x95mm ² Al para enlace entre celda y transformador, incluyendo terminaciones enchufables en un extremo y terminaciones termorretráctiles en el otro.	0,00 *	0,00 *
A3.4	5	Suministro, instalación y montaje de red de tierras del Centro de Transformación	312,50	1.562,50
Total CAPITULO A3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN				1.562,50

(* : transformador, celda de media tensión y cableado entre ambos, incluido en suministro de aerogenerador)

CAPITULO A4: RED DE MEDIA TENSIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A4.1	40.651	Ml. Suministro y tendido Cable 12/20 kV	9,38	381.306,38
A4.2	1	Ml. Suministro de cable, tendido y conexión de cable de cobre de 50 mm2 en zanja	15.558,00	15.558,00
A4.3	90	Ud. Suministro terminal 12/20KV apantallado enchufable acodado, con contacto atornillable	93,75	8.437,50
A4.4	15	Instalación de terna terminales enchufables 12/20 kV de acometida de aerogeneradores a red subterránea de media tensión. Incluyendo puesta a tierra de pantallas y elementos auxiliares necesarios, totalmente terminada.	156,25	2.343,75
A4.5	36	Ud. botella terminal retráctil, apantallada, de interior para cable seco aislado 12/20 kV, para conexión de cables red media tensión a celdas Subestación	20,00	720,00
A4.6	18	Instalación de terna terminales 12/20 kV de acometida de red subterránea de media tensión a celdas SET. Incluyendo puesta a tierra de pantallas y elementos auxiliares necesarios, totalmente terminada.	187,50	3.375,00
A4.7	1	Ml. Tendido cable de comunicaciones 12 F.O.	42.400,00	42.400,00
A4.8	5	Conexionado cable 12 F.O. a aerogeneradores	100,00	500,00
A4.9	3	Conexionado cable 12 F.O. a SET	100,00	300,00
Total CAPITULO A4: RED DE MEDIA TENSIÓN				454.940,63

Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Capitulo	TOTAL EUR
A1 OBRA CIVIL	841.909,50
A2 MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES	2.137.500,00
A3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	1.562,50
A4 RED DE MEDIA TENSIÓN	454.940,63
Total Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)	3.435.912,63

Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

CAPITULO B1: TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B1.1	5	Transformador trifásico de distribución, seco encapsulado, 8.420 KVA, 20/0'72 kV	0,00 *	0,00 *
Total CAPITULO B1:TRANSFORMADORES DE POTENCIA				0,00

(* : transformador, celda de media tensión y cableado entre ambos, incluido en suministro de aerogenerador)

CAPITULO B2: AEROGENERADORES

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B2.1	5	Torre metálica en tramos embridados	760.971,00	3.804.855,00
B2.2	5	Nacelle, rotor y cuadros ground	2.468.932,50	12.344.662,50
Total CAPITULO B2: AEROGENERADORES				16.149.517,50

Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Capítulo	TOTAL EUR
B1 TRANSFORMADORES DE POTENCIA	0,00
B2 AEROGENERADORES	16.149.517,50
Total Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (EUR)	16.149.517,50

Apartado C) OTROS

CAPITULO C1: HONORARIOS PROFESIONALES

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
C1.1	p/a	Honorarios profesionales (Proyecto)	734.500,00	734.500,00
C1.2	p/a	Honorarios profesionales (Dirección Obra)	489.650,00	489.650,00
Total CAPITULO C1: HONORARIOS PROFESIONALES				1.224.150,00

CAPITULO C2: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
C2.1	p/a	Gastos generales	1.958.550,00	1.958.550,00
C2.2	p/a	Beneficio industrial	2.937.850,00	2.937.850,00
Total CAPITULO C2: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL				4.896.400,00

Apartado C) OTROS

Capítulo	TOTAL EUR
C1 HONORARIOS PROFESIONALES	1.224.150,00
C2 GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	4.896.400,00
Total Apartado C) OTROS (EUR)	6.120.550,00

Presupuesto. Proyecto de Ejecución Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		TOTAL EUR
A1	OBRA CIVIL	841.909,50
A2	MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES	2.137.500,00
A3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	1.562,50
A4	RED DE MEDIA TENSIÓN	454.940,63
Total Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)		3.435.912,63
Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS		TOTAL EUR
B1	TRANSFORMADORES DE POTENCIA	0,00
B2	AEROGENERADORES	16.149.517,50
Total Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (EUR)		16.149.517,50
Apartado C) OTROS		TOTAL EUR
C1	HONORARIOS PROFESIONALES	1.224.150,00
C2	GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	4.896.400,00
Total Apartado C) OTROS (EUR)		6.120.550,00
Total PRESUPUESTO		
A	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	3.435.912,63
B	PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	16.149.517,50
C	OTROS	6.120.550,00
Total PRESUPUESTO (EUR)		25.705.980,13

El presente presupuesto, que comprende la instalación de
5 aerogeneradores, sus correspondientes centros de transformación, red de
media tensión y accesos asciende a la cantidad de **25.705.980,13** Euros

Firmado:



Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
Zaragoza, septiembre de 2.024

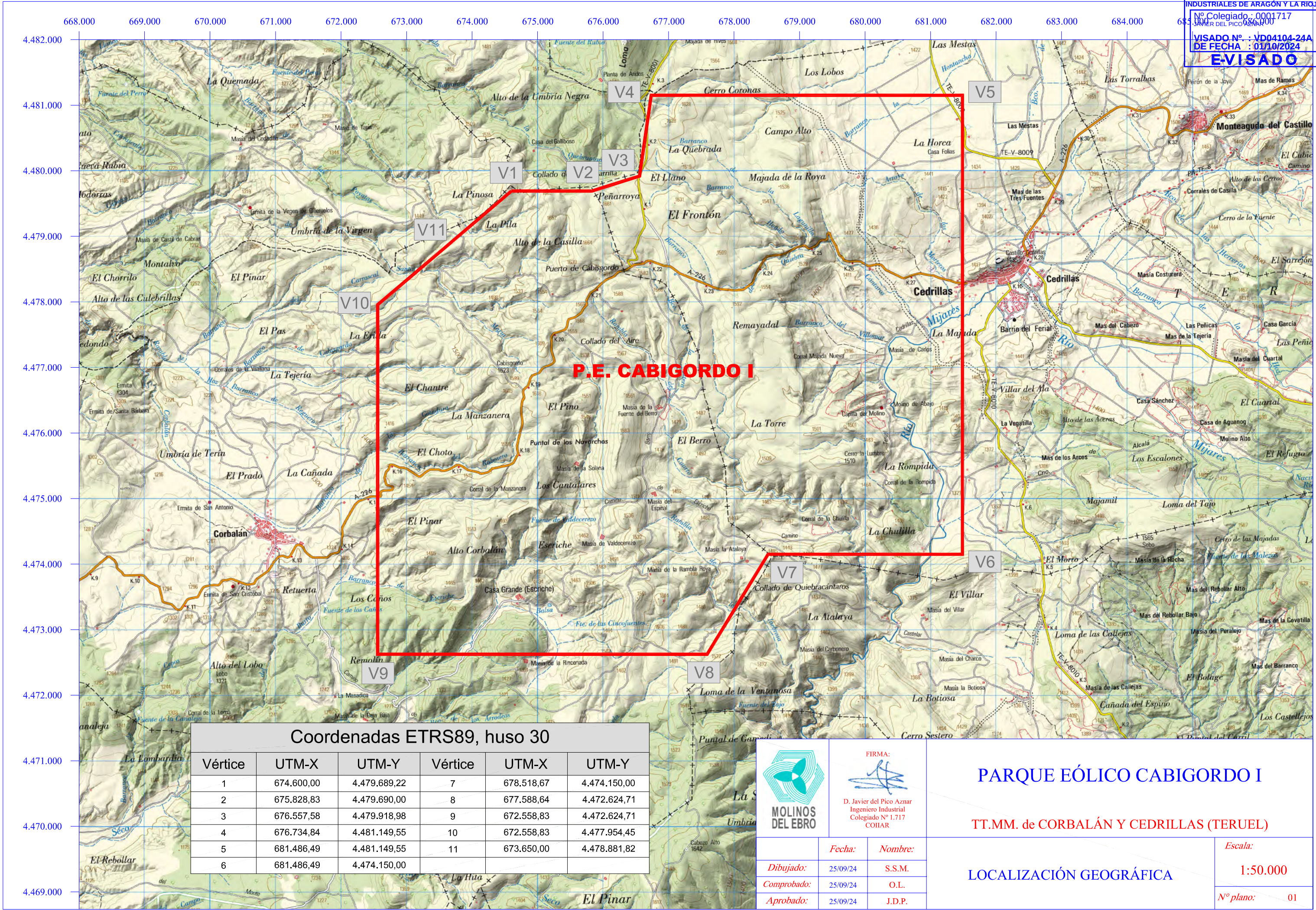


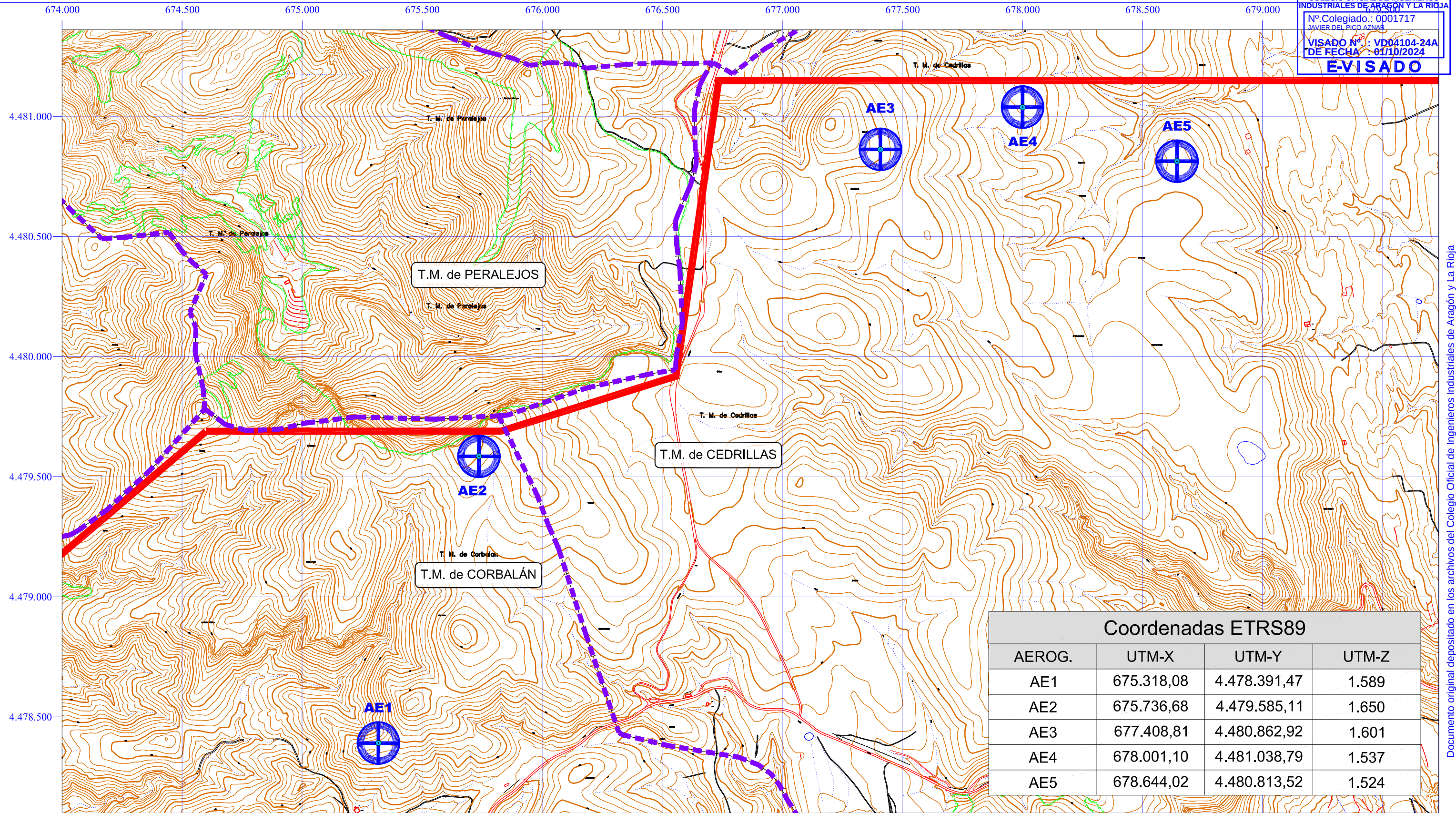
Proyecto de Ejecución

IV. Planos

Parque Eólico “Cabigordo I” 40 MW

Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas (Teruel)





Coordenadas ETRS89			
AEROG.	UTM-X	UTM-Y	UTM-Z
AE1	675.318,08	4.478.391,47	1.589
AE2	675.736,68	4.479.585,11	1.650
AE3	677.408,81	4.480.862,92	1.601
AE4	678.001,10	4.481.038,79	1.537
AE5	678.644,02	4.480.813,52	1.524

	Poligonal
	Límite de término municipal
	Superficie de vuelo de aerogenerador



FIRMA:

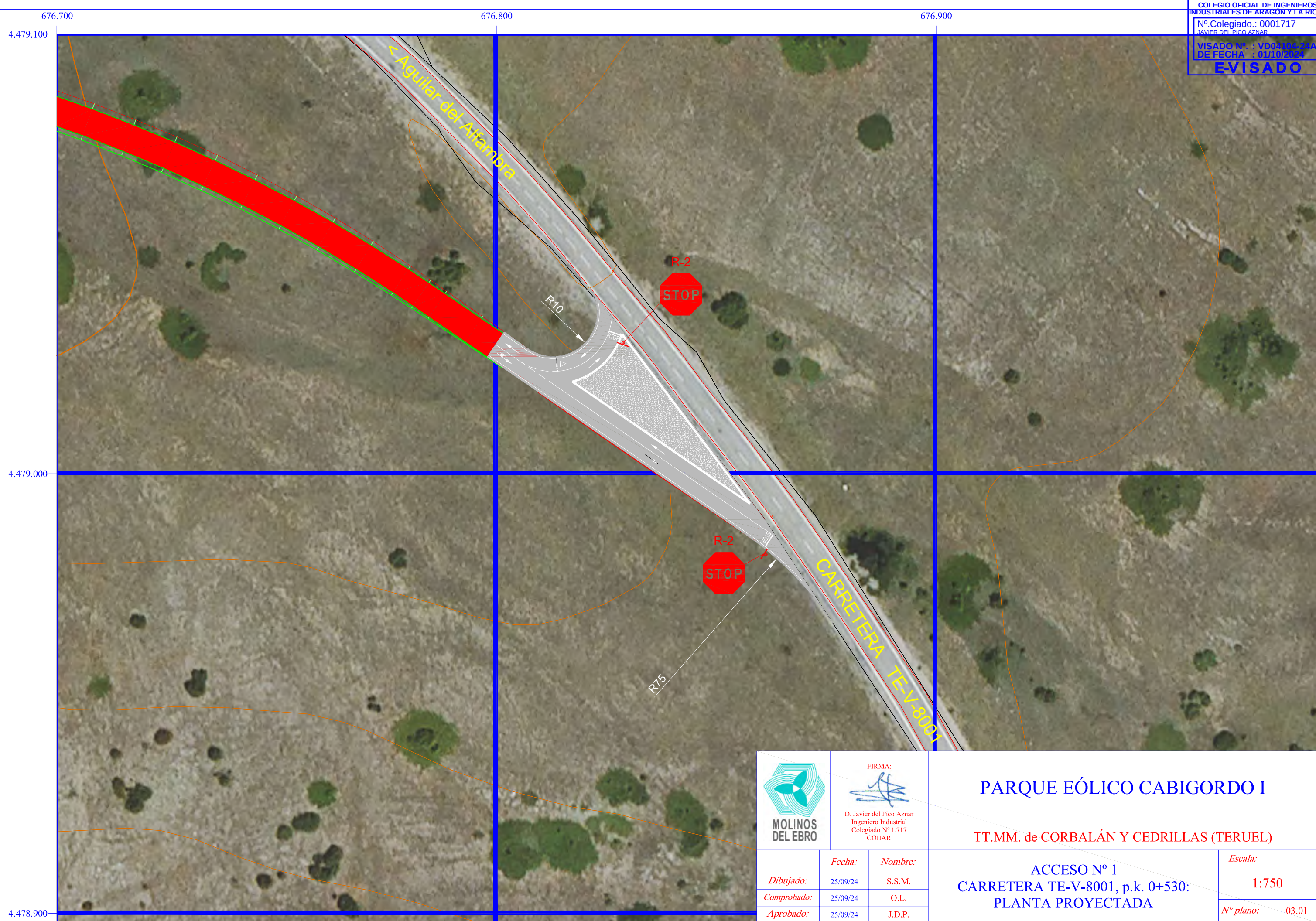


D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado N° 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

	<i>Fecha:</i>	<i>Nombre:</i>	SITUACIÓN DE AEROGENERADORES	<i>Escala:</i>
<i>Dibujado:</i>	25/09/24	S.S.M.		1:15.000
<i>Comprobado:</i>	25/09/24	O.L.		
<i>Aprobado:</i>	25/09/24	J.D.P.		<i>Nº plano:</i> 02



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0001717
JAVIER DEL PICO AZNAR
VISADO Nº. : VD04104-24A
DE FECHA : 01/10/2024
E-VISADO



FIRMA:



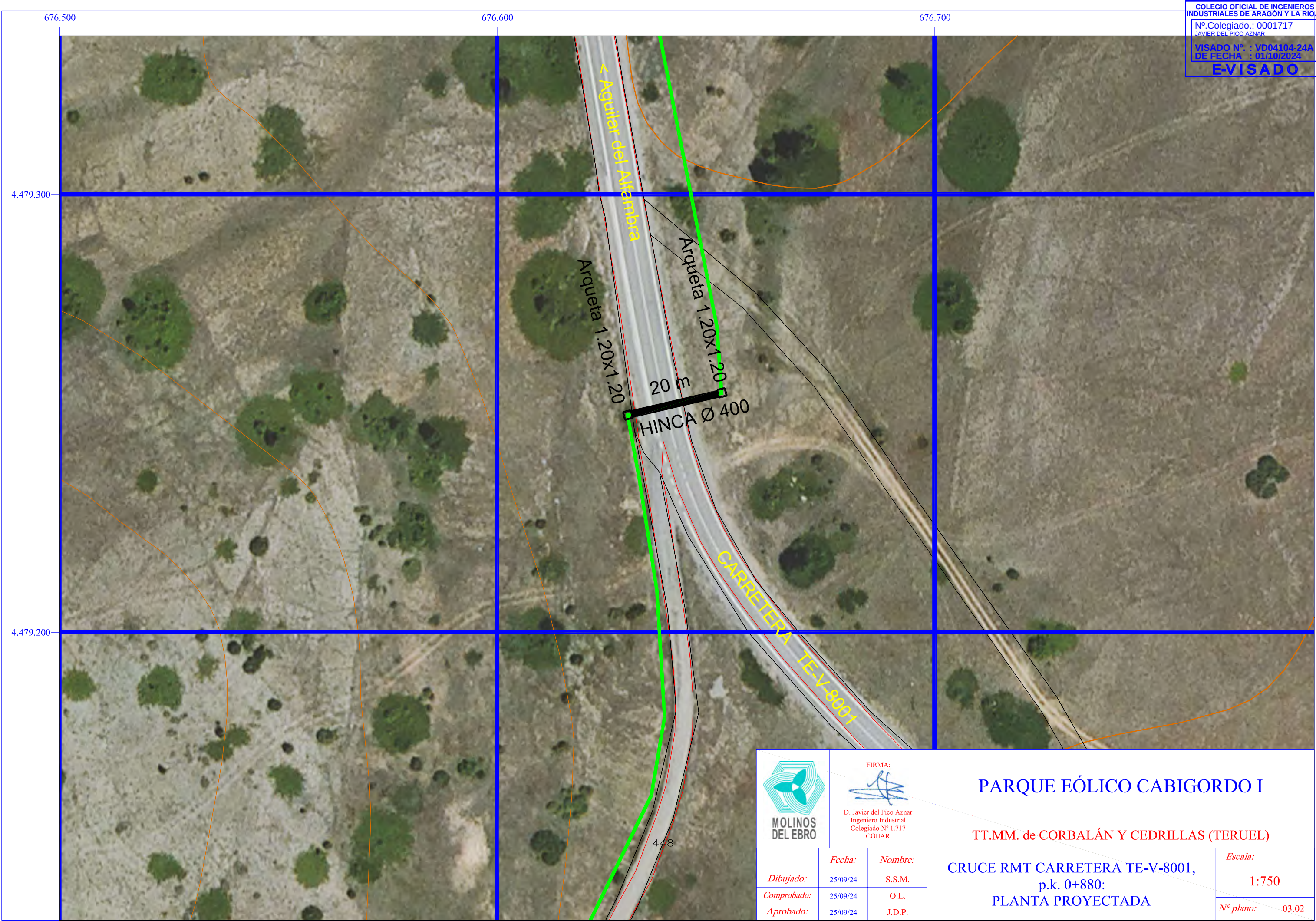
D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

ACCESO Nº 1 CARRETERA TE-V-8001, p.k. 0+530: PLANTA PROYECTADA		Escala: 1:750
		Nº plano: 03.01

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001717
JAVIER DEL PICO AZNAR
VISADO Nº. : VD04104-24A
DE FECHA : 01/10/2024
E-VISADO



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

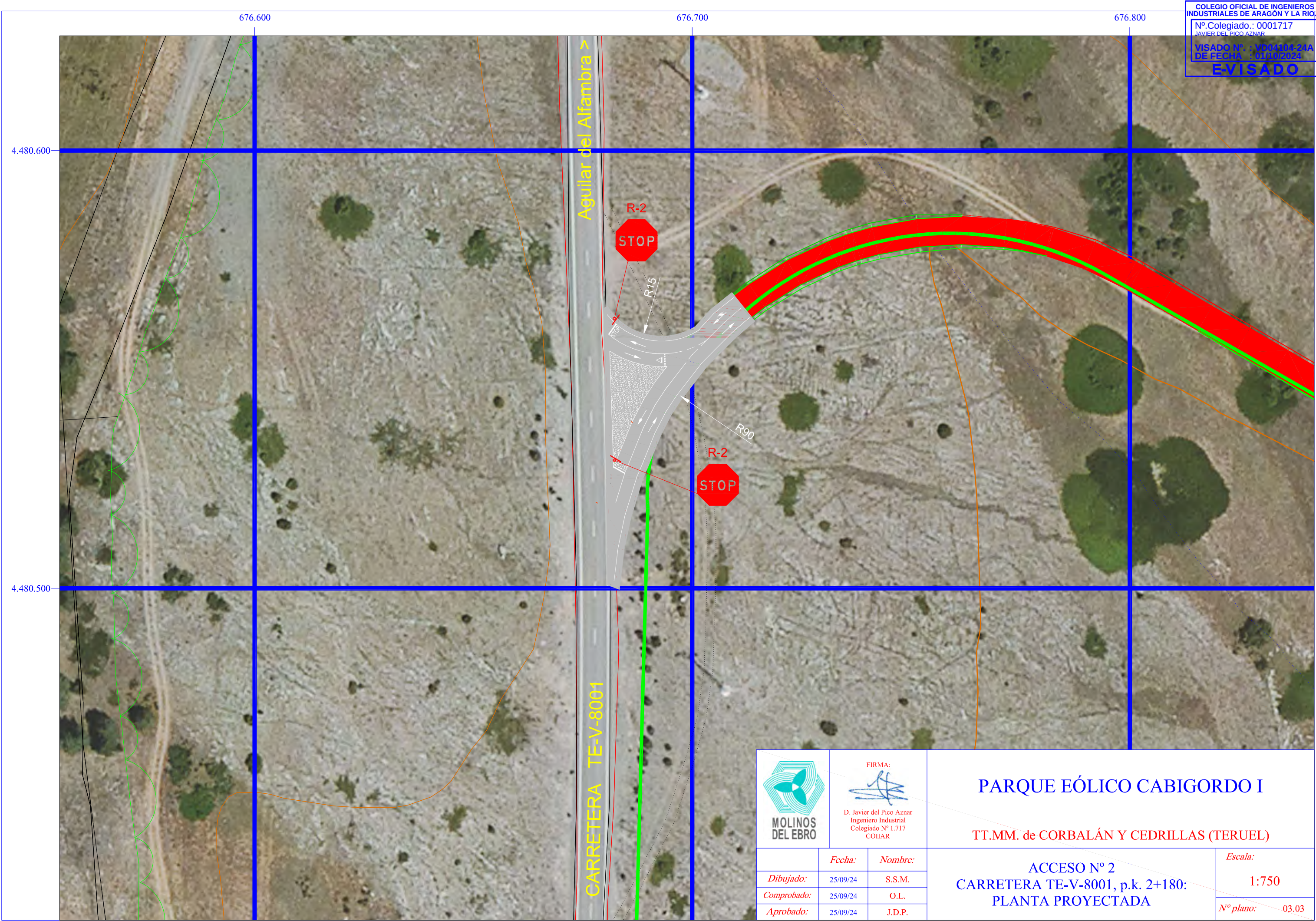
CRUCE RMT CARRETERA TE-V-8001,
p.k. 0+880:
PLANTA PROYECTADA

Escala:

1:750

Nº plano: 03.02

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0001717
JAVIER DEL PICO AZNAR
VISADO Nº.: VD04104-24A
DE FECHA.: 01/10/2024
EVISADO



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

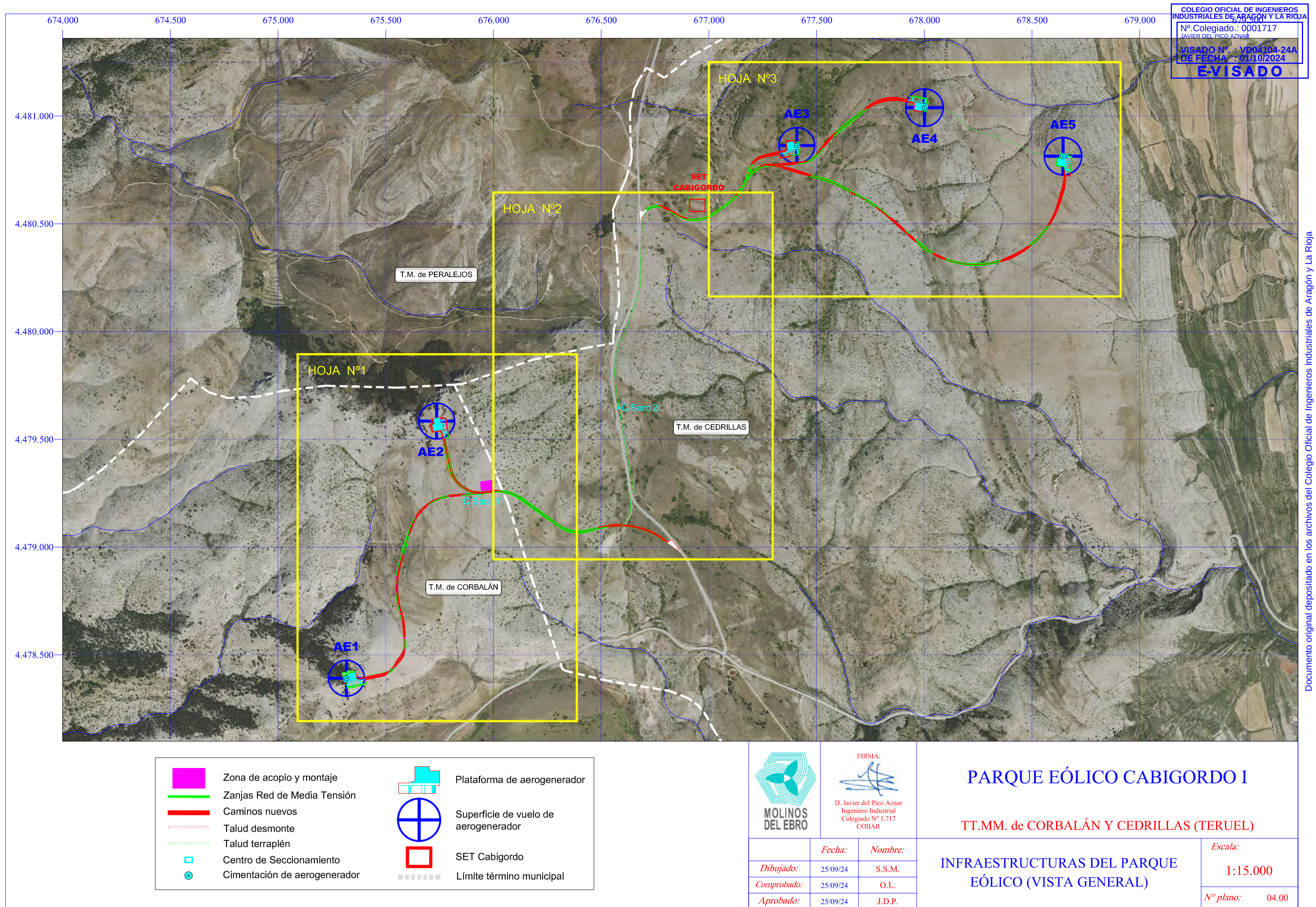
PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.

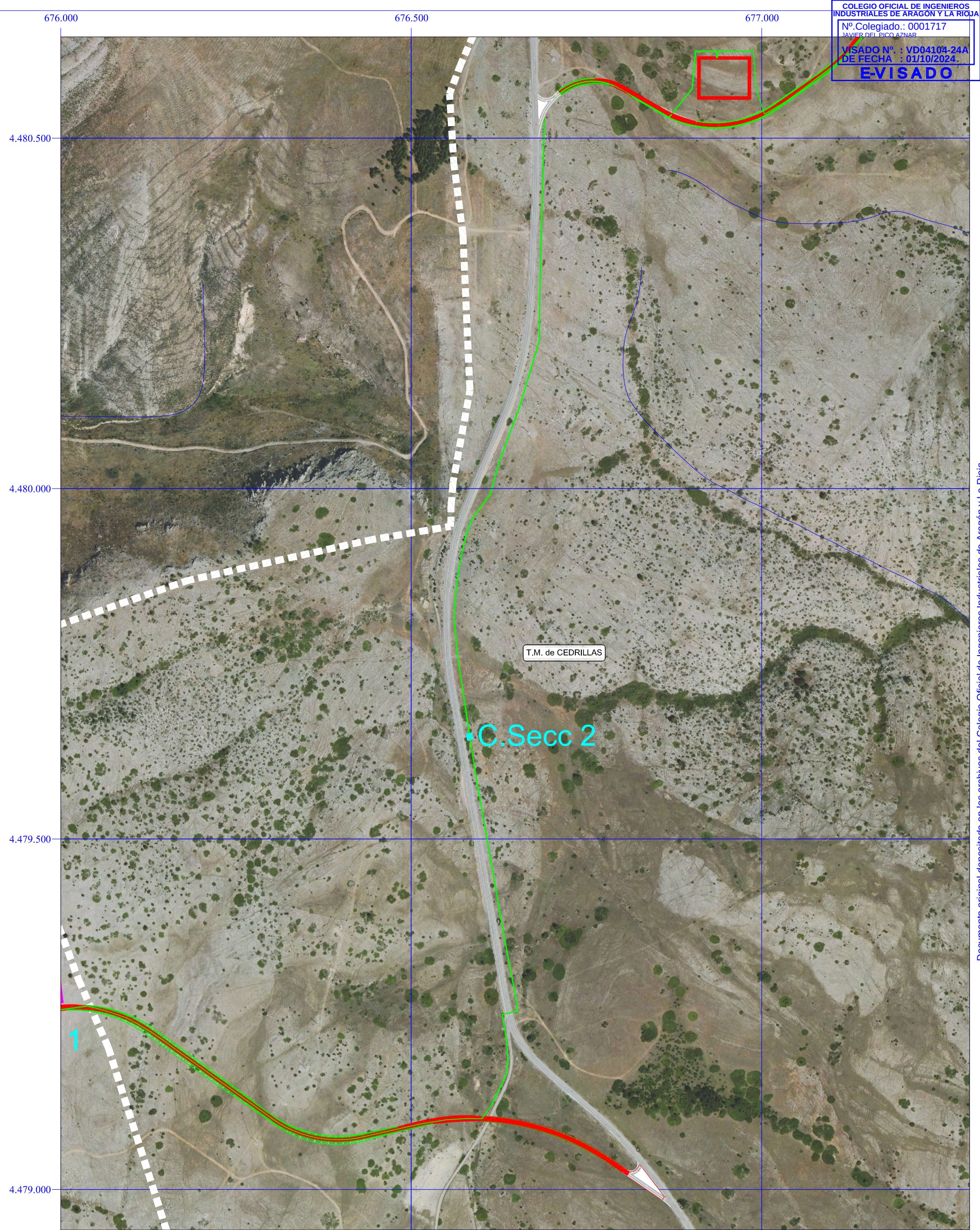
ACCESO Nº 2
CARRETERA TE-V-8001, p.k. 2+180:
PLANTA PROYECTADA

Escala:	1:750
Nº plano:	03.03





N° plano: 04.01



Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Plataforma de aerogenerador

Superficie de vuelo de aerogenerador

SET Cabigordo

Límite T.M.

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial

Colegiado Nº 1.717

COIAR

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

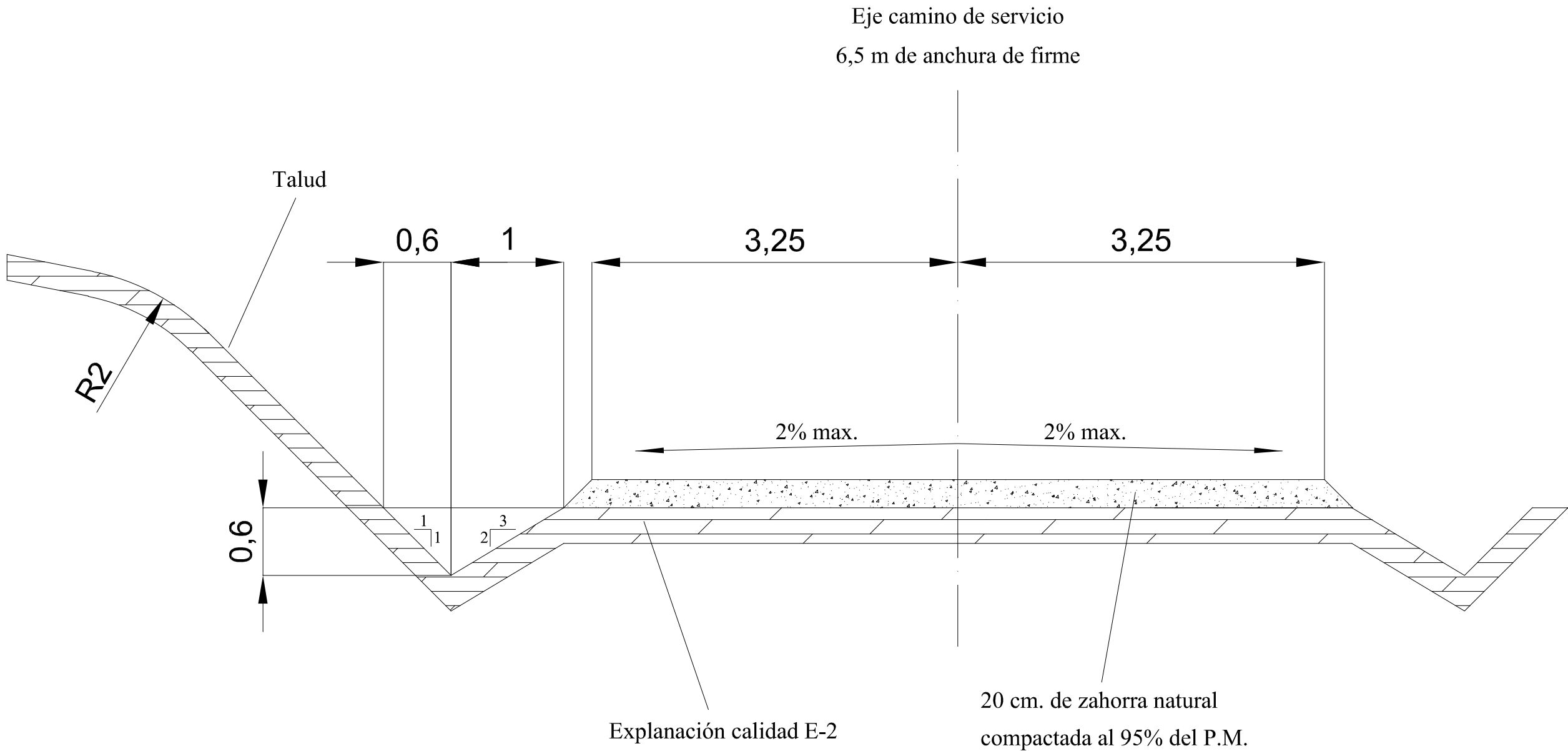
INFRAESTRUCTURAS DEL PARQUE EÓLICO (HOJA Nº 2)

Escala:

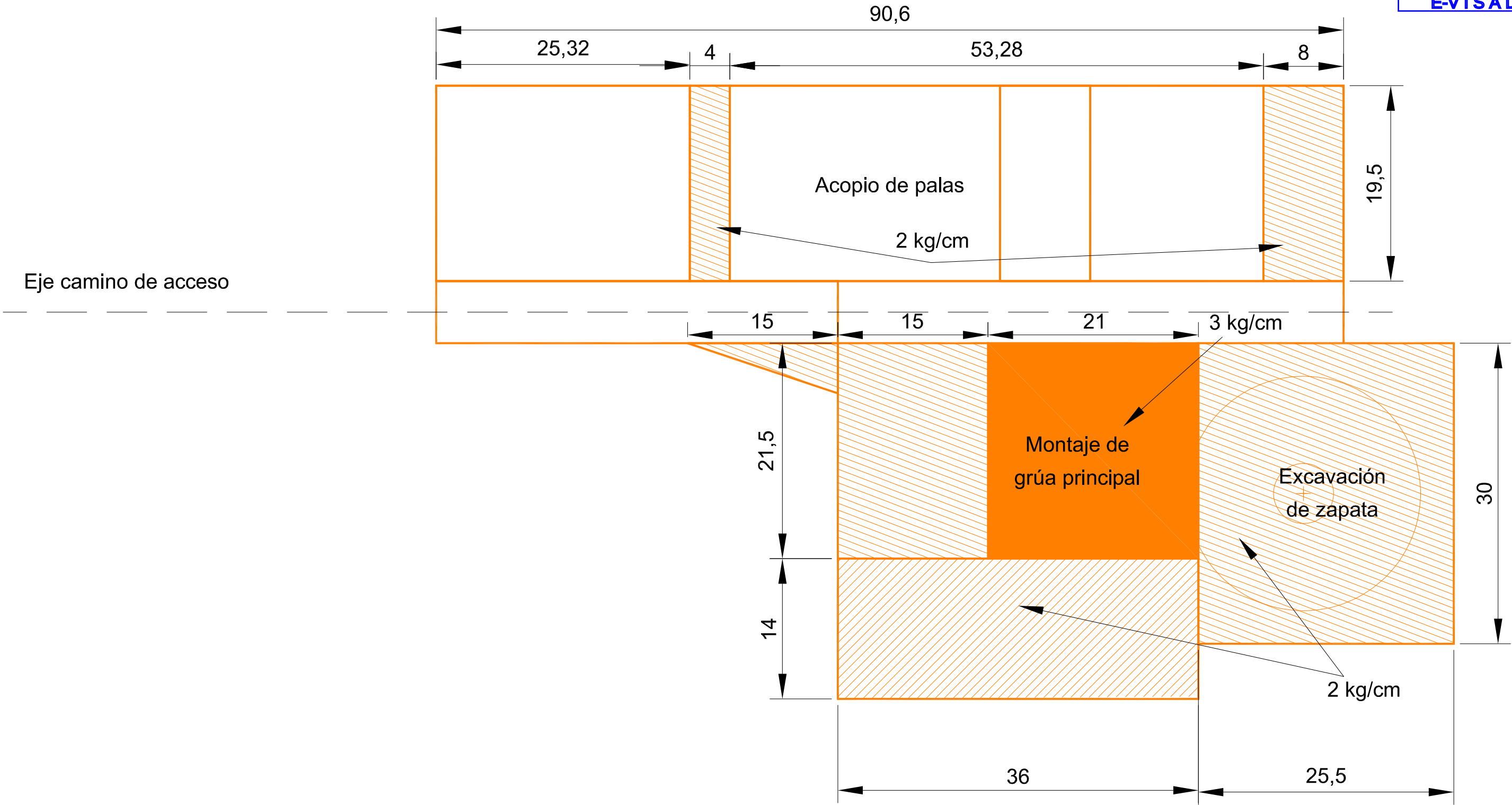
1:5.000

Nº plano: 04.02

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05054-24 y VISADO electrónico VD04104-24A de 01/10/2024, CSV = FVSAOUIV3EG20RSE verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>

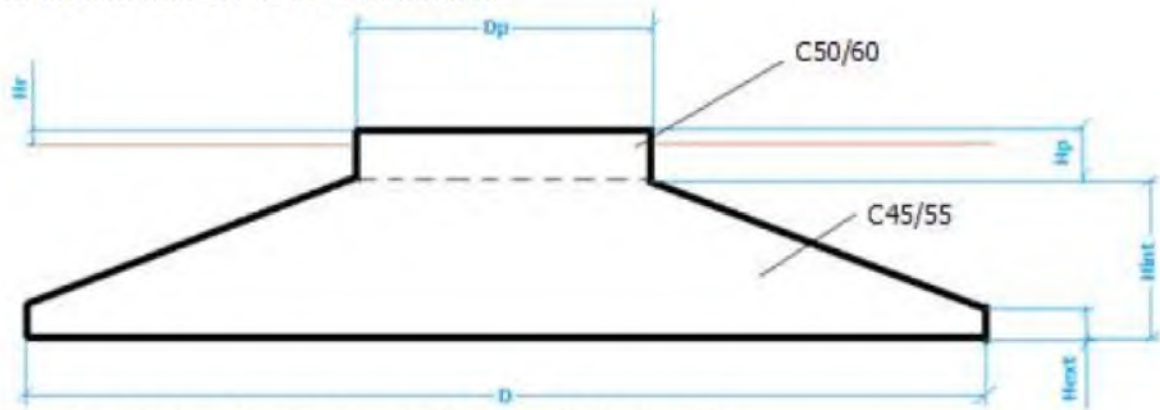


		FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COHAR		PARQUE EÓLICO CABIGORDO I	
				TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)	
	Fecha:	Nombre:	SECCIÓN CAMINOS DE SERVICIO		Escala:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.			S/E
Comprobado:	25/09/24	O.L.			
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.			Nº plano: 05



 MOLINOS DEL EBRO FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR			PARQUE EÓLICO CABIGORDO I	
			TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)	
	Fecha:	Nombre:	PLATAFORMA DE MONTAJE DE AEROGENERADOR	Escala:
Dibujado:	25/09/2024	S.S.M.		1:400
Comprobado:	25/09/2024	O.L.		
Aprobado:	25/09/2024	J.D.P.		Nº plano: 06

Main dimensions of the foundation:



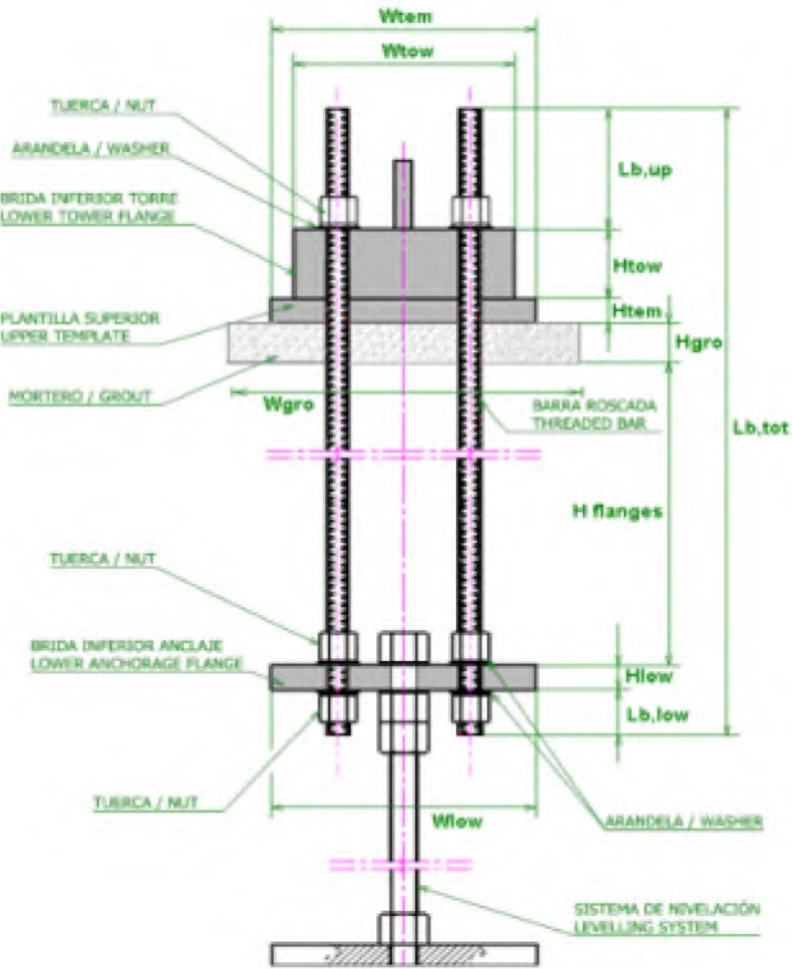
This foundation design needs 4000mm bolts length.

D [m]	23.4
Hext [m]	0.5
Hint [m]	3.5
Dp [m]	6.0
Hp [m]	0.6
Hr [m]	0.1

Material estimation:

Concrete [m³]	800.59
Slab reinforcement steel [kg]	56670
Interface/pedestal reinforcement steel [kg]	16318
Total reinforcement steel [kg]	72988
Excavation [m³]	3049.94
Backfill compaction [m³]	2209.17
Formwork [m²]	48.07
Cleaning concrete [m³]	43.01

Bars cage:



DIMENSIONS		
Dped (m)	6.0	Pedestal diameter
N rows	2	Number of rows
D (m)	4.35	Mean diameter of the tower
Nbars	208	Total number of bars
s (m)	0.204	Distance between rows
Bar metric	M48	Metric of the threaded bars
Øext ducts (mm)	58	External diameter of protection ducts for threaded bars
Wtow (m)	0.350	Width of the tower flange
Htow (m)	0.100	Thickness of the tower bottom flange
Neck (m)	0.066	Neck thickness of the tower flange
Wtem (m)	0.662	Width of the upper template
Htem (m)	0.156	Thickness of the upper template
Øh,tem (mm)	51	Diameter of the holes of the upper template
Wgro (m)	0.880	Width of the grout
Hgro (m)	0.160	Thickness of the grout layer (measured between lower faces of upper template and grout)
Hupp (m)	0.400	Height of concrete with different strength
Wlow (m)	0.613	Width of the lower template
Hlow (m)	0.117	Thickness of the lower template
Øhlow (mm)	51	Diameter of holes in the lower template
Lbup (mm)	0.280	Top exposed length
Lblow (mm)	0.135	Bottom exposed length



FIRMA:
D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

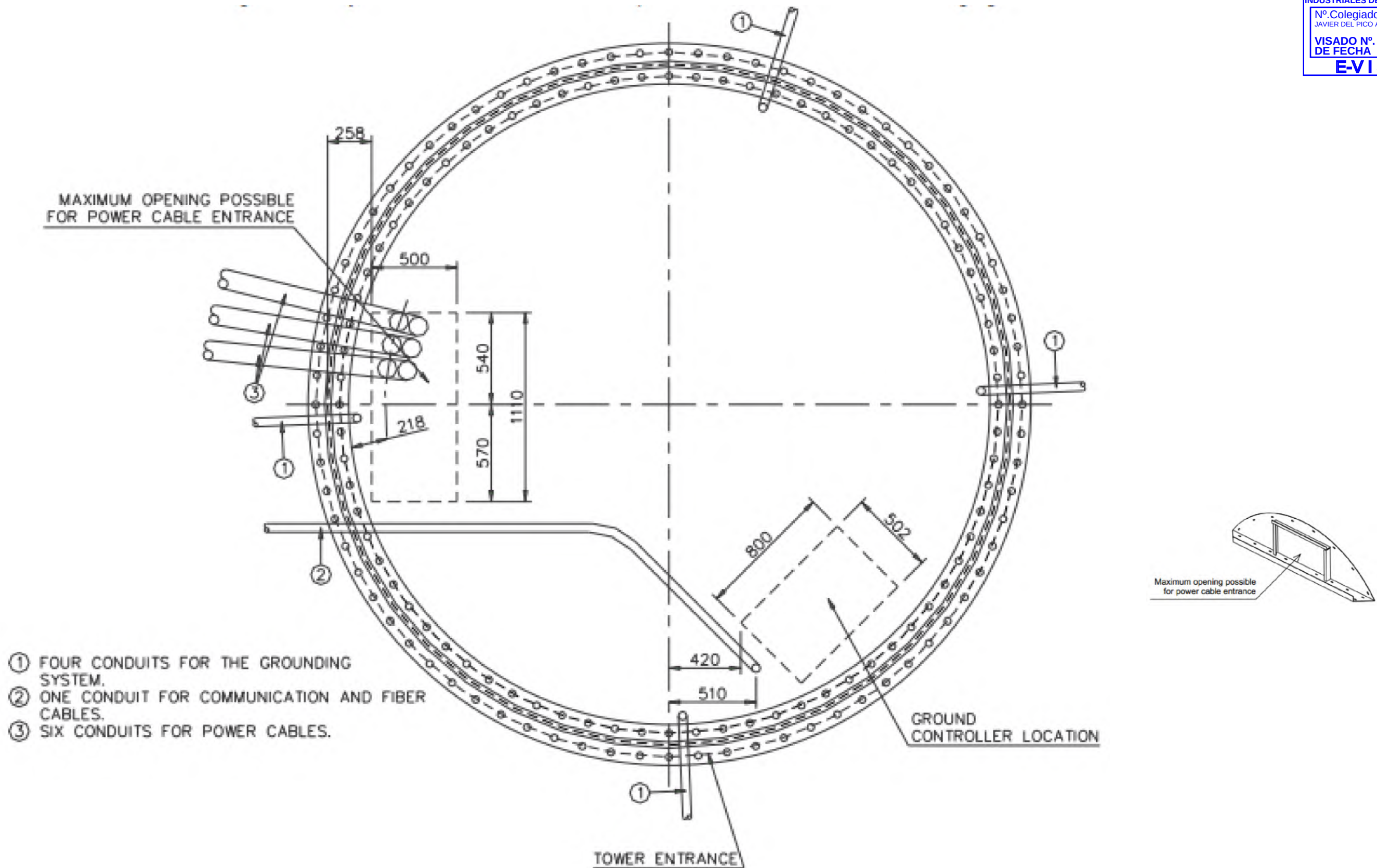
PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)

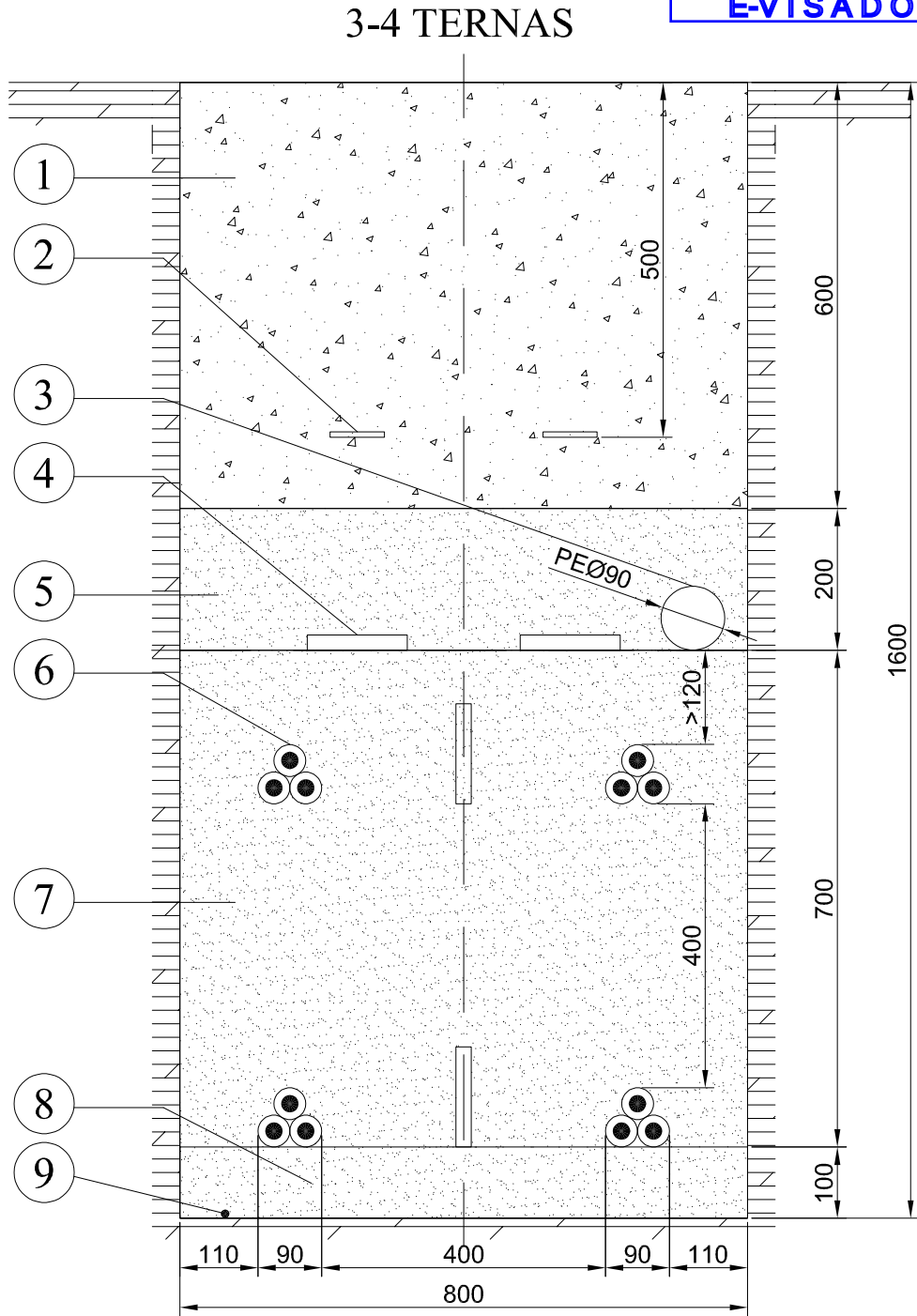
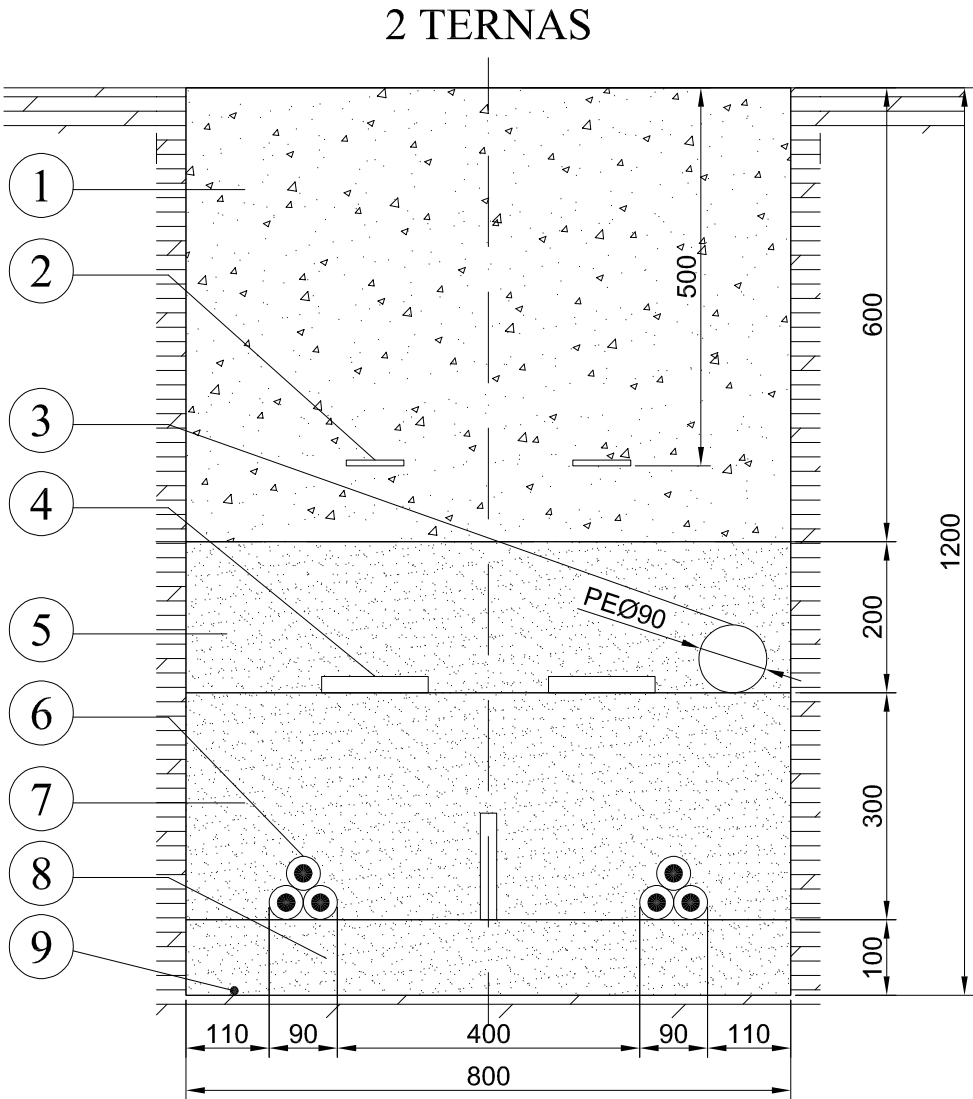
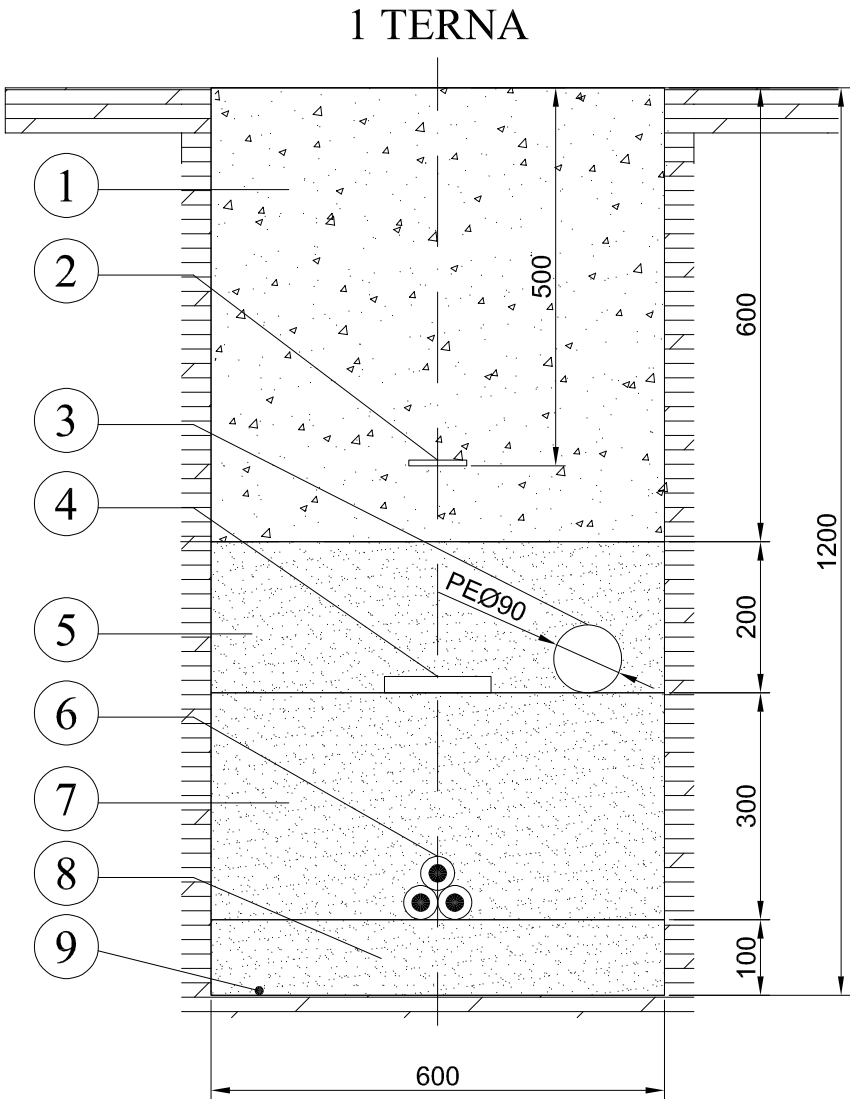
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.

CIMENTACIÓN DE AEROGENERADOR:
DIMENSIONES

Escala:	S/E
Nº plano:	07.01



		FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR		PARQUE EÓLICO CABIGORDO I	
				TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)	
		<i>Fecha:</i>	<i>Nombre:</i>	CIMENTACIÓN DE AEROGENERADOR: DIAGRAMA CONDUCTOS ELÉCTRICOS	
<i>Dibujado:</i>		25/09/24	S.S.M.		
<i>Comprobado:</i>		25/09/24	O.L.		
<i>Aprobado:</i>		25/09/24	J.D.P.		
				<i>Escala:</i>	S/E
				<i>Nº plano:</i>	07.02



REFERENCIA	DENOMINACIÓN
1	MATERIAL ADECUADO COMPACTADO AL 95% P.M.
2	CINTA DE PVC PARA SEÑALIZACION
3	TUBO PE DN90 mm PARA COMUNICACIONES
4	PLACA ENGARZABLE PARA PROTECCIÓN MECÁNICA
5	ARENA TAMIZADA CAPA SUPERIOR
6	CABLES AISLADOS DE POTENCIA
7	ARENA TAMIZADA CAPA INTERMEDIA
8	ARENA TAMIZADA CAPA INFERIOR
9	CABLE DE TIERRA

NOTAS

- TUBO PE CON DOBLE GUÍA PASACABLES.
- LA ARENA QUE SE UTILICE PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CABLES SERÁ LIMPIA, SUELTA Y ÁSPERA, EXENTA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS O PARTÍCULAS TERROSAS, PARA LO CUAL SE TAMIZARÁ O LAVARÁ CONVENIENTEMENTE SI FUERA NECESARIO. SIEMPRE SE EMPLEARÁ ARENA DE RIO. LAS DIMENSIONES DE LOS GRANOS SERÁN DE 0,2 A 1 MM.



FIRMA:
D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)

SECCIONES DE ZANJAS
(I)

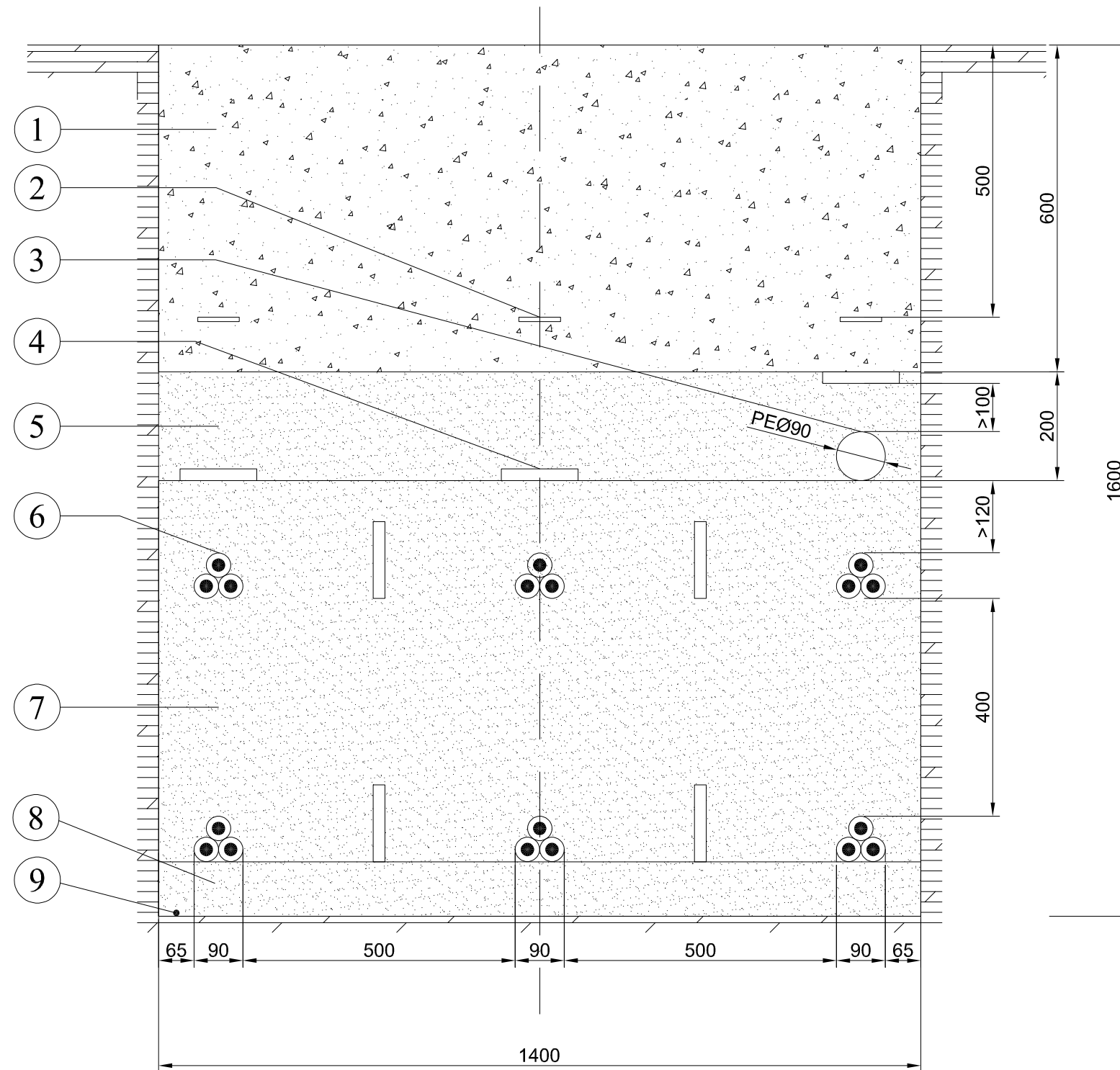
Escala:

1:10

Nº plano: 08.01

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.

5-6 TERNAS



REFERENCIA	DENOMINACIÓN
1	MATERIAL ADECUADO COMPACTADO AL 95% P.M.
2	CINTA DE PVC PARA SEÑALIZACION
3	TUBO PE DN90 mm PARA COMUNICACIONES
4	PLACA ENGARZABLE PARA PROTECCIÓN MECÁNICA
5	ARENA TAMIZADA CAPA SUPERIOR
6	CABLES AISLADOS DE POTENCIA
7	ARENA TAMIZADA CAPA INTERMEDIA
8	ARENA TAMIZADA CAPA INFERIOR
9	CABLE DE TIERRA

NOTAS

- TUBO PE CON DOBLE GUÍA PASACABLES.
- LA ARENA QUE SE UTILICE PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CABLES SERÁ LIMPIA, SUELTA Y ÁSPERA, EXENTA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS O PARTÍCULAS TERROSAS, PARA LO CUAL SE TAMIZARÁ O LAVARÁ CONVENIENTEMENTE SI FUERA NECESARIO. SIEMPRE SE EMPLEARÁ ARENA DE RÍO. LAS DIMENSIONES DE LOS GRANOS SERÁN DE 0,2 A 1 MM.



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado N° 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)

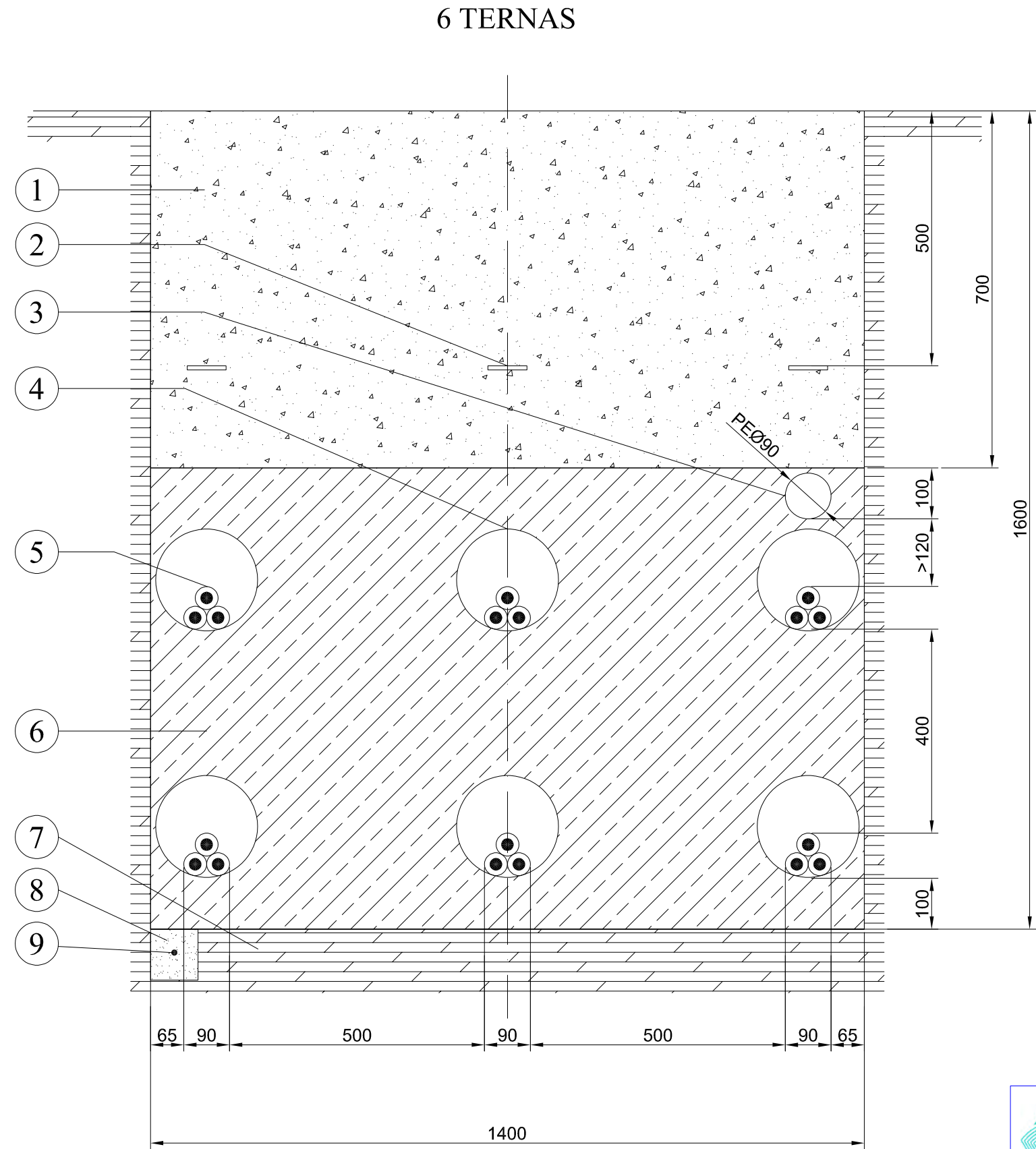
SECCIONES DE ZANJAS (II)

Escala:

1:10

N° plano: 08.02

<i>Dibujado:</i>	25/09/24	S.S.M.
<i>Comprobado:</i>	25/09/24	O.L.
<i>Aprobado:</i>	25/09/24	J.D.P.



REFERENCIA	DENOMINACION
1	ZAHORRA COMPACTADA AL 95% P.M.
2	CINTA DE PVC PARA SEÑALIZACIÓN
3	TUBO PE DN90 mm PARA COMUNICACIONES
4	TUBO PVC Ø 200 mm
5	CABLES AISLADOS DE POTENCIA
6	HORMIGÓN EN MASA HM-20
7	ZAHORRA COMPACTADA AL 95% P.M.
8	ARENA TAMIZADA
9	CABLE DE TIERRA

NOTAS

- INCLUIR EN CADA CASO UN TUBO DE RESERVA DE LAS MISMAS DIMENSIONES CON GUÍA PASACABLES.
- TODOS LOS TUBOS DEBERÁN SOBRESALIR DEL CAMINO 1 METRO POR CADA LADO.
- LA ARENA QUE SE UTILICE PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CABLES SERÁ LIMPIA, SUELTA Y ÁSPERA, EXENTA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS O PARTÍCULAS TERROSAS, PARA LO CUAL SE TAMIZARÁ O LAVARÁ CONVENIENTEMENTE SI FUERA NECESARIO. SIEMPRE SE EMPLEARÁ ARENA DE RIO. LAS DIMENSIONES DE LOS GRANOS SERÁN DE 0,2 A 1 MM.



MOLINOS
DEL EBRO

FIRMA:



D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)

Fecha: 25/09/24

Nombre: S.S.M.

Dibujado: 25/09/24

Comprobado: 25/09/24

Aprobado: 25/09/24

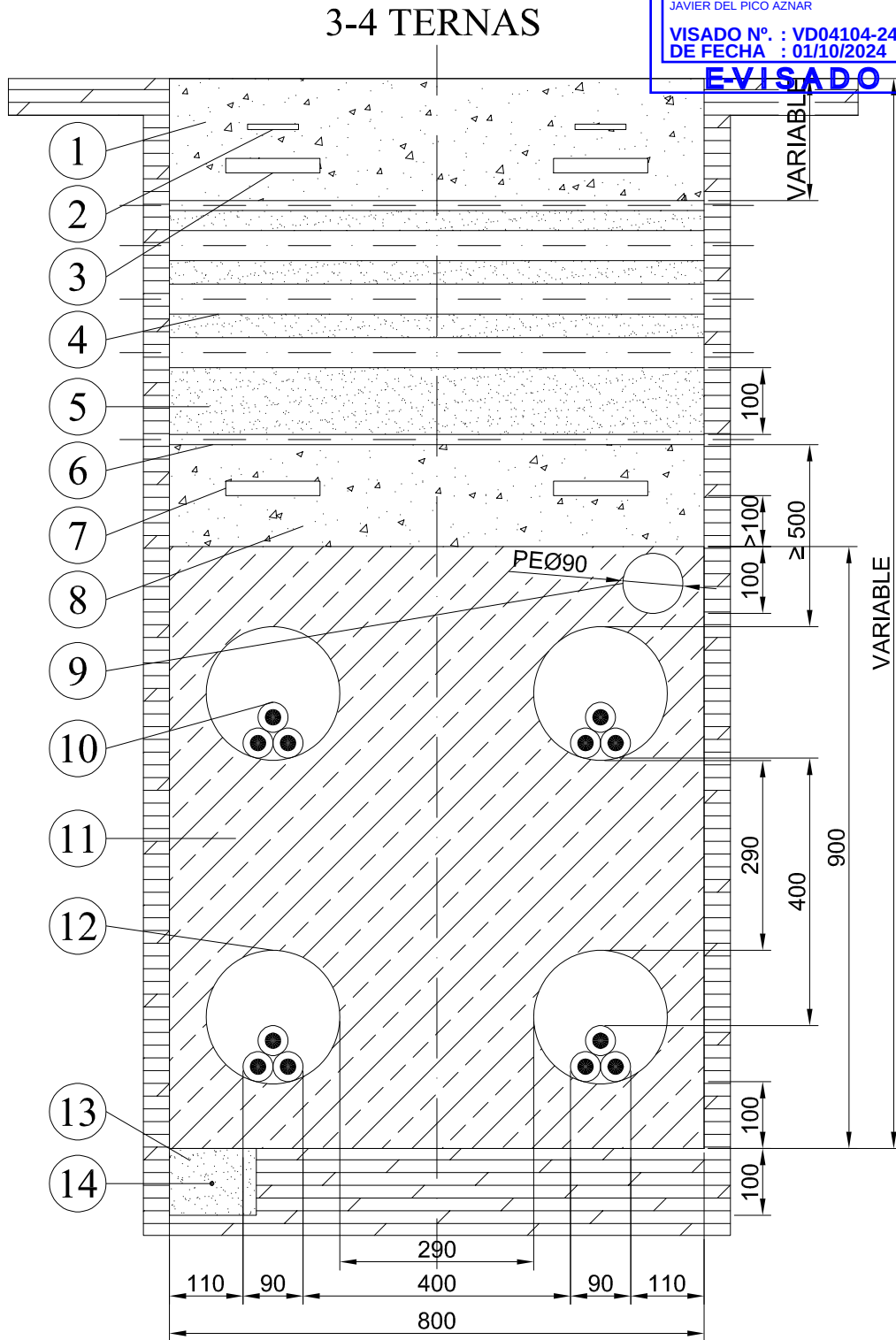
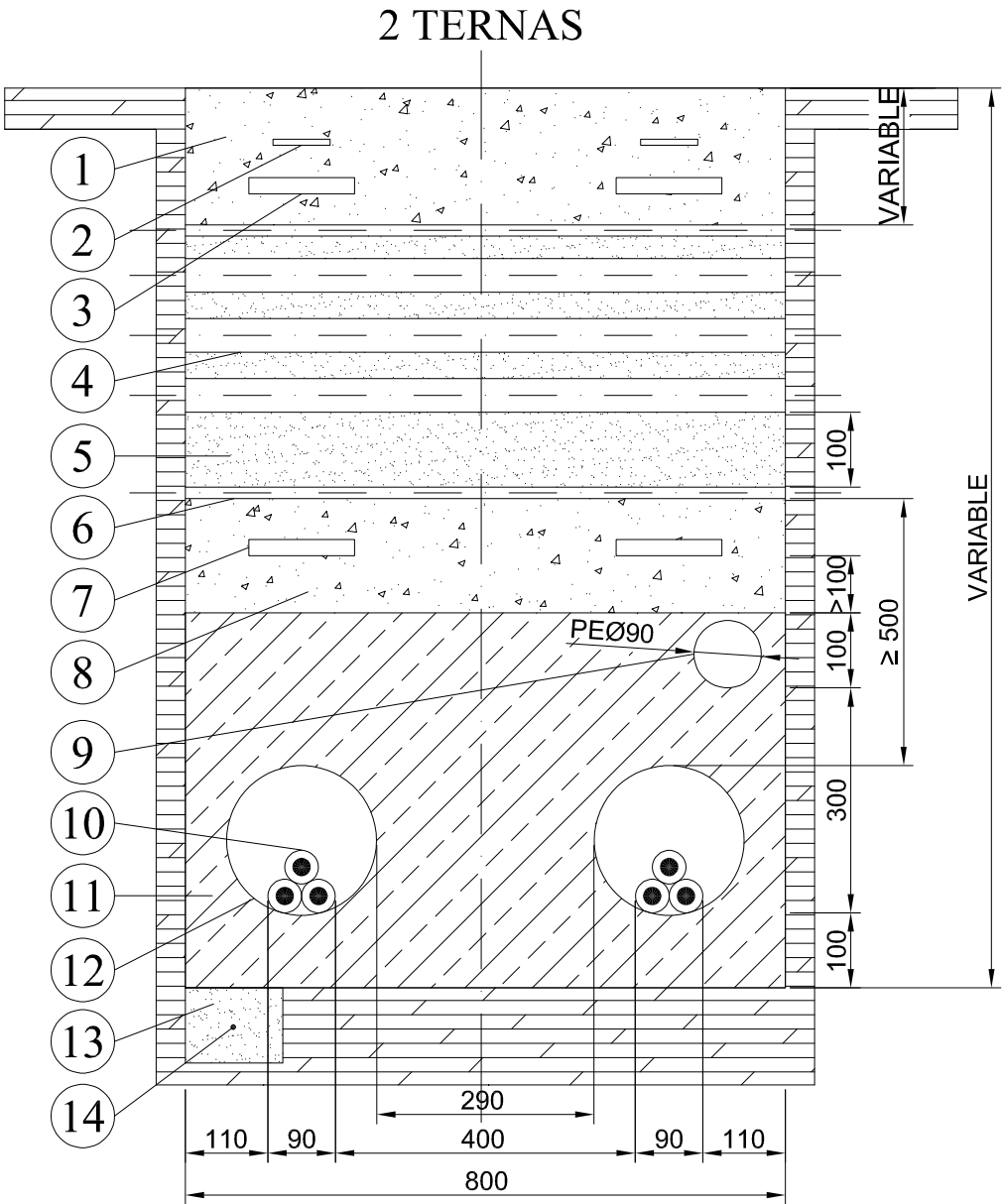
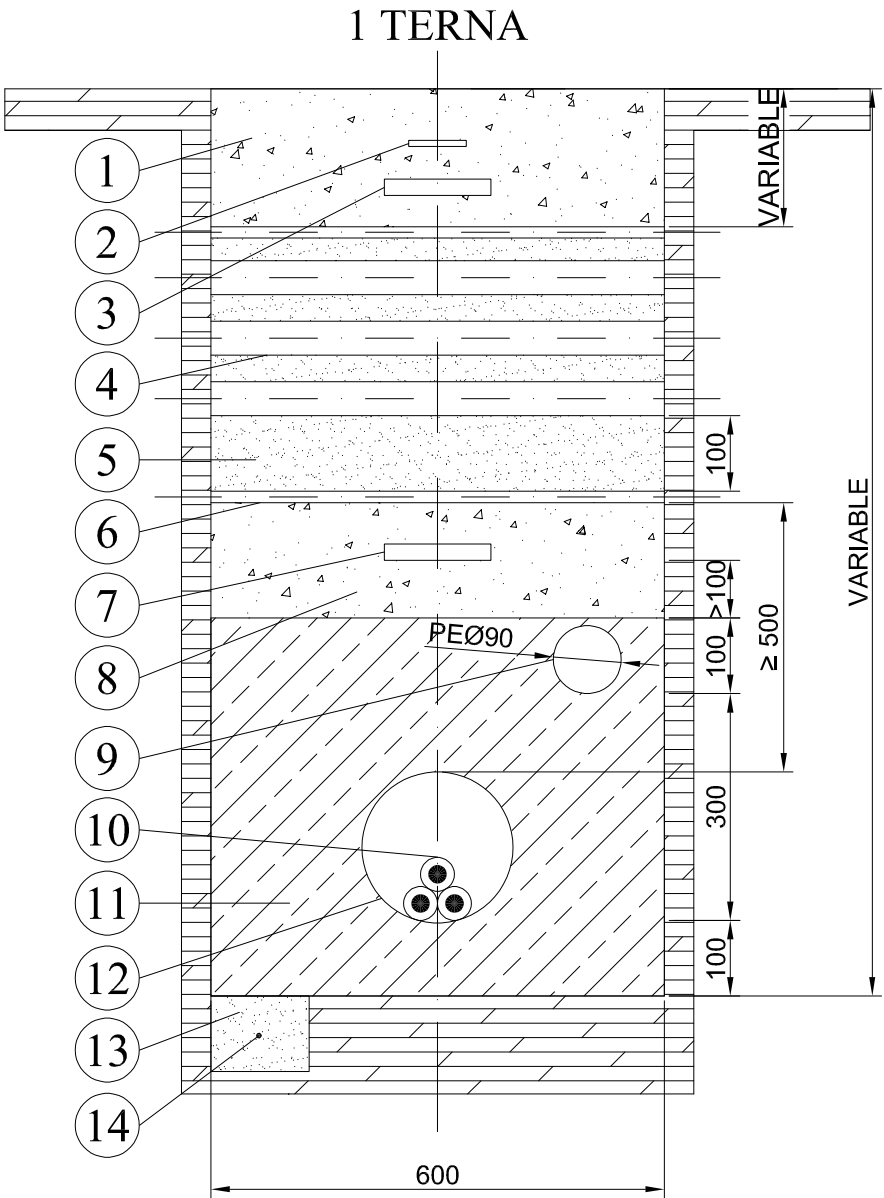
O.L.

J.D.P.

SECCIONES DE ZANJAS PASOS REFORZADOS CRUCE CON CAMINOS (II)

Escala: 1:10

Nº plano: 09.02



REFERENCIA	DENOMINACIÓN	REFERENCIA	DENOMINACIÓN
1	MATERIAL ADECUADO COMPACTADO AL 95% P.M.	8	MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN
2	CINTA DE PVC PARA SEÑALIZACIÓN	9	TUBO PE DN90 mm PARA COMUNICACIONES
3	PLACA ENGARZABLE PARA PROTECCIÓN MECÁNICA	10	CABLES AISLADOS DE POTENCIA
4	CONDUCTORES EXISTENTES	11	HORMIGÓN EN MASA HM-20
5	ARENA TAMIZADA	12	TUBO PVC Ø 200 mm
6	CABLE DE TIERRA EXISTENTE	13	ARENA TAMIZADA
7	PLACA ENGARZABLE PARA PROTECCIÓN MECÁNICA	14	CABLE DE TIERRA

NOTAS

- LOS EMPALMES DE A.T. - B.T. DEBEN QUEDAR A UNA DISTANCIA MAYOR A 1 METRO DEL PUNTO DE CRUCE.
- INCLUIR EN CADA CASO UN TUBO DE RESERVA DE LAS MISMAS DIMENSIONES CON GUÍA PASACABLES.
- SE INSTALARÁN TUBOS CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÍNIMA DE 450 N Y QUE SOPORTEN UN IMPACTO DE ENERGÍA MÍNIMO DE 40 J.
- LA ARENA QUE SE UTILICE PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CABLES SERA LIMPIA, SUELTA Y ÁSPERA, EXENTA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS O PARTÍCULAS TERROSAS, PARA LO CUAL SE TAMIZARÁ O LAVARÁ CONVENIENTEMENTE SI FUERA NECESARIO. SIEMPRE SE EMPLEARÁ ARENA DE RIO. LAS DIMENSIONES DE LOS GRANOS SERÁN DE 0,2 A 1 MM.
- SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, LOS CABLES DE A.T. DISCURRIRÁN POR DEBAJO DE B.T.



FIRMA:
D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)

SECCIONES DE ZANJAS
PASOS REFORZADOS
CRUCE CON RED MT (I)

Fecha: 25/09/24
Nombre: S.S.M.
Comprobado: 25/09/24
O.L.
Aprobado: 25/09/24
J.D.P.

Escala: 1:10
Nº plano: 10.01

The drawing consists of a cross-section (top) and a plan view (bottom).

Cross-section details:

- 1:** Top concrete layer.
- 2:** Gravel layer.
- 3:** Geotextile layer.
- 4:** Drainage channel.
- 5:** Gravel layer.
- 6:** Geotextile layer.
- 7:** Gravel layer.
- 8:** Geotextile layer.
- 9:** Drainage channel.
- 10:** Drainage channel.
- 11:** Drainage channel.
- 12:** Drainage channel.
- 13:** Drainage channel.
- 14:** Drainage channel.

Plan view details:

- 10:** Drainage channel.
- 11:** Drainage channel.
- 12:** Drainage channel.
- 13:** Drainage channel.
- 14:** Drainage channel.

Dimensions:

- Horizontal:** 1400 (total width), 390 (channel width), 500 (channel spacing), 90 (channel offset), 65 (channel offset).
- Vertical:** 900 (total height), 400 (channel height), 290 (channel height), 100 (channel height), 100 (channel height), 100 (channel height).
- Other:** 100, >100, ≥ 500, VARIABLE.

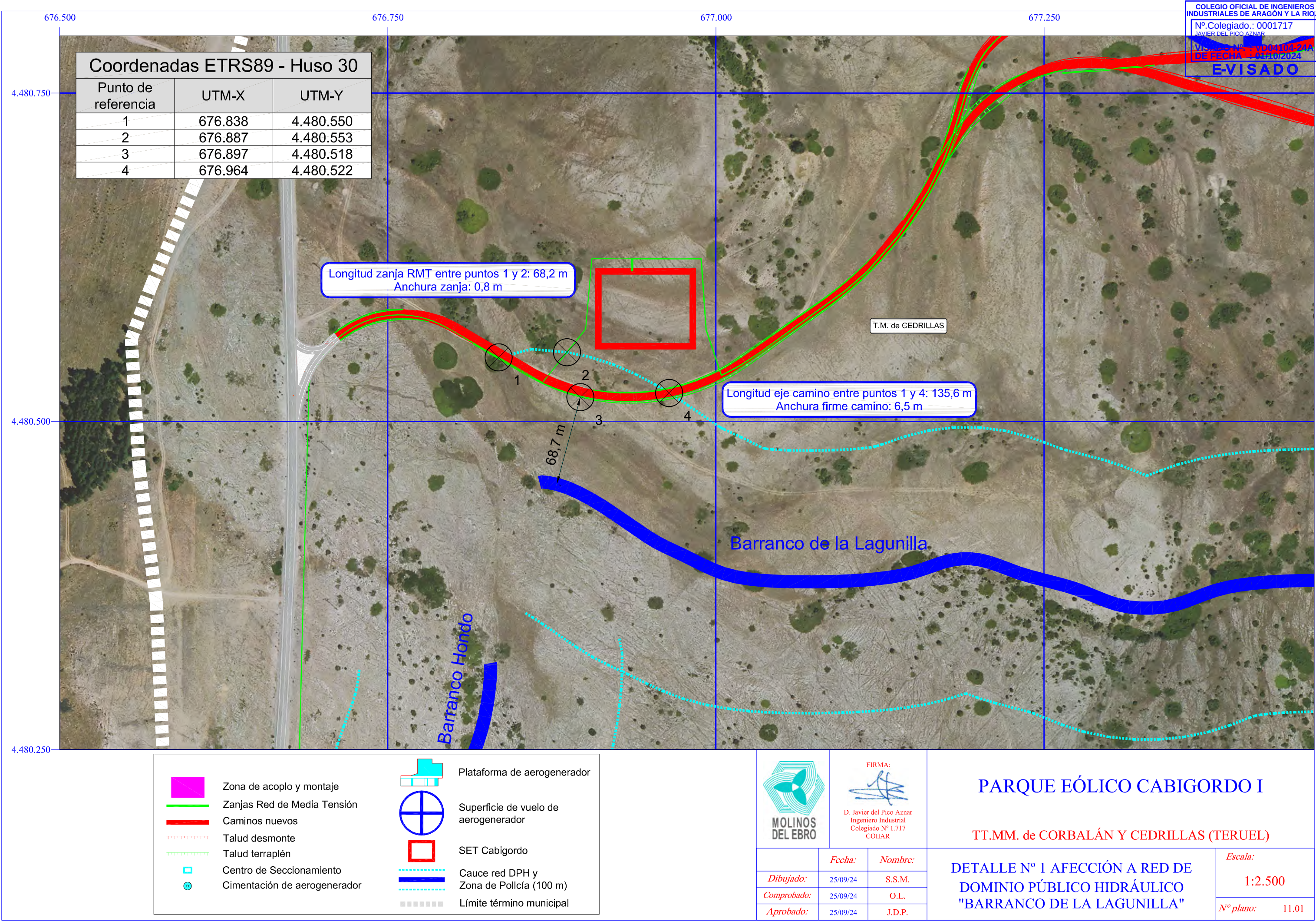
Labels:

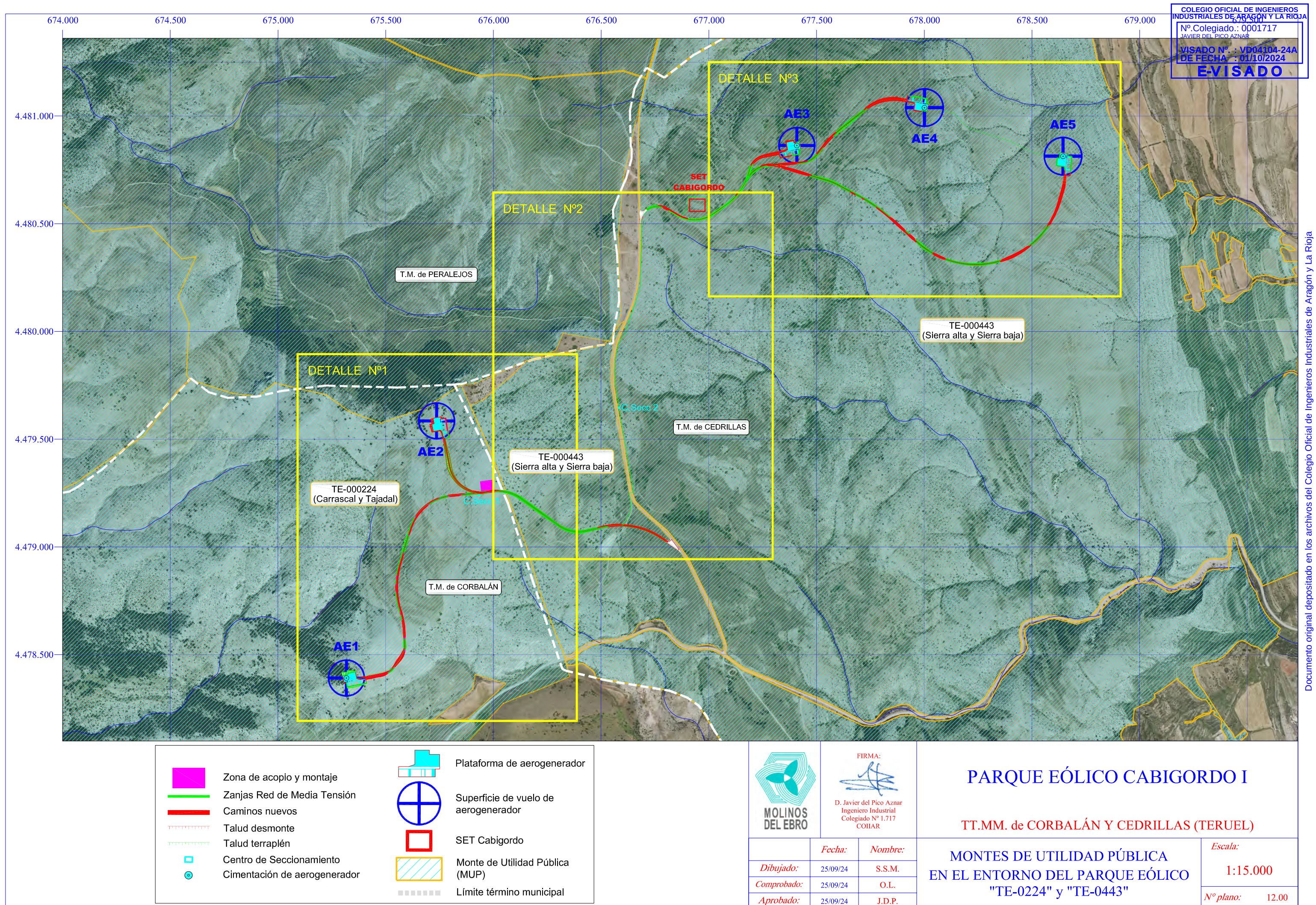
- PEØ90:** Polyethylene pipe with diameter 90.

NOTAS

- LOS EMPALMES DE A.T. - B.T. DEBEN QUEDAR A UNA DISTANCIA MAYOR A 1 METRO DEL PUNTO DE CRUCE.
- INCLUIR EN CADA CASO UN TUBO DE RESERVA DE LAS MISMAS DIMENSIONES CON GUÍA PASACABLES.
- SE INSTALARÁN TUBOS CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÍNIMA DE 450 N Y QUE SOPORTEN UN IMPACTO DE ENERGÍA MÍNIMO DE 40 J.
- LA ARENA QUE SE UTILICE PARA LA PROTECCIÓN DE LOS CABLES SERA LIMPIA, SUELTA Y ÁSPERA, EXENTA DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS O PARTICULAS TERROSAS, PARA LO CUAL SE TAMIZARÁ O LAVARÁ CONVENIENTEMENTE SI FUERA NECESARIO. SIEMPRE SE EMPLEARÁ ARENA DE RIO. LAS DIMENSIONES DE LOS GRANOS SERÁN DE 0,2 A 1 MM.
- SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, LOS CABLES DE A.T. DISCURRIRÁN POR DEBAJO DE B.T.

 MOLINOS DEL EBRO	FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado N° 1.717 COIAR		PARQUE EÓLICO CABIGORDO I TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)		
		Fecha:	Nombre:	SECCIONES DE ZANJAS PASOS REFORZADOS CRUCE CON RED MT (II)	Escala:
	Dibujado:	25/09/24	S.S.M.		1:10
	Comprobado:	25/09/24	O.L.		N° plano: 10.02
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.			

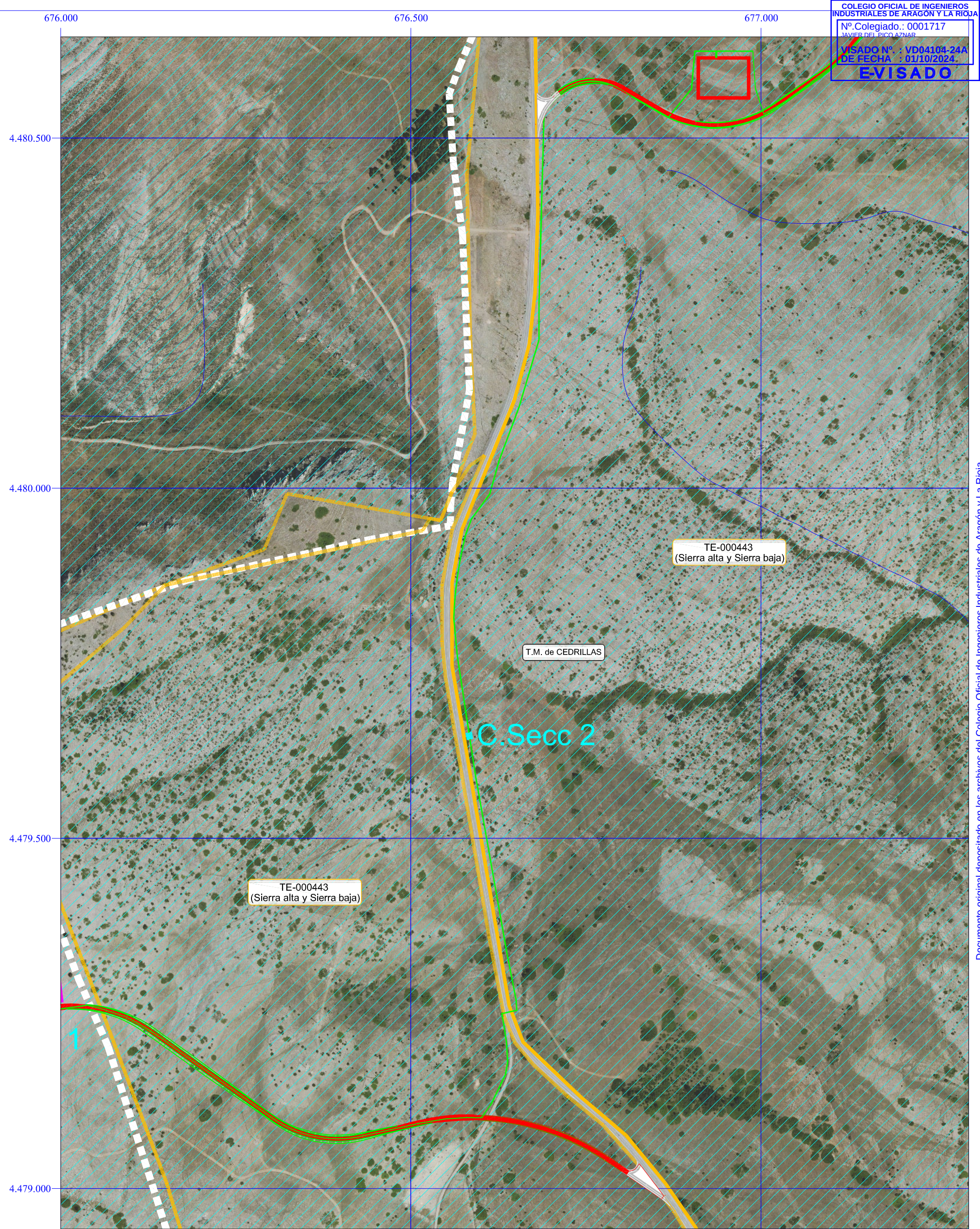


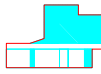




 MOLINOS DEL EBRO	FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado N° 1.717 COIHAR	
	<i>Fecha:</i> <i>Dibujado:</i> 25/09/24 <i>Comprobado:</i> 25/09/24 <i>Aprobado:</i> 25/09/24	<i>Nombre:</i> S.S.M. O.L. J.D.P.

N° plano: 12.01



 Zona de acopio y montaje	 Plataforma de aerogenerador
 Zanjas Red Media Tensión	 Superficie de vuelo de aerogenerador
 Caminos nuevos	 SET Cabigordo
 Talud desmonte	 Monte de Utilidad Pública (MUP)
 Talud terraplén	 Límite T.M.
 Centro de Seccionamiento	
 Cimentación aerogenerador	



FIRMA:



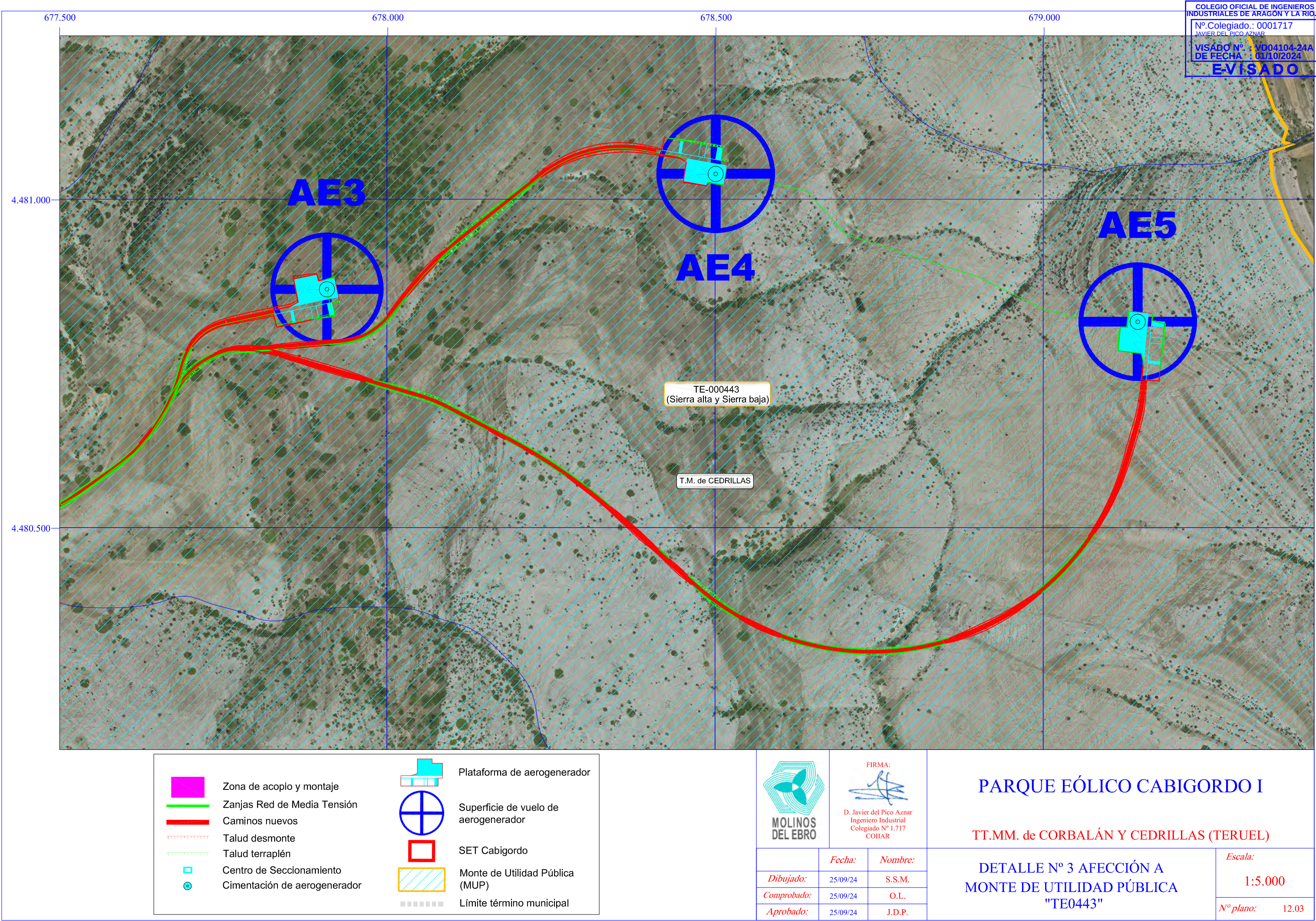
D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

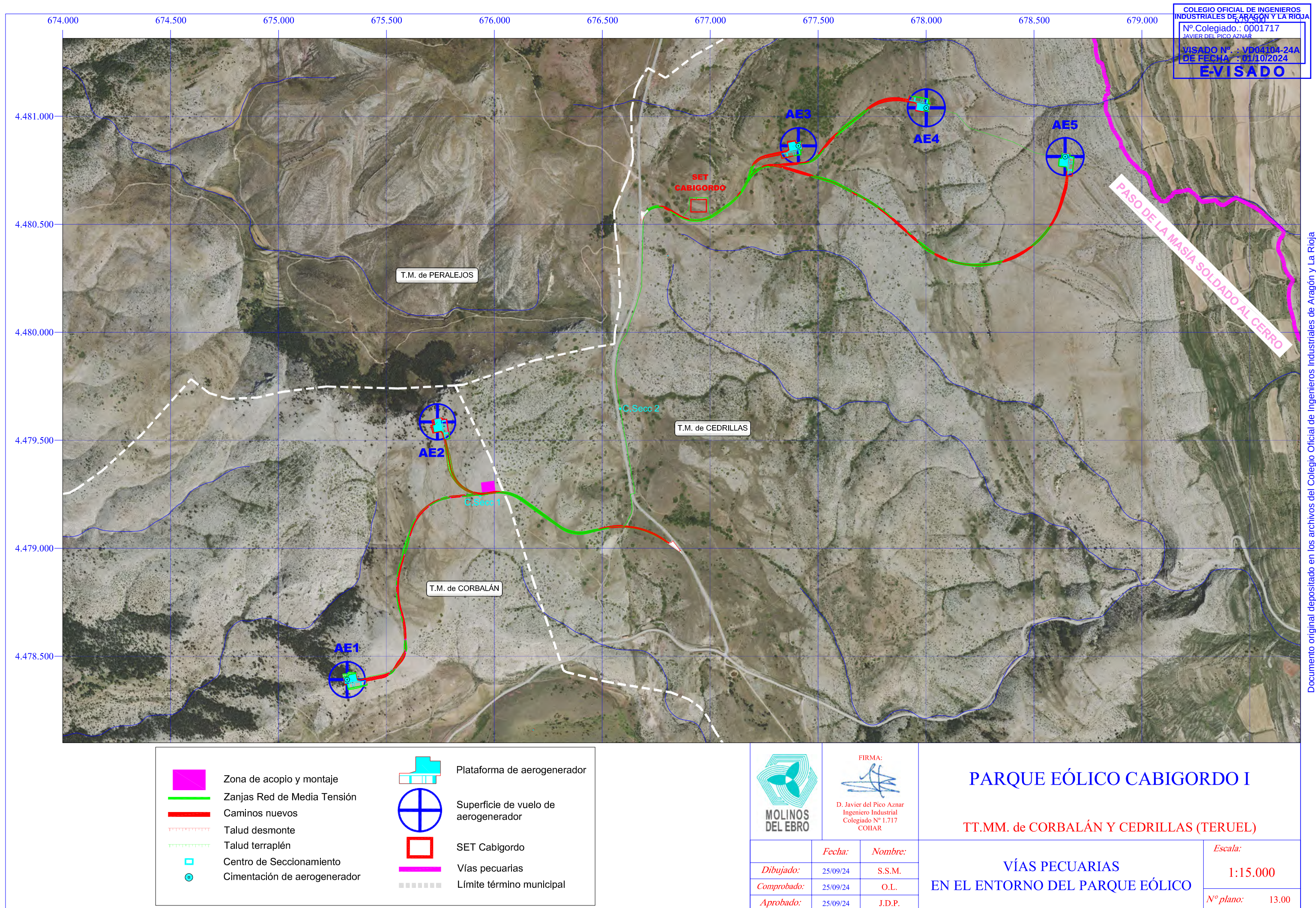
PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

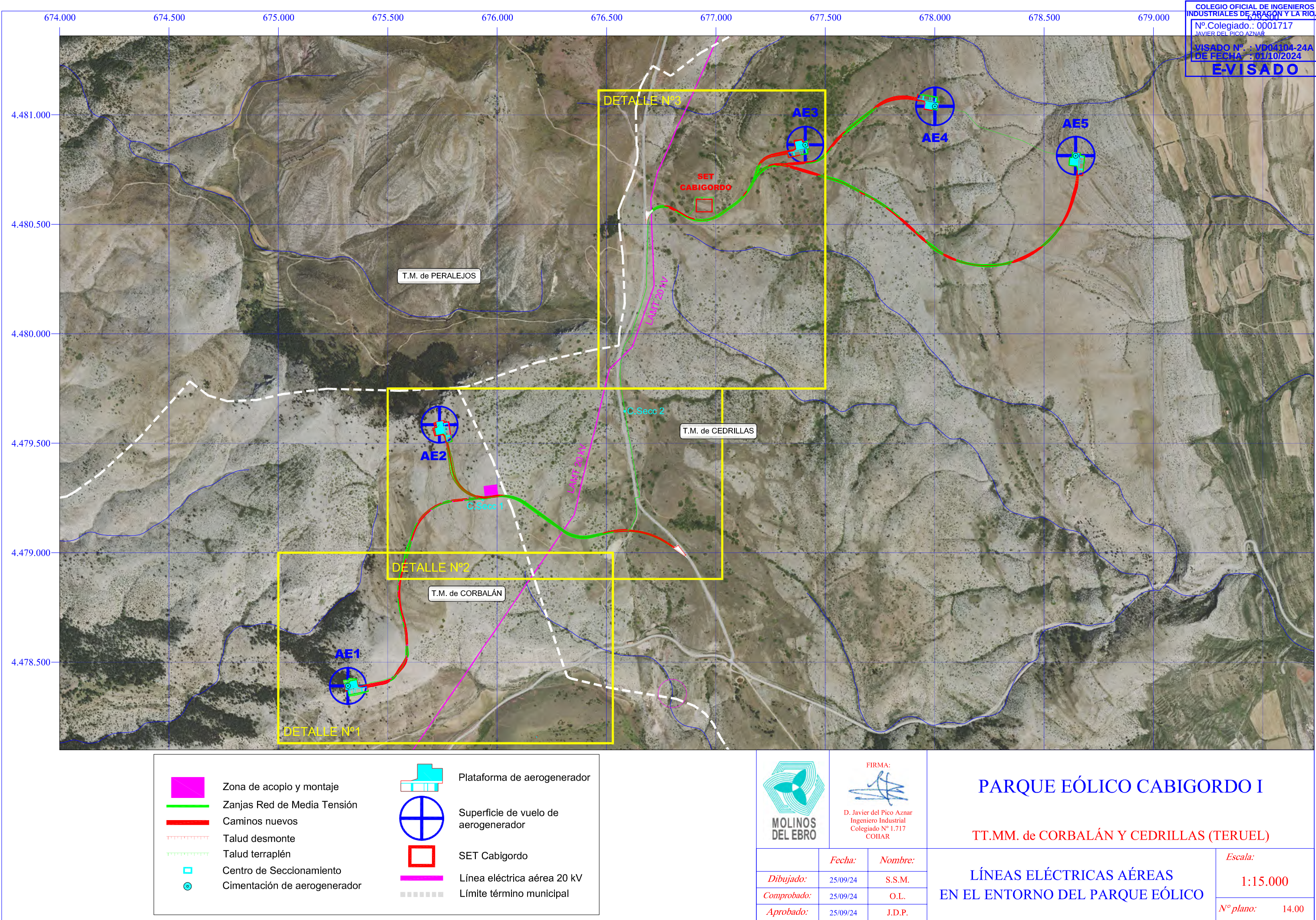
TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

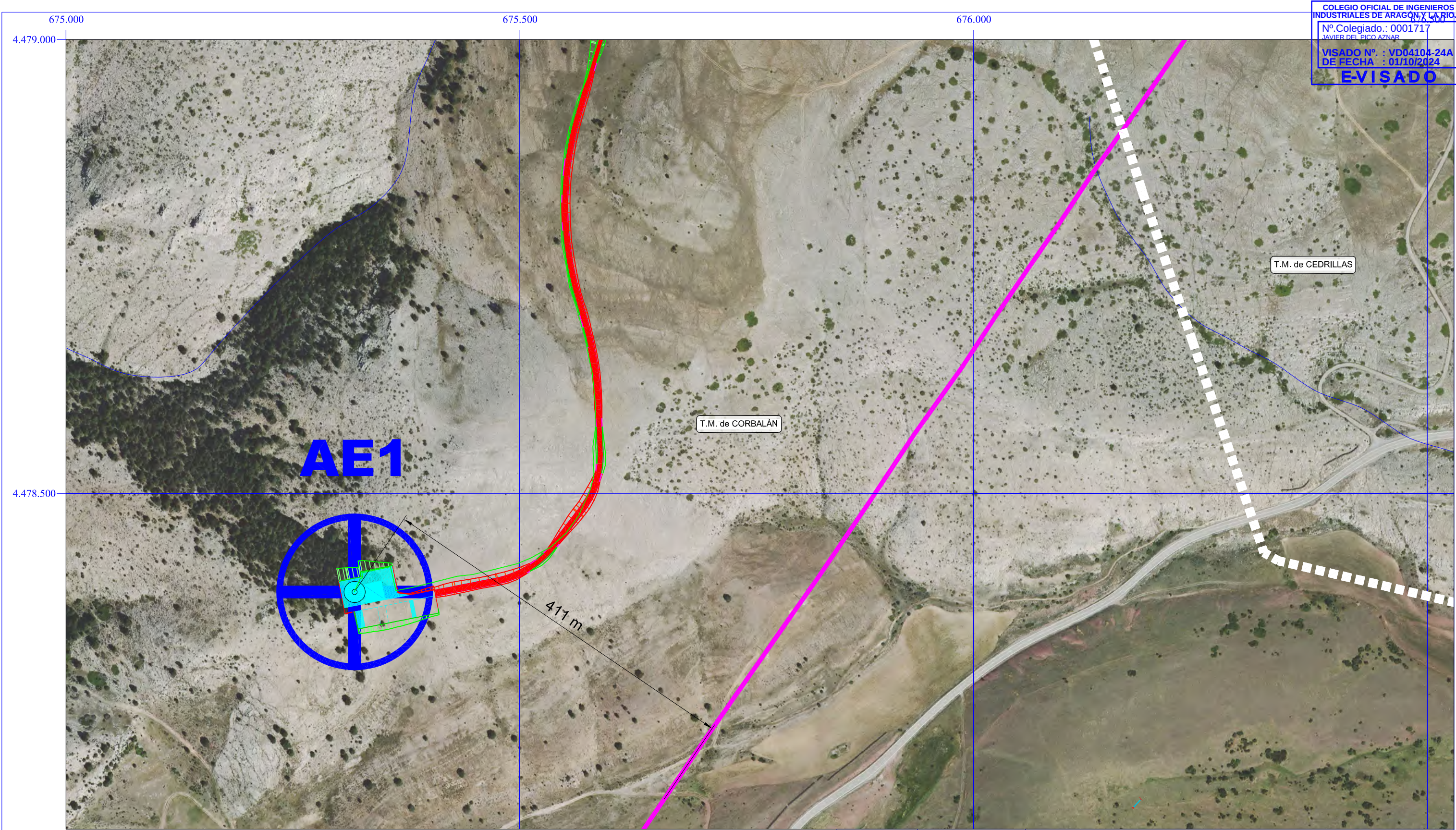
DETALLE Nº 2 AFECCIÓN A MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA "TE0443"	Escala: 1:5.000 Nº plano: 12.02
---	--

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.



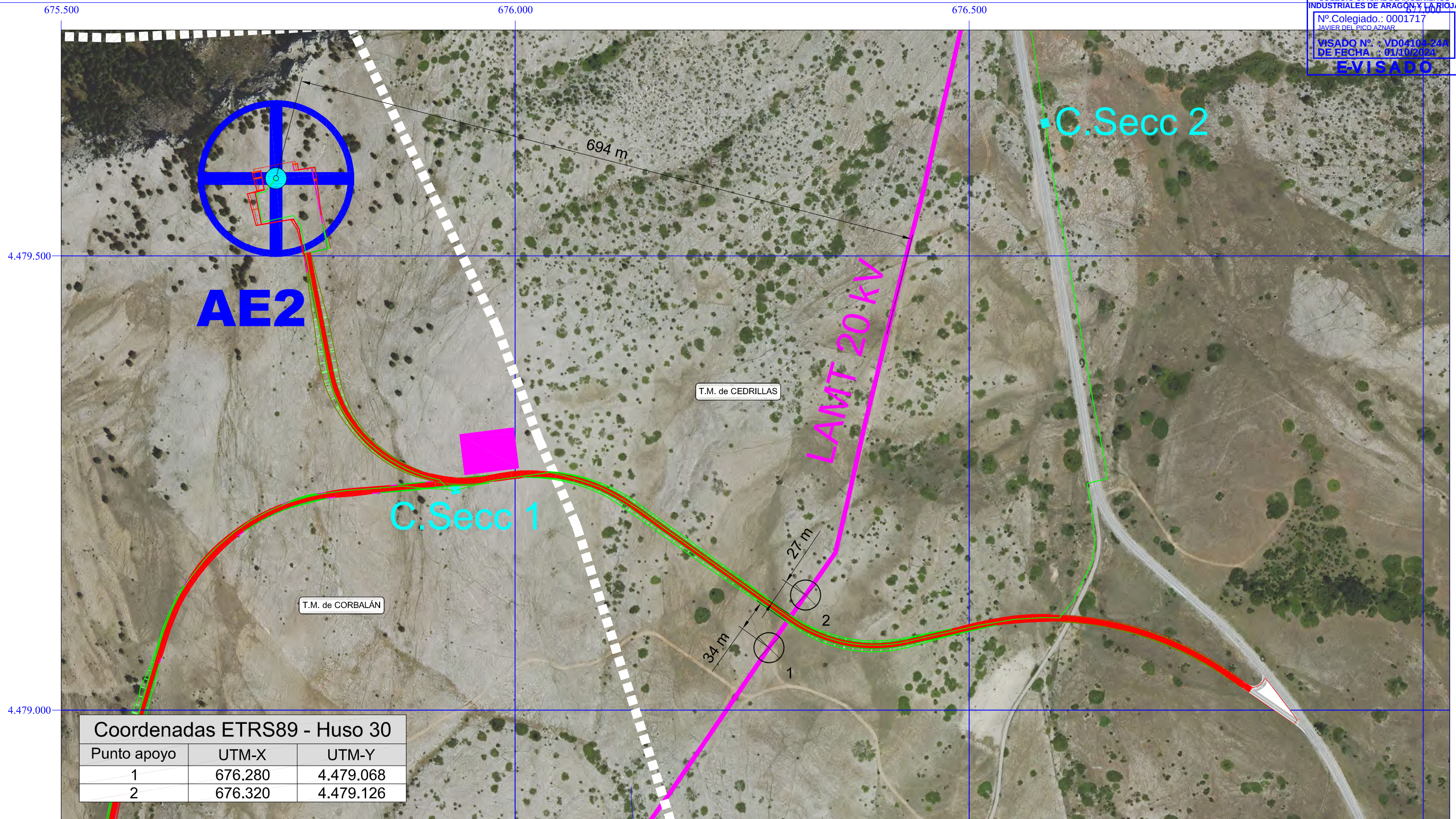






	Zona de acopio y montaje		Plataforma de aerogenerador
	Zanjas Red de Media Tensión		Superficie de vuelo de aerogenerador
	Caminos nuevos		SET Cabigordo
	Talud desmonte		Línea eléctrica aérea 20 kV
	Talud terraplén		Límite término municipal
	Centro de Seccionamiento		
	Cimentación de aerogenerador		

 MOLINOS DEL EBRO		FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR		PARQUE EÓLICO CABIGORDO I TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)	
	<i>Fecha:</i>	<i>Nombre:</i>	DETALLE Nº 1 AFECCIÓN A LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA 20 kV		<i>Escala:</i> 1:4.000
<i>Dibujado:</i>	25/09/24	S.S.M.			<i>Nº plano:</i> 14.01
<i>Comprobado:</i>	25/09/24	O.L.			
<i>Aprobado:</i>	25/09/24	J.D.P.			



Coordenadas ETRS89 - Huso 30		
Punto apoyo	UTM-X	UTM-Y
1	676.280	4.479.068
2	676.320	4.479.126

- | | | | |
|---|------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | Zona de acopio y montaje |  | Plataforma de aerogenerador |
|  | Zanjas Red de Media Tensión |  | Superficie de vuelo de aerogenerador |
|  | Caminos nuevos |  | SET Cabigordo |
|  | Talud desmonte |  | Línea eléctrica aérea 20 kV |
|  | Talud terraplén |  | Límite término municipal |
|  | Centro de Seccionamiento | | |
|  | Cimentación de aerogenerador | | |



FIRMA:


D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado N° 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

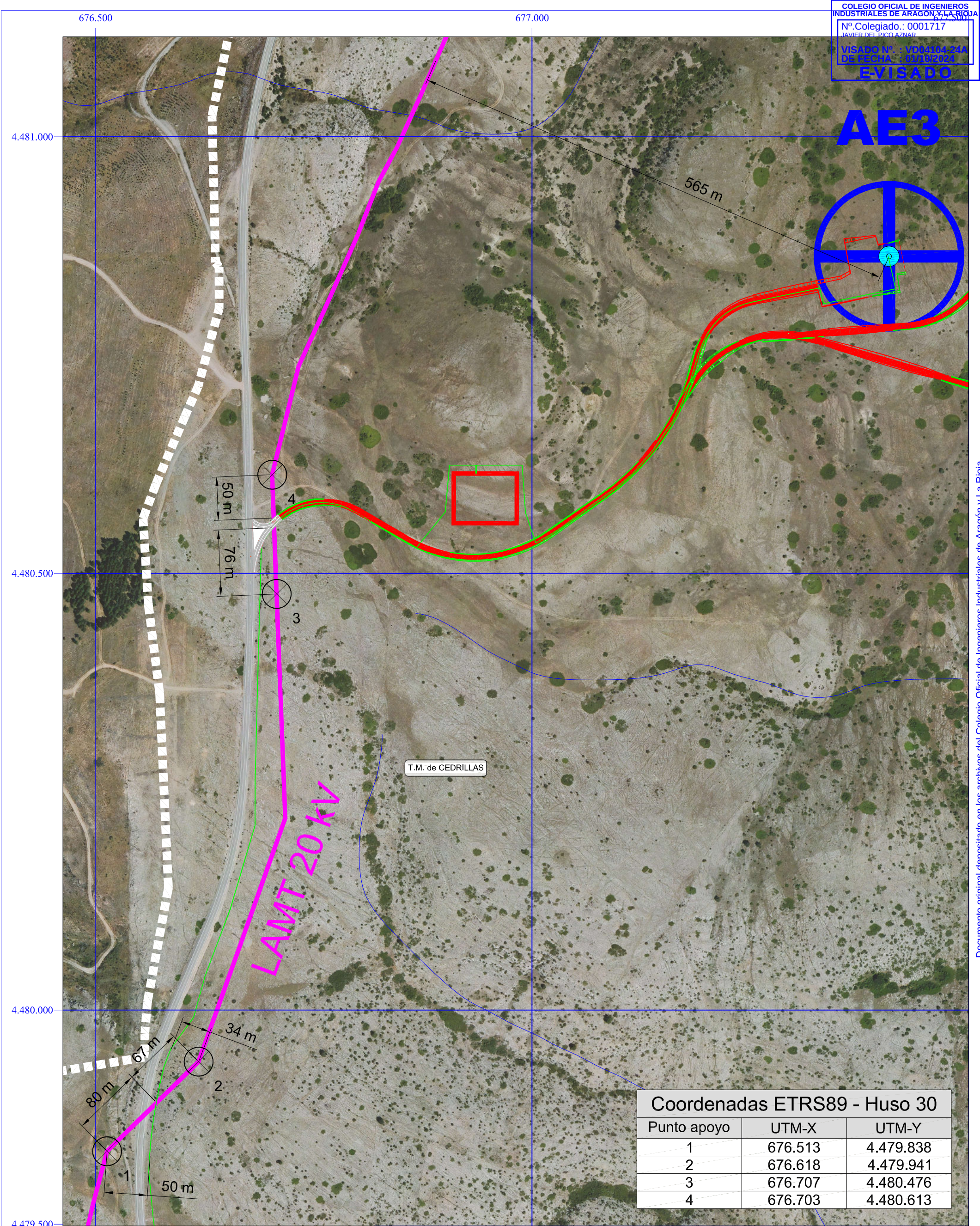
TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

DETALLE N° 2 AFECCIÓN A LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA 20 kV

Escala:

1:4.000

N° plano: 14.02



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0001717
JAVIER DEL PICO AZNAR
VISADO Nº.: VD04104-24A
DE FECHA: 01/10/2024
E-VISADO

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmante

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Plataforma de aerogenerador

Superficie de vuelo de aerogenerador

SET Cabigordo

Línea eléctrica aérea 20 kV

Límite T.M.

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

Fecha: 25/09/24

Nombre: S.S.M.

Comprobado: 25/09/24

O.L.

Aprobado: 25/09/24

J.D.P.

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

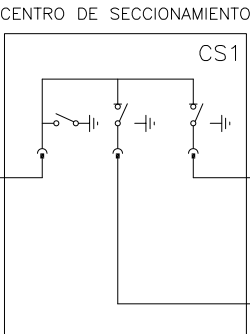
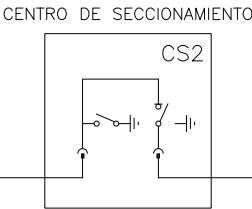
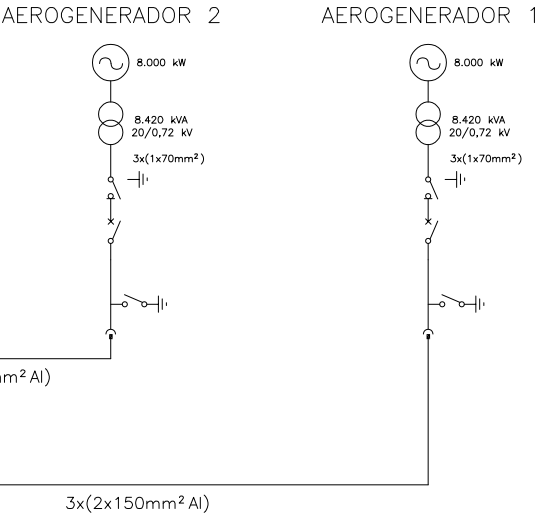
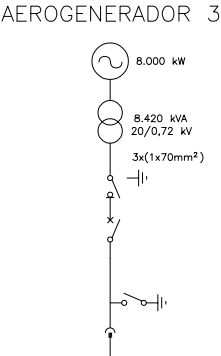
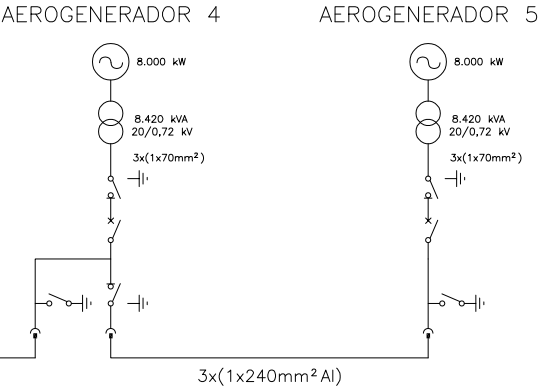
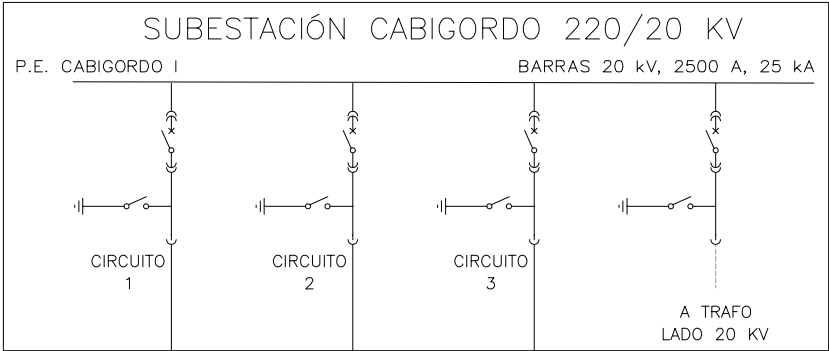
TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

DETALLE Nº 3 AFECCIÓN A LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA 20 kV

Escala: 1:4.000

Nº plano: 14.03

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05054-24 y VISADO electrónico VD04104-24A de 01/10/2024, CSV = FVSAOUIV3EG20RSE verificable en https://coi.ar.e-gestion.es





MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:



D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN y CEDRILLAS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.

ESQUEMA UNIFILAR FUNCIONAL
NIVEL 20 KV
— PARQUE EÓLICO —

Escala:

S/E

Nº plano: 15

Planos. Proyecto de Ejecución

Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Firmado:



Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2.024



Proyecto de Ejecución

V. Estudio de Seguridad y Salud

Parque Eólico “Cabigordo I” 40 MW

Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas (Teruel)

1. GENERAL

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta como anexo al Proyecto de Ejecución del Parque Eólico "Cabigordo I", de acuerdo con el Real Decreto 1.627/1997, 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 Euros.

El Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la 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.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria general del proyecto.

2.1. ALCANCE

Las obras a realizar pueden clasificarse en:

- Obras civiles de ejecución de:
 - Excavaciones
 - Rellenos
 - Cimentaciones
 - Zanjas para conducciones
- Montaje equipos e instalaciones:
 - Montaje de torres eólicas
 - Montaje de nacelle y palas
 - Montaje de equipos de control
 - Instalación eléctrica y de control

El tipo de obras hace que haya que prever su ejecución con más de un contratista.

2.2. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

- Maquinaria de movimiento de tierras. Excavadoras
- Soldadora
- Grúa
- Camión hormigonera
- Motovolquete (Dumper)
- Grupo compresores y electrógeno
- Martillo
- Camión Dumper
- Camión grúa
- Poleas eléctricas

2.3. MATERIALES PREVISTOS EN LA CONSTRUCCIÓN

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra. Tampoco se prevé el uso de productos tóxicos en el proceso de construcción.

3. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Los bordes de las excavaciones profundas quedarán protegidos mediante vallas "tipo ayuntamiento", ubicadas a 2 m del borde de la misma. (mínimo 1 m).
- Se colocarán carteles indicativos de los distintos riesgos existentes; en los accesos a la obra, en los distintos tajos y en la maquinaria.
- Se establecerán pasarelas de madera para el paso de personal sobre las zanjas, formadas por tablonos (60 cm.) trabados entre sí y bordeadas de barandillas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listones intermedios y rodapiés.
- Se colocarán topes de retroceso de vertidos y descargas en los bordes de las excavaciones.
- Se instalarán señales de "Peligro indefinido" y otras que se consideren necesarias, a las distancias que marca el Código de Circulación, en prevención de riesgo de colisiones por existir tráfico de camiones. Al realizar trabajos nocturnos, estas señales quedarán debidamente iluminadas en las condiciones antes indicadas.
- Se instalarán extintores en diferentes puntos de la obra, en la puerta del almacén de productos inflamables si existe, al lado del cuarto eléctrico general, dentro de la caseta de vestuarios y en la oficina de obra.
- La protección eléctrica se basará en la instalación de interruptores diferenciales de media, alta y baja sensibilidad, colocados en el cuadro general, combinados con la red general de toma de tierra, en función de las tensiones de suministro.
- Se comprobará que toda la maquinaria, herramienta y medios auxiliares disponen de sus protecciones colectivas de acuerdo con la norma vigente.

4. PROTECCIONES PERSONALES

Los equipos de Protección Individual (E.P.I.) deberán utilizarse cuando los riesgos no puedan limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o métodos o procedimientos de organización de trabajo. Las protecciones necesarias para la realización de los trabajos previstos en el proyecto son las siguientes:

- **Casco de seguridad - Clase N;** Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, caída de objetos o contactos eléctricos.
- **Plantilla-soldadura de cabeza;** En trabajos de soldadura eléctrica.
- **Gafa contra proyecciones;** Para trabajos con posible proyección de partículas; protege solamente ojos.
- **Gafas contra polvo;** Para utilizar en ambientes pulvígenos.
- **Mascarilla contra polvo;** Se utilizará cuando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.
- **Mascarilla contra pintura y presencia de biogás;** Se utilizará en aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la pulverización de la pintura o presencia de biogás. Poseerá filtro recambiable específico para el tipo de pintura que se emplee.
- **Protector auditivo de cabeza;** En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva.
- **Cinturón de seguridad;** Para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio, especialmente en todos los trabajos relacionados con la construcción y puesta en marcha de los aerogeneradores.
- **Cinturón antivibratorio;** Para conductores de Dumpers y toda máquina que se mueva por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen martillos neumáticos.
- **Mono de trabajo;** Para todo tipo de trabajo.
- **Calzado de seguridad;** Para todo tipo de trabajo.
- **Traje impermeable;** Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones, o embolsamiento de aguas.
- **Guantes de goma;** Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.
- **Guantes de cuero;** Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.
- **Guantes aislantes;** Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

- **Guantes para soldador;** Para trabajos de soldaduras, lo utilizarán tanto el oficial como el ayudante.
- **Manguitos para soldador;** En especial para la soldadura por arco eléctrico y oxicorte.
- **Polainas para soldador y Mandil de cuero;** Para trabajos de soldadura y oxicorte.
- **Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión, herramientas aisladas y banquetas;** Para trabajos en tensión o con elementos que hayan estado o pudieran estar en tensión.

Siempre que exista homologación M.T., las protecciones personales utilizables se entenderán homologadas.

5. MEDIDAS DE SEGURIDAD APLICADAS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

5.1. OBRA CIVIL

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de Obra Civil:

- Movimiento de tierras, Excavaciones y Rellenos.
- Excavaciones de zanjas, fosos de cimentación, etc.
- Trabajos varios en hormigón.
- Trabajos con acero (ferralla).
- Trabajos de encofrado, entibación y apuntalamiento.
- Cimentaciones, muros, pilares, vigas, forjados, solados.
- Carpintería de madera y metálica, y cerrajería.
- Pintura y demás obras de acabado.

5.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Atropello, golpes y colisiones originadas por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de maquinaria.
- Aplastamiento en operaciones de carga y descarga.
- Dermatitis debido al contacto de la piel con cemento.
- Contacto con sustancias corrosivas, salpicaduras de pintura en ojos.
- Neumoconiosis debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caídas en altura de personas en las fases de encofrado, puesta en obra del hormigón y desencofrado, así como en el montaje de equipos e instalaciones. Caídas y descubrimiento del personal en planos inclinados de excavación Generación de polvo, contacto con hormigón.
- Lesiones oculares.
- Explosiones e incendios.
- Desmoronamiento de tierras, hundimientos.
- Intoxicación por desprendimiento de gases de filtración.
- Inhalación de gases tóxicos en proceso oxicorte.
- Cortes en extremidades del cuerpo quemaduras en proceso de oxicorte.

- Pinchazos, frecuentemente en los pies, en la fase de desencofrado.
- Incrustaciones de virutas en proceso con sierra circular.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Trabajos sobre pavimentos deslizantes, húmedos o mojados.
- Desprendimientos por mal apilado de elementos.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, tenazas, destornilladores, clavos, etc.)
- Rotura de soportes de andamios, deslizamiento escaleras inadecuadas.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Caída de tableros o piezas de madera al encofrar y desencofrar.
- Accidentes por eventual rotura de los hierros en el encofrado de los mismos.
- Caídas desde altura.
- Interferencias con conducciones o servicios subterráneos.
- Electrocutaciones.

5.1.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

5.1.2.1. EXCAVACIONES Y RELLENOS

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor.
- Las paredes de excavaciones se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Los pozos de cimentación, así como de arquetas, zanjas, etc estarán correctamente señalizados, para evitar caídas del personal a su interior.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 metro.
- La estancia de personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente, o debajo de macizos horizontales, estará prohibida.
- La limpieza normal del fondo de los fosos y las excavaciones manuales a más de 3 m de profundidad se realizarán por dos personas, situándose una de ellas fuera del pozo para auxiliar a la otra si fuera necesario.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura (mínimo 3 tablones de 7 cm de espesor), bordeadas con barandillas sólidas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m el borde de la zanja, y estarán amarrados firmemente al borde superior.
- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde, en prevención de los vuelcos por sobrecarga.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la Dirección Facultativa. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido, por la Dirección facultativa, siguiendo sus instrucciones expresas.
- Es obligatoria la entibación en zanjas con profundidad superior a 1,50 m cuyos taludes sean menos tendidos que los naturales.
- La desentibación a veces conlleva un peligro mayor que el entibado. Se realizará en operaciones inversas a las que se haya procedido en la entibación, siendo realizados y vigilados los trabajos por personal competente.

- Todas las excavaciones con más de 2 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche para evitar riesgo de caída en ellas.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Formación y conservación de un murete, en borde rampa, para tope de vehículos.

5.1.2.2. OTROS TRABAJOS OBRA CIVIL (HORMIGÓN, FERRALLA, ENCOFRADO, ETC)

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar su caída a otro nivel.
- Se cumplirán fielmente las normas de desencofrado, acuíñamiento de puntales, etc.
- Cuando la grúa eleve materiales (equipos, ferrallas, ladrillos, etc) el personal no estará debajo de las cargas suspendidas.
- Los clavos existentes en la madera ya usada, se sacarán o se remacharán inmediatamente después de haber desencofrado, retirando los que pudieran haber quedado sueltos por el suelo mediante barrido y apilado. Además, se limpiará convenientemente la madera.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe de ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán del uso sin intentar enderezarlos para volverlos a utilizar.
- Durante la elevación de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de las personas bajo cargas suspendidas.
- Las barras se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se establecerán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar encima de estas. De idéntica manera se marcarán pasos sobre forjados antes del hormigonado, para facilitar en lo posible esta tarea.
- La maniobra de ubicación "in situ" de las armaduras de pilares y vigas suspendidas, se ejecutarán por un mínimo de tres operarios, dos guiando con sogas, en dos direcciones, el pilar o viga suspendida, mientras un tercero procede manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo a él acceso la grúa, las cargas suspendidas no deban pasar por encima de los montadores.
- Se establecerá un entablado perimétrico en torno a la dobladora mecánica de ferralla, para evitar las caídas por resbalón o los contactos con la energía eléctrica.
- La carcasa de la dobladora estará conectada a tierra.
- Las borriquetas para armado serán autoestables, para garantizar que no caiga la labor en fase de montaje, sobre los pies de los montadores.

5.1.2.3. HORMIGONADO PARA VERTIDO DIRECTO (CANALETA)

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán, en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta el cimiento, se colocarán escaleras reglamentarias.

5.1.2.4. HORMIGONADO DE CUBOS

- No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo.
- Se prohíbe rigurosamente a persona alguna, permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas.
- Se obligará a los operarios en contacto con los cubos al uso de los guantes protectores.
- Los cubilotes se guiarán mediante cuerdas que impidan golpes o desequilibrados a las personas.

5.1.2.5. HORMIGONADO DE PILARES Y VIVAS

- Mientras se está realizando el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable, es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos protegidos con disyuntor y toma a tierra a través del cuadro general.

- Cuando esté hormigonando con cubos, se prohíbe que la capacidad del cubo sea superior a la máxima carga admisible de la grúa: se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo admitido por la grúa.
- El vertido del hormigón y el vibrado, se realizará desde torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios contruidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para el hormigonado serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a otro nivel inferior, éste se acordonará para impedir el paso. Si el peligro de caída de objetos fuese sobre la zona de trabajo, ésta se protegerá con red resistente, o similar.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte resbaladizo.

5.1.2.6. FORJADOS

- No se permite circular, ni estacionarse, bajo las cargas suspendidas o transportadas, mediante la grúa. Se acotará la zona batida por cargas, en evitación de accidentes.
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales, a otro nivel inferior, se acotará la zona para impedir el paso.
- Se asegurará la estabilidad de los elementos provisionales mediante cuerdas, puntales o dispositivos necesarios, para hacerlos seguros (encontrados, plataformas, etc)
- El izado de elementos de tamaño reducido, se hará en bandejas o jaulones que tengan los laterales fijos o abatible. Las piezas estarán correctamente apiladas, no sobresaldrán por los laterales y estarán amarradas en evitación de derrames de la carga por movimientos indeseables.
- Las zonas de trabajo dispondrán de accesos fáciles y seguros, (escaleras reglamentarias) y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para evitar que el piso esté o resulte resbaladizo.
- Los huecos pequeños, se taparán con trozos de tablón que estén bien unidos entre sí y sujetos al suelo para evitar su deslizamiento.

- No se deberá permitir el tránsito por una planta en tanto no finalice el fraguado del hormigón. Si ello fuere necesario se tenderán tabloncillos transversales a las viguetas o nervios, según los tipos.
- El almacenamiento de los materiales en las plantas se realizará de forma que no se cargue en los centros de los forjados, y lo más alejados posible de los bordes y huecos.
- Durante el hormigonado se evitará la acumulación puntual de hormigón que puede poner en peligro la estabilidad del forjado en construcción. El vertido siempre se hará uniformemente repartido.
- En esta fase de la obra serán extremadas las medidas de orden y limpieza.

5.1.2.7. PINTURA

- Se evitará en lo posible el contacto directo de todo tipo de pinturas con la piel.
- El vertido de pinturas y materias primas sólidas como pigmentos, cemento y otros se llevará a cabo desde poca altura para evitar salpicaduras y formación de nubes de polvo.
- Cuando se trabaje con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, estará prohibido fumar, comer y beber mientras se manipulen. Las actividades que se han prohibido se realizarán en otro lugar aparte y previo lavado de manos.
- Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación se alejarán del trabajo las fuentes radiantes de calor, tales como trabajos de soldadura oxicorte u otras, teniendo previsto en las cercanías del tajo, un extintor adecuado de polvo químico seco.
- El almacenamiento de pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables deberá hacerse en recipientes cerrados alejados de fuentes de calor y en particular, cuando se almacenen recipientes que contengan nitrocelulosa se deberá realizar un volteo periódico de los mismos para evitar el riesgo de inflamación. El local estará perfectamente ventilado y provisto de extintores adecuados.
- El almacén de pinturas, si tuviese riesgo de ser inflamable, se señalizará mediante una señal de "peligro de incendio" y un cartel con la leyenda "prohibido fumar".
- El almacén de pintura estará protegido contra incendios mediante un extintor polivalente de polvo químico seco, ubicado junto a la puerta de acceso.

5.1.2.8. OTRAS PROTECCIONES

- Todas las máquinas accionadas eléctricamente, tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.

- Se paralizarán los trabajos de montaje, recogiendo todas las herramientas y elementos sueltos, cuando se trabaje en alturas y haya un viento superior a 50 km/h.
- Las escaleras estarán provistas de algún mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.
- En el Plan de Seguridad a presentar por el Contratista se especificarán las zonas de almacenamiento de las botellas que contengan los distintos gases combustibles.
- Los soldadores serán profesionales cualificados; a cada uno de ellos se le proporcionarán las reglas de seguridad para trabajos de corte y soldadura, comprobando la Dirección Facultativa su perfecto conocimiento y exigiendo su cumplimiento.

5.1.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES.

- Casco de seguridad homologado.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua, guantes y botas con suela reforzada anti-clavo.
- Empleo de cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.
- Gafas protectoras, en trabajos de corte de chapa o elementos de maquinaria o estructurales.
- Gafas antipolvo, gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mandil de cuero para trabajos con ferralla y acero.
- Mascarilla antipolvo de filtro mecánico recambiable.
- Mandil y manoplas de cuero para ferrallistas.
- El operario que trabaje en perforaciones en roca estará provisto de cascos auriculares y de cinturón de seguridad para trabajos de altura.

5.2. MONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES

En este apartado se engloban los trabajos relacionados con la ejecución de montaje de equipos y su instalación.

5.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Superposición de trabajos
- Interferencias con otras empresas
- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Vuelco de estructura.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al vacío.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Incendios.
- Intoxicación.

5.2.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Para evitar la superposición de trabajos:

Se programarán los trabajos de manera que no coincidan en la misma vertical y si no pudiera evitarse, se emplearán protecciones apropiadas resistentes, que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical.

Se señalizará y vigilará en los casos en que el punto anterior no se pueda cumplir.

- Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de equipos, estructuras, etc.
- Se compactará aquella superficie del solar que deba de recibir los transportes de alto tonelaje, según se señale en los planos.
- Los equipos pesados se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50 m.
- Los equipos se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.
- Las maniobras de ubicación "in situ" (montaje) serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán la maquinaria mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador además amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tender mangueras o cables eléctricos de forma desordenada.
- Las botellas de gases en uso en la obra, permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

- Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.
- Se prohíbe trepar o bajar directamente por la estructura.
- Se prohíbe desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.
- El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma, que sobrepase la escalera 1 m la altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura en exteriores se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.

5.2.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de polietileno (preferiblemente con barboquejo).
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

6. INSTALACIONES SANITARIAS

De acuerdo con el número de personas previsto por cada Contratista, las Instalaciones Sanitarias a montar por cada Contratista consistirán en una o dos casetas, dotadas de ascos, vestuario y local para comedor.

6.1. DOTACIÓN DE ASEOS

- Dos retretes con carga y descarga automática de agua corriente, con papel higiénico y perchas (en cabina aislada, con puertas de cierre interior).
- Tres lavabos, dos secadores de manos por aire caliente de parada automática, y existencias de jabón, con cuatro espejos de dimensiones 1 x 0,50 m.
- Tres duchas instaladas en cabina aislada con puerta de cierre interior y dotación de agua fría y caliente, percha para colgar la ropa y calefacción.
- Dos calentadores de agua de 50 l de capacidad cada uno.

6.2. DOTACIÓN DE LOS VESTUARIOS

- Treinta taquillas metálicas provistas de llave.
- Seis bancos de madera corridos.
- Dos radiadores para calefacción.

6.3. DOTACIÓN DEL COMEDOR

- Tres mesas corridas y seis bancos del mismo tipo, en madera.
- Dos calienta-comidas.
- Dos depósitos con cierre para el vertido de desperdicios.

6.4. NORMAS GENERALES DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Contratista gestionará la acometida de energía eléctrica para la obra. Se encargará de situar el cuadro general de mando y protección cumpliendo con todos los requisitos establecidos por R.E.B.T.

Estará dotado de interruptor general tetrapolar de corte automático, interruptores omnipolares y protecciones contra faltas a tierras, sobrecargas y cortocircuitos, mediante interruptores magnetotérmicos de 20 kA de poder de corte y diferenciales de 300 mA en cabeza y en las salidas a cuadros secundarios. En caso de existir cuadros secundarios, los interruptores diferenciales de las salidas serán bien de 30 mA. o bien regulables por debajo de 300 Ma., conectados a las bobinas de disparo de los correspondientes interruptores.

Del cuadro principal saldrán circuitos de alimentación a los cuadros secundarios si existen, para alimentación a máquinas etc. Serán entonces estos cuadros en los que se dispongan en las salidas interruptores diferenciales de 30 mA.

Todos los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión de 1.000V. No dispondrán de zonas en las cuales el conductor quede libre a la vista y sus empalmes, de haberlos, estarán perfectamente encintados de manera que no produzcan disparos de los interruptores diferenciales de salida por fugas.

7.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas en altura.

7.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Quedará terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- Si existen tramos aéreos, el tensado de conductores se realizará con piezas especiales sobre apoyos.

- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general, caso de emplearse, y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m. del piso o suelo; las que puedan alcanzarse con facilidad, estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a las zonas donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección o sean causantes de disparos en las protecciones.
- Cuando por su longitud deban efectuarse empalmes en las tiradas de cable, estas serán resistentes a tracción mecánica. El embomado y encintado será hecho de forma que se garantice el aislamiento de los conductores y se evite todo tipo de fugas.

7.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.
- Guantes aislantes.
- Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

7.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se realizará mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.
- Los aparatos portátiles eléctricos que sea necesario emplear, se desconectarán de la red automáticamente si están fuera de control (pulsadores en lugar de interruptores de mando en el mismo aparato).

8. MAQUINARIA

8.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA

8.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

8.1.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampas, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra, se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
- La velocidad de circulación estará en consecuencia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones de terreno.

8.1.3. PROTECCIONES PERSONALES

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado siempre que baje del camión.
- Durante la carga permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

8.1.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja o pozo se aproximará a una distancia de 1 m., garantizando ésta, mediante topes.

8.2. CAMIÓN GRÚA

8.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocutión por defecto de puesta a tierra.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, etc.

8.2.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso.
- Asimismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- Para elevar palets se dispondrán dos eslingas simétricas por debajo de la plataforma de madera no colocando nunca el gancho de la grúa sobre el fleje de cierre de palet.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará su correcto funcionamiento.
- Todos los movimientos de la grúa, serán realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Se comprobará la estabilidad del camión antes de su utilización.

8.2.3. PROTECCIONES PERSONALES

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.

8.2.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.

- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo éstas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

8.3. RETROEXCAVADORA

8.3.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

8.3.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse la oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno en la zona de entrada al solar, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

8.3.3. PROTECCIONES PERSONALES

El personal llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Limpiará el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales.

8.3.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- No permanecerá nadie en el radio de funcionamiento de la máquina.
- Al descender por la rampa el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

8.4. GRÚA TORRE. GRÚA MÓVIL

8.4.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocutión por defecto de puesto a tierra.
- Caídas en altura de personas por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostramiento deficiente, etc.

8.4.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento.
- Asimismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
- El cubo de hormigonado cerrará herméticamente, para evitar caídas de materiales.
- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
- Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro y el descenso y elevación del gancho.
- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.
- Todos los movimientos de la grúa se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecarga, y es recomendable si se prevén fuerte vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 km/h., cortando corriente a 80 km/h.

- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas, instalado al montar la grúa.
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
- Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra, se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar ligeramente la pluma, se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.
- Se comprobará la existencia de la certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.

8.4.3. PROTECCIONES PERSONALES

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

8.4.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.
- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo éstas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

8.5. HORMIGONERA

La práctica totalidad del hormigón que se utilizará en obra será de elaboración en central, transportándose en camión y vertido con bomba en unos casos y cubo con grúa en otros.

8.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Dermatitis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de carretillas.
- Atrapamientos por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.
- Contactos eléctricos.
- Rotura de tubería por desgaste y vibraciones.
- Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos violentos en el extremo de la tubería.

8.5.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

En operaciones de bombeo:

- En los trabajos de bombeo, al comienzo se usarán lechadas fluidas, a manera de lubricantes en el interior de las tuberías para un mejor desplazamiento del material.
- Los hormigones a emplear serán de granulometría adecuada y de consistencia plástica.
- Si durante el funcionamiento de la bomba se produjera algún taponamiento se parará ésta, para así eliminar su presión y poder destaponarla.
- Revisión y mantenimiento periódico de la bomba y tuberías, así como de sus anclajes.
- Los codos que se usen para llegar a cada zona para bombear el hormigón serán radios amplios, estando anclados en la entrada y salida de las curvas.
- Al acabar las operaciones de bombeo, se limpiará la bomba.
- En el uso de hormigoneras:
 - Aparte del hormigón transportado en bombonas, para poder cubrir pequeñas necesidades de obra, se empleará también hormigoneras de eje fijo o móvil, las cuales deberán reunir las siguientes condiciones para un uso seguro:
 - Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.

- Al terminar la operación de hormigonado o al terminar los trabajos, el operador dejará la cuba reposando en el suelo o en posición elevada, completamente inmovilizada.
- La hormigonera estará provista de toma de tierra, con todos los órganos que puedan dar lugar a atrapamientos convenientemente protegidos, el motor con carcasa y el cuadro eléctrico aislado, cerrado permanentemente.
- En operaciones de vertido manual de las hormigoneras:
- Vertido por carretillas, estará limpia y sin obstáculos la superficie por donde pasen las mismas, siendo frecuente la aparición de daños por sobreesfuerzos y caídas para transportar cargas excesivas.

8.5.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas de agua.
- Guantes de goma.

8.5.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- El motor de la hormigonera y sus órganos de transmisión estarán correctamente cubiertos.
- Los camiones bombona de servicio del hormigón efectuarán las operaciones de vertido con extrema precaución.

8.6. SOLDADURA

8.6.1. SOLDADURA ELÉCTRICA

- Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco afectando no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesto a ellas. Por ello, el soldador deberá utilizar: pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar, y prevenir la caída de chispa sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio, sobre el resto de la obra con el fin de evitarlo de forma eficaz.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se debe interrumpir el trabajo.
- Tender de forma desordenada el cableado por la obra.
- Anular y/o no instalar la toma de tierra en la carcasa de la "máquina de soldar".
- No desconectar totalmente la "máquina de soldar" cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (para el almuerzo o comida por ejemplo).
- El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectadores estancos de intemperie.
- La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

8.6.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada, pero en evitación de accidentes por confusión de los gases las botellas se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.

- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que además de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar directamente en el suelo los mecheros.
- Tender de forma desordenada las mangueras de gases por los forjados. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva.
- Utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
- Apilar, tendidas en el suelo, las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición "de pie", atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

8.6.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Mono de trabajo.
- Pantalla antirradiaciones luminosas.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador.
- El ayudante utilizará durante la soldadura pantalla de soldador.

8.7. MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER)

8.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Caída de personas.
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.

8.7.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se señalizará y establecerá un fuerte tope de Fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dumper debe verter su carga.
- Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por los dumperes.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 Km/h., tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- El dumper deberá ser conducido por persona provista del preceptivo permiso de conducir de clase B.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el cubilote.
- Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dumper (para esta norma, se establece la excepción debida a aquellos dumperes dotados para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha atrás, en evitación de pérdidas de equilibrio y vuelco.

8.7.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Cinturón antivibratorio.
- Mono de trabajo.
- Traje de trabajo.
- Traje impermeable.

8.8. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO

8.8.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

8.8.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- La máquina tendrá en todo momento colocada la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

8.8.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

8.8.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

8.9. COMPRESOR

8.9.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco, por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

8.9.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasas, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un círculo en torno al compresor de un radio de 4 metros, área en la que será obligado el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor en evitación de desplazamientos indeseables.
- El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 metros del borde de las zanjas, en evitación de vuelcos por desplome de las "cabezas" de zanjas.
- Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.
- Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escape.
- Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.

8.10. MARTILLO NEUMÁTICO

8.10.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las operaciones deberán ser desarrolladas por varias cuadrillas distintas, de forma que pueda evitarse la permanencia constante en el mismo y/u operaciones durante todas las horas de trabajo, en evitación de lesiones en órganos internos. Los operarios que realicen estos trabajos deberán pasar reconocimiento médico mensual de estar integrados en el trabajo de picador. Las personas encargadas en el manejo del martillo deberán ser especialistas en el manejo del mismo.
- Antes del comienzo de un trabajo se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmiten al terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos por debajo de la cota del tajo de martillos rompedores.
- Se evitará apoyarse a horcadas sobre la culata de apoyo, en evitación de recibir vibraciones indeseables.

8.10.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad.
- Casco homologado.
- Cinturón de seguridad.
- Guantes, mandil y polainas de cuero.
- Gafas antiproyecciones.
- Mono de trabajo.

8.11. VIBRADOR

8.11.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

8.11.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

8.11.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado.
- Botas de agua.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

8.11.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

Las mismas que para la estructura de hormigón.

8.12. SIERRA CIRCULAR

8.12.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.

8.12.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de claros al cortar.

8.12.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de acero.
- Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticlavo.

8.12.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.

9. MEDIOS AUXILIARES

9.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS AUXILIARES

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elementos auxiliares, en los trabajos de cerramientos e instalaciones.
- Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas suspendidas de cables, mediante pescantes metálicas.
- Andamios de borriquetas o caballetes, contruidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre los pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras de mano. Serán de dos tipos: metálicas y de madera. Se emplearán para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Estrobos, cables y cuerdas, usados como elementos auxiliares, en los trabajos de manipulación de cargas.

9.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES

9.2.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.

9.2.2. ANDAMIOS COLGADOS

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.

9.2.3. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.

9.2.4. ESCALERA DE MANO

- Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.

- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

9.3. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

9.3.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS Y COLGANTES

- No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto.
- Los andamios estarán libres de obstáculos y no se realizarán movimientos violentos sobre ellos.
- Estarán provistos de barandillas interiores de 0,70 m. de altura y 0,90 m, las exteriores con rodapié, en ambas.

9.3.2. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS O CABALLETES

- En las longitudes de más de 3 m. se emplearán tres caballetes.
- Tendrán barandillas y rodapiés cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 m.
- Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.

9.3.3. ESCALERAS DE MANO

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.
- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente de 75º que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

9.3.4. ESTROBOS, CABLES Y CUERDAS.

- Se emplearán preferentemente estrobos propios del manipulador, para poder adaptarse a las necesidades de la carga (longitud, peso, etc).
- Se desecharán cuando existan hilos rotos, rotura de cordón, vicios o efectos que hagan dudar de su resistencia, rotura del alma o presente fuertes oxidaciones.

9.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Zapatos con suela antideslizante.
- Guantes de cuero.

9.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo.
- Se balizará la zona de influencia mientras duran las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios o cuando se manipulen cargas.

10. OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y AEROGENERADORES

Las medidas propuestas en el presente capítulo deberán ser observadas tanto en la fase de ejecución de la obra como durante el posterior periodo de pruebas de las instalaciones.

10.1. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

10.1.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Siempre que se realice cualquier tipo de operación en las instalaciones eléctricas, ya sea durante el proceso de puesta en servicio o en posteriores operaciones de mantenimiento, **deberán observarse las siguientes disposiciones:**

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión
- Bloquear los aparatos de corte
- Verificar la ausencia de tensión
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo

10.1.2. INSTRUCCIONES BÁSICAS PARA MANIOBRAS

Antes de realizar cualquier tipo de maniobra, deberán tenerse en cuenta las siguientes premisas:

- No accionar nunca un seccionador en carga
- Siempre que haya que cortar servicio en un circuito en carga, primero deberá accionarse el Interruptor de apertura de carga o el interruptor automático.
- Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra (p.a.t.) se comprobará la ausencia de tensión.
- Antes de reestablecer servicio en un circuito se comprobará que estén abiertos los seccionadores de p.a.t.
- Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización si es que la hay.
- Utilizar el material de seguridad necesario para cada maniobra

Todas estas premisas son extensivas tanto a las maniobras en los centros de transformación de los aerogeneradores como en la subestación transformadora y siempre que sea necesaria una maniobra, complementándose en cada caso con las instrucciones particulares de cada aparato.

10.1.3. REPOSICIÓN DE FUSIBLES

Siempre que tenga que actuarse en una celda de protección de transformador para realizar la reposición de fusibles, bien por haberse fundido o simplemente para sustituir éstos por otros de distinto tipo o calibre, deberá actuarse del siguiente modo:

- Abrir el interruptor de protección. En el caso de ser por fusión de uno de los fusibles, el automático de este aparato deberá estar abierto.
- Abrir el seccionador correspondiente a la celda de protección, con lo que se independizará el interruptor de protección del barraje, que está en tensión y que proporcionará un corte visible.
- Comprobar la ausencia de tensión
- Conexionar el seccionador de p.a.t. en caso de existir o descargar el circuito a tierra por medio de una pértiga
- Apertura de la celda y reposición de fusibles.

10.1.3.1. MANIOBRAS EN LA CELDA DEL INTERRUPTOR

Cuando el circuito que alimenta el centro está de paso, es decir, continúa a otros centros, la celda del interruptor deberá colocarse como celda de salida respecto al funcionamiento habitual del mismo. De esta forma, al cortar el servicio en ese circuito, a partir de dicho centro, éste no quedará sin alimentación en ningún momento.

El proceso de realización de la maniobra es el siguiente:

- Abrir el interruptor-seccionador o interruptor
- Abrir el seccionador tripolar, intercalado entre el interruptor y el barraje.

En caso de ser necesario realizar operaciones en la celda, se deberá:

- Comprobar la ausencia de tensión
- Descargar el circuito a tierra por medio del seccionador p.a.t. o con pértiga de p.a.t.

Si al comprobar que hay ausencia de tensión, se detecta que sí hay tensión, se deberá ir al centro de transformación del que procede dicho cable, accionando el aparato correspondiente de la celda de salida del mismo. Comprobar de nuevo la ausencia de tensión, descargar el circuito y realizar las operaciones previas.

10.1.3.2. MANIOBRAS EN LA CELDA DEL SECCIONADOR

Al igual que en el apartado anterior, con el circuito de paso, la celda de seccionador se colocará en el cable de llegada. El proceso de realización de maniobras en esta celda será el siguiente:

- Comprobar que no existe carga en el circuito que es alimentado a partir de esta celda. Se tendrá seguridad de ello cuando:
 - El interruptor de protección esté abierto
 - El interruptor de la celda de salida esté abierto

- Abrir el seccionador tripolar.

En caso de ser necesario realizar operaciones en la celda, se deberán tomar las medidas indicadas en el apartado anterior:

- Comprobar la ausencia de tensión
- Descargar el circuito a tierra por medio del seccionador p.a.t. o con pértiga de p.a.t.

10.1.3.3. ENCLAVAMIENTOS

Todas las celdas de maniobra estarán dotadas de enclavamientos. Son de tipo mecánico y tienen la finalidad de que, en todo momento, la secuencia de maniobra sea la correcta entre:

- Interruptor
- Seccionador
- Pantalla seccionadora aislante
- Puerta de acceso
- Seccionador de p.a.t.

A continuación, se indica un cuadro con las posibilidades de accionamiento en celdas con enclavamientos. Todos los elementos o aparatos expresados se consideran montados en la misma celda.

	Seccionador	Interruptor	Pantalla	Puerta	Secc. p.a.t.
Celda con tensión	X	X	X	-	-
Seccionador abierto		X	X	X	X
Seccionador Cerrado		X	-	-	-
Interruptor abierto	X		X	X	X
Interruptor cerrado	-		-	-	-
con pantalla	-	-		X	X
sin pantalla	X	X		-	-
puerta abierta	-	-	-		X
puerta cerrada	X	X	X		X
secc. p.a.t abierto	X	X	X	-	
secc. p.a.t cerrado	-	-	-	X	

"X" = El elemento puede accionarse; "-" = El elemento no puede accionarse

10.1.3.4. REARME DE RELÉS

En los interruptores de protección, el accionamiento automático se realiza por medio de relés directos de AT. Rearmar el relé es ponerlo en posición tal que no dé orden de apertura al interruptor en caso de cerrarle sobre un circuito sin avería ni sobrecarga.

Pueden distinguirse dos casos de rearme:

- Automático al accionar el aparato
- Manual

Si un aparato, con rearme manual, ha sido accionado por los relés, de no rearmar estos, el aparato volverá a abrir inmediatamente caso de accionarle o en algunos casos se quedará bloqueado hasta que no sean rearmados los relés.

En ocasiones, en caso de rearme automático, el aparato, al ser accionado vuelve a dispararse. En estas circunstancias deberá actuarse levemente, por medio de la pértiga de maniobra, sobre el dispositivo de accionamiento del relé, en sentido contrario al que produce el disparo. Realizada esta operación, se podrá accionar de nuevo el interruptor, comprobando que queda en posición de cerrado.

10.1.3.5. COMPROBACIÓN DE CONCORDANCIA DE FASES

Antes de realizar una maniobra de acoplamiento entre dos circuitos, bien en una celda o en un cuadro de distribución, se deberá comprobar la concordancia de fases. Esta comprobación se deberá realizar por medio de unos pilotos señalizadores de tensión conectados al circuito por medio de unos divisores capacitivos, montados sobre aisladores.

Posteriormente a la comprobación, en caso de que haya concordancia de fases, se realizará la maniobra de acoplamiento. En caso de no haber concordancia, se procederá a intercambiar los puntos de conexión al barraje hasta conseguir dicha concordancia.

Esta operación se realizará siempre que se pongan en marcha nuevas instalaciones, se instale un equipo o se repare una avería que pueda dar lugar a un intercambio de fases.

10.1.3.6. OPERACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA

Antes de la puesta en servicio de la instalación, se revisarán los siguientes puntos:

- Revisión de normas de explotación
- Comprobar los circuitos y tomas de tierra
- Limpieza de todas las instalaciones, aisladores, soportes
- Revisión de normas y manuales de cada uno de los aparatos a poner en servicio
- Comprobar antes de poner en servicio el buen funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, haciendo todas las maniobras que se realizarán en el funcionamiento habitual
- Limpieza y revisión de todos los contactos
- Comprobar que todos los contactos de los aparatos están perfectamente limpios y a la presión adecuada.
- Comprobar que las conexiones del barraje y aparatos están bien realizadas y apretadas y que no hay ningún peligro de cortocircuito entre barras.
- Asegurarse del buen aislamiento eléctrico de la instalación y verificar que las condiciones de explotación son acordes con las prescripciones reglamentarias.
- En el caso de los transformadores, observar el nivel de aceite.
- Se llevarán a cabo las siguientes medidas:
 - Medida de la resistividad del terreno
 - Medida de la resistencia de puesta a tierra
 - Medida de las tensiones de paso y contacto
 - Medida del tarado de los relés y del tiempo de actuación

10.1.4. PROTECCIONES PERSONALES

Todas las protecciones se entienden homologadas

- Detector de tensión
- Pinza V-OHM-A
- Detector giro de fases
- Escaleras aislantes
- Bolsa portaherramientas
- Cuerda y polea aislada
- Herramientas normales aislantes
- Cizalla aislante
- Máquina compresión terminales aislada
- Calentador de aire eléctrico o candileja
- Ropa de trabajo
- Botas de seguridad
- Casco aislante con pantalla facial
- Guantes protección mecánica
- Guantes aislantes distintas tensiones
- Gafas inactivas
- Cinturón de seguridad
- Gafas de seguridad o visera con pantalla y adaptador
- Guantes de caucho para trabajos en tensión
- Calzado de seguridad contra miembros mecánicos
- Herramientas aisladas
- Banquetas y alfombrillas de aislamiento
- Pértigas de maniobra y salvamento
- Pértiga de verificación de ausencia de tensión

10.1.5. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Botiquín
- Extintor 12 kg polvo para fuego eléctrico
- Cinta de señalización
- Carteles peligro de muerte
- Alfombrilla aislante
- Tela vinílica
- Perfil aislante para conductores
- Protectores de bornas
- Dedales aislantes
- Pinzas aislantes
- Manta aislante
- Pantalla baquelita
- Banqueta aislante
- Pértiga de salvamento
- Guantes aislantes
- Comprobador neumático de guantes
- Bastidor sujeción tela aislante
- Portátil 100 w doble aislamiento
- Luz autónoma de emergencia
- Caja con protecciones para toma de corriente
- Extractor de aire
- Extractor de gases
- Señales viales de peligro y limitación de velocidad

10.1.6. DISPOSICIONES ADICIONALES

De acuerdo con el Reglamento de Centros de Transformación y las Ordenanzas de protección contra incendios, todos los centros de transformación estarán dotados de los siguientes carteles informativos y equipos de maniobra y protección siguientes:

- Cartel de las cinco reglas de oro
- Cartel de respiración de salvamento
- Requisitos previos a los trabajos de instalaciones eléctricas en alta tensión
- Pértiga de maniobra
- Pértiga detectora de tensión
- Palancas de accionamiento de las diferentes celdas
- Guantes aislantes en perfecto estado
- Casco
- Alfombrilla
- Banqueta aislante
- Placas indicadoras de riesgo eléctrico
- Extintor de incendios de eficacia mínima 89B
- Cerradura de acceso al mismo, sólo para personal autorizado

10.2. AEROGENERADORES. NORMAS DE SEGURIDAD PARA OPERARIOS Y TÉCNICOS

Un aerogenerador conectado a la red tiene elementos de peligro si se manipula sin mantener las debidas precauciones. Por ello deben ser tenidas en cuenta las siguientes normas de seguridad.

10.2.1. PROXIMIDAD Y TRÁNSITO CERCA DE LA TURBINA

- No colocarse a menos de un radio de 100 m. de la turbina a no ser que sea necesario. Si ha de inspeccionarse la turbina en funcionamiento desde tierra, no situarse en el plano de las palas pero puede observarse el rotor situándose contra el viento.
- El acceso al controlador de tierra de la turbina estará cerrado con llave con el fin de prevenir la entrada de intrusos que pongan en marcha o paren la turbina debido a un mal uso del controlador de tierra.

10.2.2. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Cuerdas: una corta y otra larga
- Dispositivo salva caídas
- Calzado con suela de goma, sujeto adecuadamente al pie.

Cuando se sube a la torre la correa debe ser lo más corta posible, en caso contrario el dispositivo salva-caídas deberá ir atado directamente al cinturón.

10.2.3. DISPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL Y DEL PANEL

- Únicamente se permitirá a personas autorizadas o expertas la apertura de las puertas del armario de la unidad de control
- Antes de inspeccionar o trabajar cerca de la turbina, cualquier control remoto debe estar desactivado.

10.2.4. INSPECCIÓN DE MAQUINARIA

Durante la inspección del aerogenerador debe seguirse el siguiente procedimiento:

- Durante la inspección deberán estar siempre cerca de la turbina al menos dos personas.
- Las palas se colocarán en posición de bandera.
- El generador debe ser desconectado y bloqueado el circuito de frenado con un candado.
- Antes de subir, recodar que el operario debe estar equipado con:

- Calzado adecuado para escalar torres/torres de celosía.
- Cinturón de seguridad con el tramo corto de cuerda o el cinturón montado en la salva-caídas.
- Casco de seguridad.
- Comprobar que no hay nadie cerca de la turbina cuando comience a ascender.
- En el caso de llevar herramientas, lubricantes, etc. deben portarse en una bolsa sujeta al cinturón de seguridad o una bolsa de trabajo.
- Durante la subida el salva-caídas y la cuerda de sujeción deben estar montados.
- Asegurarse siempre de que no hay nadie debajo de la turbina mientras se está trabajando en la góndola (incluso una pequeña llave es peligrosa cuando cae desde gran altura).
- Cualquier operario que se encuentre trabajando cerca de la puerta trasera o en la parte superior de la góndola debe asegurarse al menos con un cabo de seguridad.
- Personas no autorizadas no deben, bajo ninguna circunstancia mover las cubiertas de los elementos giratorios o eléctricos.
- El freno de disco debe estar bloqueado, o el rotor debe estar bloqueado con el sistema de bloqueo correspondiente antes de que nadie entre en el cono de la nariz o trabaje en las partes que giran en la góndola.
- Si es necesario trabajar en el buje de las palas o con las palas, el sistema de bloqueo del rotor debe ser montado; además el eje transversal deberá estar bloqueado.
- Antes de descender deben cerrarse el tragaluz, la puerta trasera y la trampilla de acceso a la góndola. Los operarios deberán asegurarse de haber recogido todas las herramientas.
- Se tomarán precauciones especiales cuando deba escalarse una torre de celosía cuando se encuentre mojada o cubierta de hielo.
- Si las palas están heladas supone un gran peligro andar debajo o cerca del rotor. Si la turbina es puesta en funcionamiento con hielo en las palas, el operario debe ser muy cuidadoso y asegurarse de que no hay personas cerca de la turbina, puesto que hay peligro de caída de témpanos de hielo.

10.2.5. PRECAUCIONES EN CASO DE INCENDIO

- En caso de incendio en o cerca de una turbina, ésta será desconectada siempre de la red principal. Si no es posible acceder al enchufe principal de la turbina, deberá contactarse con la subestación transformadora para cortar el suministro.
- Si el incendio tiene lugar con la turbina fuera de control y la turbina está en funcionamiento, bajo ninguna circunstancia debe acercarse nadie a la turbina. En un radio de 250 m como mínimo alrededor de la turbina el área debe ser evacuada y acordonada.
- Si el incendio se ha producido dentro de una turbina parada, debe ser sofocado pero nunca con agua, úsese un extintor de polvo.

10.2.6. FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN

- Antes de utilizar el polipasto, el operario se asegurará con, al menos, un cabo de seguridad.
- Las puertas se asegurarán con el bloqueo manual.
- Una vez el brazo oscilante está suelto, hacerlo oscilar fuera de la puerta y bloquearlo con el tornillo de bloqueo.
- Cuando el polipasto está en funcionamiento, nadie debe asirse a la cadena, dado que el gancho sube muy cerca de la brida de tierra del polipasto.

11. AEROGENERADORES. NORMAS DE SEGURIDAD PARA OPERARIOS Y TÉCNICOS

Un aerogenerador conectado a la red tiene elementos de peligro si se manipula sin mantener las debidas precauciones. Por ello deben ser tenidas en cuenta las siguientes normas de seguridad.

11.1. PROXIMIDAD Y TRÁNSITO CERCA DE LA TURBINA

- No colocarse a menos de un radio de 100 m. de la turbina a no ser que sea necesario. Si ha de inspeccionarse la turbina en funcionamiento desde tierra, no situarse en el plano de las palas pero puede observarse el rotor situándose contra el viento.
- El acceso al controlador de tierra de la turbina estará cerrado con llave con el fin de prevenir la entrada de intrusos que pongan en marcha o paren la turbina debido a un mal uso del controlador de tierra.

11.2. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Cuerdas: una corta y otra larga
- Dispositivo salva caídas
- Calzado con suela de goma, sujeto adecuadamente al pie.

Cuando se sube a la torre la correa debe ser lo más corta posible, en caso contrario el dispositivo salva-caídas deberá ir atado directamente al cinturón.

11.3. DISPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL Y DEL PANEL

- Únicamente se permitirá a personas autorizadas o expertas la apertura de las puertas del armario de la unidad de control
- Antes de inspeccionar o trabajar cerca de la turbina, cualquier control remoto debe estar desactivado.

11.4. INSPECCIÓN DE MAQUINARIA

Durante la inspección del aerogenerador debe seguirse el siguiente procedimiento:

- Durante la inspección deberán estar siempre cerca de la turbina al menos dos personas.
- Las palas se colocarán en posición de bandera.

- El generador debe ser desconectado y bloqueado el circuito de frenado con un candado.
- Antes de subir, recodar que el operario debe estar equipado con:
- Calzado adecuado para escalar torres/torres de celosía.
- Cinturón de seguridad con el tramo corto de cuerda o el cinturón montado en la salva-caídas.
- Casco de seguridad.
- Comprobar que no hay nadie cerca de la turbina cuando comience a ascender.
- En el caso de llevar herramientas, lubricantes, etc. deben portarse en una bolsa sujeta al cinturón de seguridad o una bolsa de trabajo.
- Durante la subida el salva-caídas y la cuerda de sujección deben estar montados.
- Asegurarse siempre de que no hay nadie debajo de la turbina mientras se está trabajando en la góndola (incluso una pequeña llave es peligrosa cuando cae desde gran altura).
- Cualquier operario que se encuentre trabajando cerca de la puerta trasera o en la parte superior de la góndola debe asegurarse al menos con un cabo de seguridad.
- Personas no autorizadas no deben, bajo ninguna circunstancia mover las cubiertas de los elementos giratorios o eléctricos.
- El freno de disco debe estar bloqueado, o el rotor debe estar bloqueado con el sistema de bloqueo correspondiente antes de que nadie entre en el cono de la nariz o trabaje en las partes que giran en la góndola.
- Si es necesario trabajar en el buje de las palas o con las palas, el sistema de bloqueo del rotor debe ser montado; además el eje transversal deberá estar bloqueado.
- Antes de descender deben cerrarse el tragaluz, la puerta trasera y la trampilla de acceso a la góndola. Los operarios deberán asegurarse de haber recogido todas las herramientas.
- Se tomarán precauciones especiales cuando deba escalar una torre de celosía cuando mojada o cubierta de hielo.
- Si las palas están heladas supone un gran peligro andar debajo o cerca del rotor. Si la turbina es puesta en funcionamiento con hielo en las palas, el operario debe ser muy cuidadoso y asegurarse de que no hay personas cerca de la turbina, puesto que hay peligro de caída de témpanos de hielo.

11.5. PRECAUCIONES EN CASO DE INCENDIO

- En caso de incendio en o cerca de una turbina, ésta será desconectada siempre de la red principal. Si no es posible acceder al enchufe principal de la turbina, deberá contactarse con la subestación transformadora para cortar el suministro.
- Si el incendio tiene lugar con la turbina fuera de control y la turbina está en funcionamiento, bajo ninguna circunstancia debe acercarse nadie a la turbina. En un radio de 250 m como mínimo alrededor de la turbina el área debe ser evacuada y acordonada.
- Si el incendio se ha producido dentro de una turbina parada, debe ser sofocado pero nunca con agua, úsese un extintor de polvo.

11.6. FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN

- Antes de utilizar el polipasto, el operario se asegurará con, al menos, un cabo de seguridad.
- Las puertas se asegurarán con el bloqueo manual.
- Una vez el brazo oscilante está suelto, hacerlo oscilar fuera de la puerta y bloquearlo con el tornillo de bloqueo.
- Cuando el polipasto está en funcionamiento, nadie debe asirse a la cadena, dado que el gancho sube muy cerca de la brida de tierra del polipasto.

12. PLIEGO DE CONDICIONES

12.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Serán de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores. (Ley 811980 de 10 de Marzo) (BOE 14-4-80)
- Regulación de la jornada de trabajo. Jornadas especiales y descansos (R.D. 2001/83 de 28/7/83).
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 11-3-71)
- Reglamento de Seguridad y Salud en la Industria de la Construcción (M.O. 20-5-52) (B.O.E. del 7-12-61)
- Modificación del Reglamento (Decreto 3494164 de 5-11-64) (B.O.E. del 6-11-64)
- Normas de Seguridad para Contratistas, de Gamesa.
- Ordenanza de Trabajo en la Industria Siderometalúrgica (Orden de 29-7-70) (B.O.F. del 25-8-70) modificada por orden de 20-7-74 (B.O.E. del 31-7-74).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-8-70) (B.O.E. del 5 al 9-9-70)
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras (Decreto 2987168 de 20-9-68) (B.O.F.- del 3 al 6-12-68).
- Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE 18 de Septiembre de 2.002).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (O.M. 28.11.68).
- Reglamento de Estaciones de Transformación (O.M. 11.3.71).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación (O.M. 12.11.82).
- Real Decreto 614/2001, de 8 junio, sobre protección de la salud y seguridad de trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Señalización de obras en carreteras (Orden del 14-3-60) (B.O.E. del 23-3-60).
- R.D. 1.215/97 de 18 de Septiembre, disposiciones mínimas de seguridad relativos a los equipos de trabajo.

- R.D. 773/97 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. 485/97, de 14 de abril, disposiciones mínimas en material de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/97 de 14 de abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/97 de 14 de abril, disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.
- R.D. 488/97 de 14 de abril disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Convenio colectivo Provincial de la Construcción.
- Reglamento de explosivos (R.D. 2114-78 de 2-3-78) (BOE 7-9-78). (R.D. 829-80 de 18-4-80) (BOE 6-5-80).
- Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas (Real Decreto 1627/97, 24-10-97).
- Demás disposiciones Oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

12.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

12.2.1. GENERAL

- Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.
- Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.
- El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

12.2.2. PROTECCIONES PERSONALES

- Todo elemento de protección personal se ajustará al R.D. 773/97 de 30 de mayo, disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, siempre que exista en el mercado.
- En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

12.2.3. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallas autónomas de limitación y protección
 - Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.
- Barandillas
 - Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personal.
- Pasillos de seguridad
 - Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tabloncillos embridados, firmemente sujeto al terreno y cubierta cuajada de tabloncillos.
 - Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).
 - Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta.

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes
 - Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.
- Redes perimetrales
 - La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral, se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca.
 - El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado.
 - Las redes serán de poliamida.
 - La cuerda de seguridad será como mínimo de 10 mm. Y los módulos de red serán atados entre sí con cuerda poliamida como mínimo de 3 mm.
- Plataformas de trabajo
 - Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2 m. del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.
- Escaleras de mano
 - Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Pasos protegidos
 - Antes de iniciar los trabajos, se instalarán pórticos o marquesinas de protección en los accesos.
- Plataformas voladas
 - Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estando convenientemente ancladas y dotadas de barandillas.
 - Estos pasos no invadirán nunca la calzada y donde lo permitan, tendrán una longitud mínima de 3 m. y una altura libre mínima de 2,20 m.
 - Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.
- Extintores
 - Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

12.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN. BOTIQUÍN

- Servicio técnico de Seguridad y Salud

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento técnico en Seguridad y Salud.

- Servicios Médicos

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

- Botiquín

El botiquín se revisará semanalmente y se repondrá inmediatamente lo consumido.

El contenido mínimo de cada botiquín será:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96º
- Tintura de yodo
- Mercurocromo
- Amoníaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Antiespasmódicos y Tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquetes
- Bolsas de Soma para agua y hielo
- Guantes esterilizados
- Jeringuillas desechables
- Aguja para inyectables desechables
- Termómetro clínico
- Pinzas
- Tijeras
- Camillas

12.4. COORDINADOR DE SEGURIDAD.

Se nombrará un Coordinador de Seguridad para las fases de ejecución de obra, puesta en marcha y período de pruebas de acuerdo con lo previsto en el artículo 3 del F.D. 1627/97 de 24 de Octubre. Y como obligaciones según dicho real decreto se extractan las siguientes:

- Coordinar la aplicación de principios de prevención al tomar decisiones técnicas y al estimar la duración de los trabajos o fases.
- Coordinar actividades de contratista, subcontratista y autónomos.
- Aprobar el Plan de Seguridad del Contratista y sus modificaciones.
- Establecer Normas de Acceso a la obra y a las instalaciones, sólo por personal autorizado.
- Paralizar los trabajos en caso de riesgo grave e inminente, dando cuenta a la inspección de trabajo.
- Responsable del Libro de Incidencias.

12.5. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción o en su caso, cuando lo disponga el Convenio Colectivo Provincial, ajustándose su funcionamiento a lo previsto en la normativa vigente.

La composición será la siguiente:

- 1 Presidente
- 1 Técnico de Seguridad
- 1 Secretario
- Vocales, de entre los oficios más significativos

Las funciones y atribuciones de dicho Comité serán las siguientes:

- Promover la observancia de las disposiciones vigentes para la prevención de los riesgos profesionales.
- Informar sobre el contenido de las normas de Seguridad y Salud para que deban figurar en el reglamento.
- Realizar visitas tanto a los lugares de trabajo como a los servicios y dependencias establecidos para los trabajadores de la obra para conocer las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, maquinaria, herramientas y procesos laborales, y constatar los riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores e informar de los defectos y peligros que adviertan y propondrá, en su caso, la adopción de las medidas preventivas necesarias, y cualquier otras que considere oportunas.
- Interesar la práctica de reconocimientos médicos a los trabajadores de la obra, conforme a lo dispuesto en las disposiciones vigentes.
- Velar por la eficaz organización de la lucha contra incendios en el seno de la obra.
- Conocer las investigaciones realizadas por los Técnicos de la empresa sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que en ella se produzcan.
- Investigar las causas de los accidentes y de las enfermedades profesionales producidos en la obra con objeto de evitar unos y otras, y en los casos graves y especiales practicar las informaciones correspondientes, cuyos resultados dará a conocer a los representantes de los Trabajadores y a la Inspección Provincial de Trabajo.
- Cuidar de que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en materia de Seguridad y Salud y fomentar la colaboración de los mismos en la práctica y observancia de las medidas preventivas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Cooperar en la realización y desarrollo de programas y campañas de Seguridad y Salud del Trabajo en la obra, de acuerdo con las orientaciones y directrices del I.N.S.H.T., y ponderar los resultados obtenidos en cada caso.
- Promover la enseñanza, divulgación y propaganda de la Seguridad y Salud mediante cursillos y conferencias al personal de la obra, bien directamente a través de instituciones oficiales o sindicales especializadas; la colocación de carteles y de avisos de seguridad, y la celebración de concursos sobre temas y cuestiones relativos a dicho orden de materias.
- Promover la concesión de recompensas al personal que se distinga por su comportamiento, sugerencias o intervención en actos meritorios, así como la imposición de sanciones a quienes incumplan normas e instrucciones sobre Seguridad y Salud de obligada observancia en el seno de la Obra.
- El Comité se reunirá, al menos, mensualmente y siempre que los convoque su Presidente por libre iniciativa o a petición fundada de tres o más de sus componentes.
- En la convocatoria se fijará el orden de asuntos a tratar en la reunión.
- El Comité por cada reunión que se celebre extenderá el acta correspondiente, de la que remitirán una copia a los Representantes de los trabajadores.
- Así mismo, enviarán mensualmente al Delegado de Trabajo una Nota Informativa sobre la labor desarrollada por los mismos.
- Las reuniones del Comité de Seguridad y Salud se celebrarán dentro de las horas de trabajo y, caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso de mediodía.

12.6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en R.D. 486/97 de 14 de Julio, disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

En función del personal de oficina y taller se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

12.7. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE Y CONDICIONES GENERALES

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella; la contrata deberá informar a todo su personal de estas Normas y del presente pliego de condiciones, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar las obras, la contrata comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio. Concretamente, se especificará, como mínimo:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cubre las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.
- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentados.
- Nombre, teléfono y dirección de centros asistenciales próximos.
- Teléfono de paradas de taxis próximas.
- Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.
- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas topes de realización de las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la Dirección facultativa, como muy tarde, dentro del siguiente día del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección facultativa.

El responsable en obra de la contrata deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en las obras, con objeto de que el servicio de portería y/o vigilancias extienda los oportunos permisos de entrada, que serán recogidos al finalizar la obra; para mantener actualizadas las listas del personal de la contrata, las altas y bajas deben comunicarse inmediatamente producirse.

La contrata enviará a la Dirección facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

- Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.
- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El Jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo; todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos, y en caso de negativa por parte del trabajador, quedar ésta recogida y documentada.

13. PRESUPUESTO

El presupuesto, correspondiente a la Seguridad y Salud en el Trabajo de las obras del Parque Eólico "Cabigordo I" asciende a la cantidad de **DOCE MIL NOVECIENTOS DIECINUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (12.919'85 EUR)**.

CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
1.1	25	Casco de seguridad homologado	2'25	56'25
1.2	8	Gafas antipolvo y anti-impactos	10'50	84'00
1.3	25	Filtro para mascarilla antipolvo	0'75	18'75
1.4	8	Protector auditivo	15'00	120'00
1.5	16	Cinturón de seguridad	22'50	360'00
1.6	25	Mono de trabajo	16'00	400'00
1.7	25	Impermeable	15'00	375'00
1.8	25	Par de guantes de goma finos	2'25	56'25
1.9	8	Par de guantes de cuero	3'00	24'00
1.10	8	Par de guantes anticorte	4'25	34'00
1.11	8	Par guantes dieléctricos	29'15	233'20
1.12	25	Par botas impermeables	11'80	295'00
1.13	25	Par botas seguridad	23'40	585'00
1.14	8	Par botas dieléctricas	30'00	240'00
TOTAL CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL				2.881'45

CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
2.1	2	Señal normalizada de Stop, incluido soporte	27'20	54'40
2.2	18	Cartel indicativo de riesgo, incluido soporte	8'60	154'80
2.3	18	Cartel indicatvo de riesgo	2'40	43'20
2.4	800	MI. cordón balizamiento reflectante	1'35	1,080'00
2.5	20	MI. barandilla protección de huecos	6'90	138'00
2.6	25	H. Mano de obra de brigada de seguridad	8'70	217'50
2.7	5	Extintor de polvo polivalente	110'00	550'00
TOTAL CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS				2.237'90

CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
3.1	1	Instalación de puesta a tierra	360'00	360'00
3.2	1	Armario eléctrico con elementos de protección	535'00	535'00
TOTAL CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA				895'90

CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
4.1	50	m2 local para vestuarios, aseos y comedor	55'00	2.750'00
4.2	25	Taquilla metálica con llave	47'20	1.180'00
4.3	5	Banco de madera para 5 personas	15'20	76'00
4.4	2	Mesa de madera	63'00	126'00
4.5	2	Calienta comidas	126'00	252'00
4.6	1	Pileta corrida 4 grifos	133'00	133'00
4.7	3	Radiador infrarrojos	24'00	72'00
4.8	1	Inodoro instalado	145'00	145'00
4.9	2	Lavabo y ducha	264'00	528'00
4.10	1	Secador de manos aire caliente	60'00	60'00
4.11	2	Calentador de agua 50 l.	145'00	290'00
4.12	2	Recipiente recogida de basuras	19'25	38'50
4.13	2	Papelera	7'50	15'00
TOTAL CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y...				5.665'50

CAPÍTULO 5: MEDICINA PREVENTIVA Y 1ºS AUXILIOS

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
5.1	1	Botiquín	165'00	165'00
5.2	1	Material sanitario	120'00	120'00
5.3	2	Camilla	150'00	300'00
TOTAL CAPÍTULO 5: MEDICINA PREVENTIVA Y 1ºS AUXILIOS				485'00

CAPÍTULO 6: FORMACIÓN Y REUNIONES

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
6.1	6	Reunión del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo	85'00	510'00
6.2	120	H. formación de Seguridad y Salud en el Trabajo	20'00	240'00
TOTAL CAPÍTULO 6: FORMACIÓN Y REUNIONES				750'00

PRESUPUESTO

Nº de Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL
1		PROTECCIONES INDIVIDUALES	2.881'45	2.881'45
2		PROTECCIONES COLECTIVAS	2.237'90	2.237'90
3		PROTECCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS	900'00	900'00
4		INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	5.665'50	5.665'50
5		MEDICINA PREVENTIVA Y 1ºS AUXILIOS	485'00	485'00
6		FORMACIÓN Y REUNIONES	750'00	750'00
TOTAL PRESUPUESTO:				12.919'85

14. PLANOS

Como información adicional, se adjuntan una serie de croquis tipo, referentes a los comentarios realizados en el presente estudio.

14.1. ORDENACIÓN GENERAL DE LA OBRA. DIRECCIONES Y TELÉFONOS

NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTES

LEVES

GRAVES

TELÉFONOS DE URGENCIA:

HOSPITAL _____

DELEGACIÓN _____

SERVICIO MÉDICO _____

JEFE DE OBRA _____

POLICÍA _____

JEFE ADMTVO _____

BOMBEROS _____

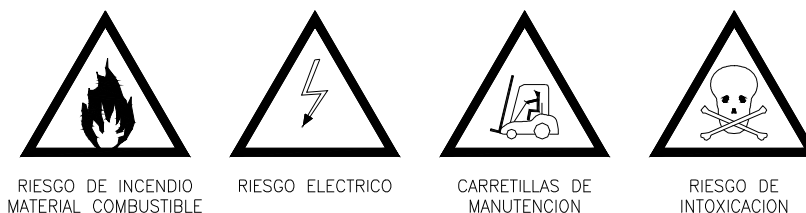
TAXI _____

AMBULANCIA _____

14.2. SEÑALIZACIÓN (I)

SEÑALES DE ADVERTENCIA

(Pictograma negro sobre fondo amarillo, bordes negros)



SEÑALES DE PROHIBICIÓN

(Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y bandas rojos)



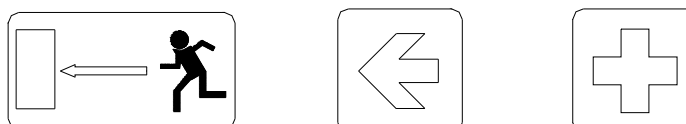
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

(Pictograma blanco sobre fondo azul)



SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

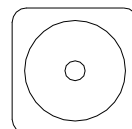
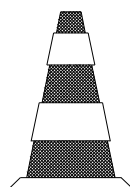
(Pictograma blanco sobre fondo verde)



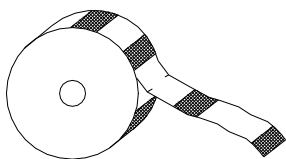
14.3. SEÑALIZACIÓN (II)



PANELES DIRECCIONALES
PARA OBRAS Y CURVAS



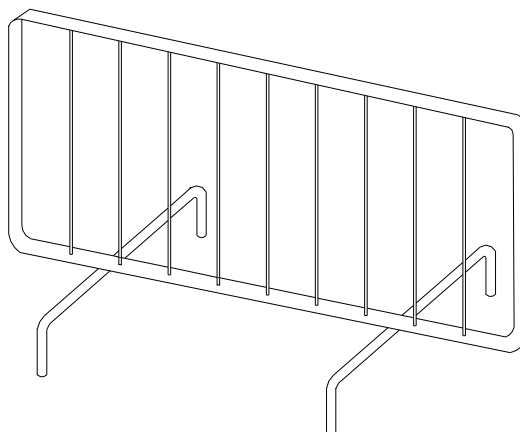
CONO



CINTA BALIZAMIENTO

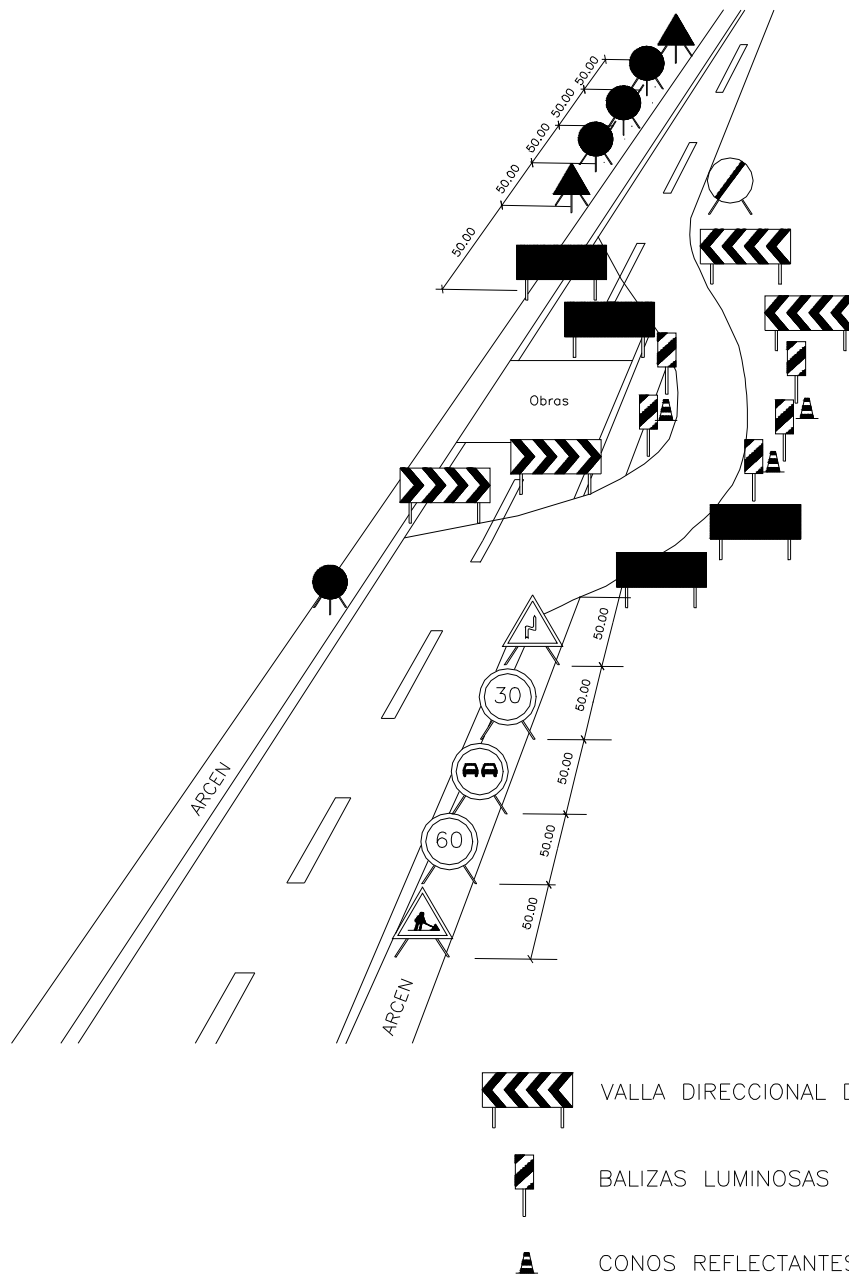


CORDON BALIZAMIENTO

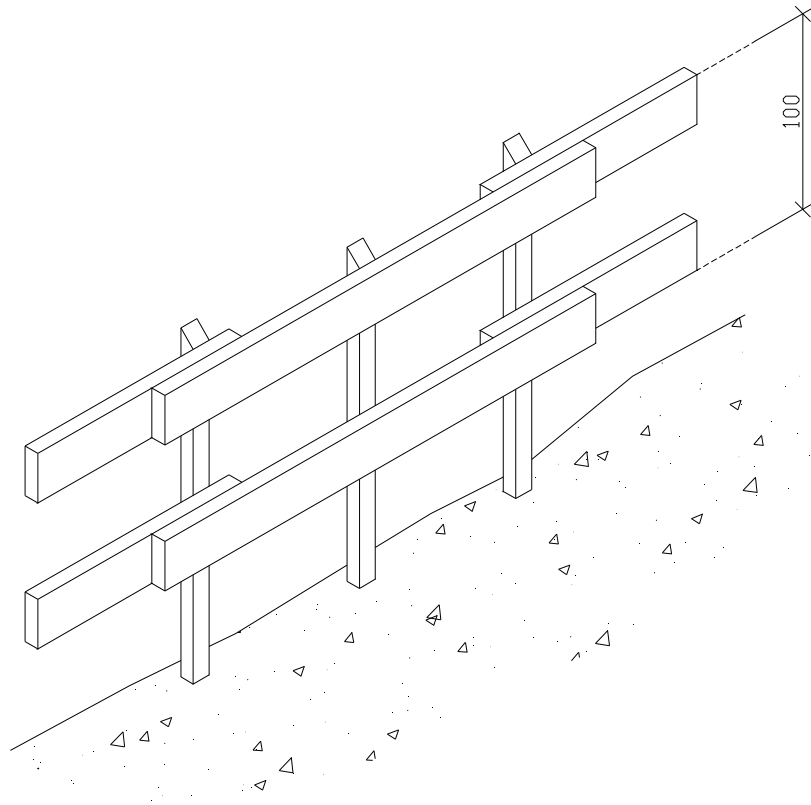


VALLA DESVIO TRAFICO

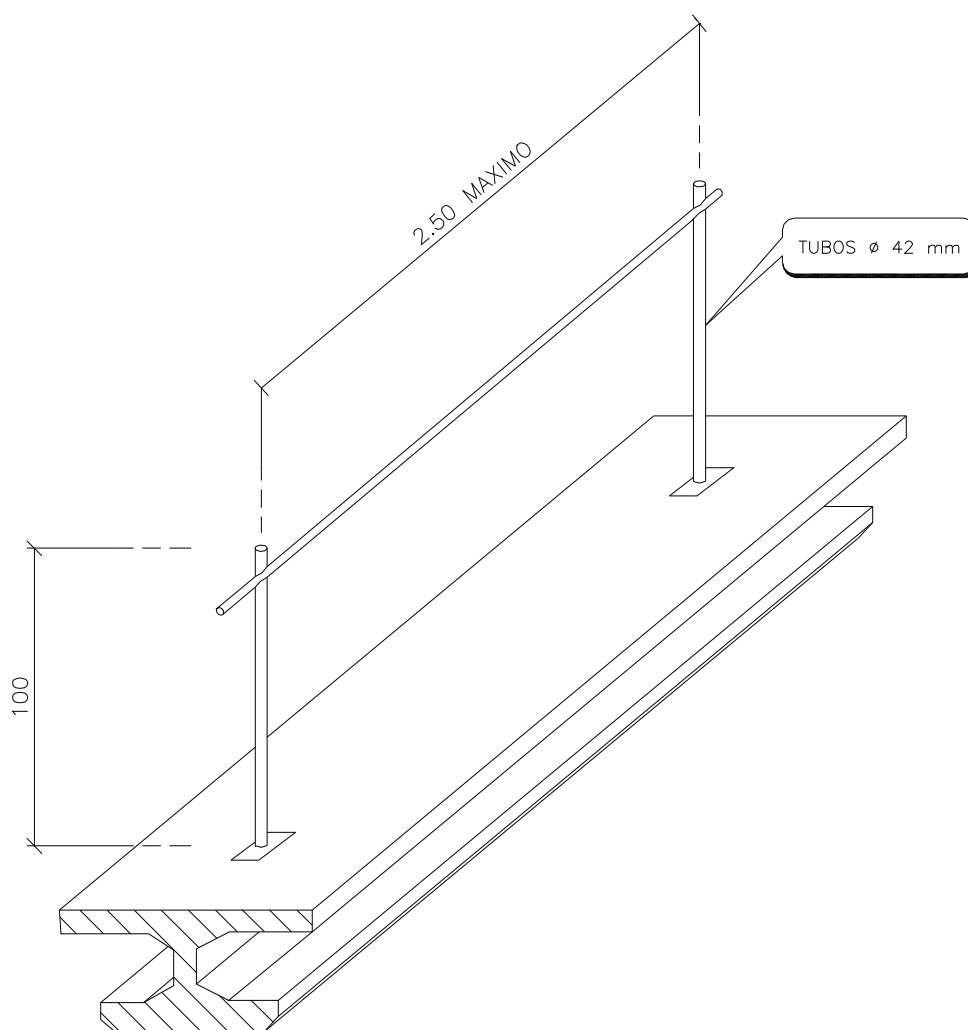
14.4. BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO



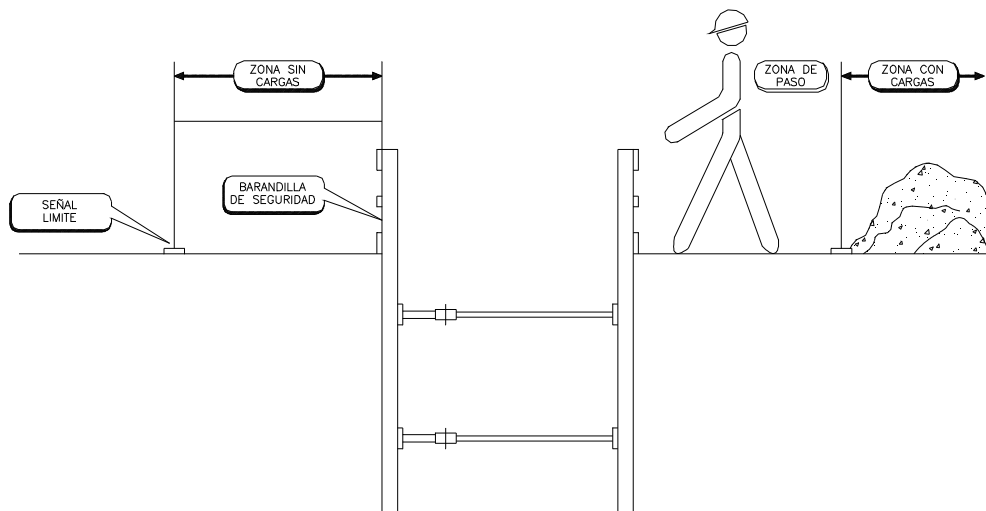
14.5. BARANDILLA DE PROTECCIÓN



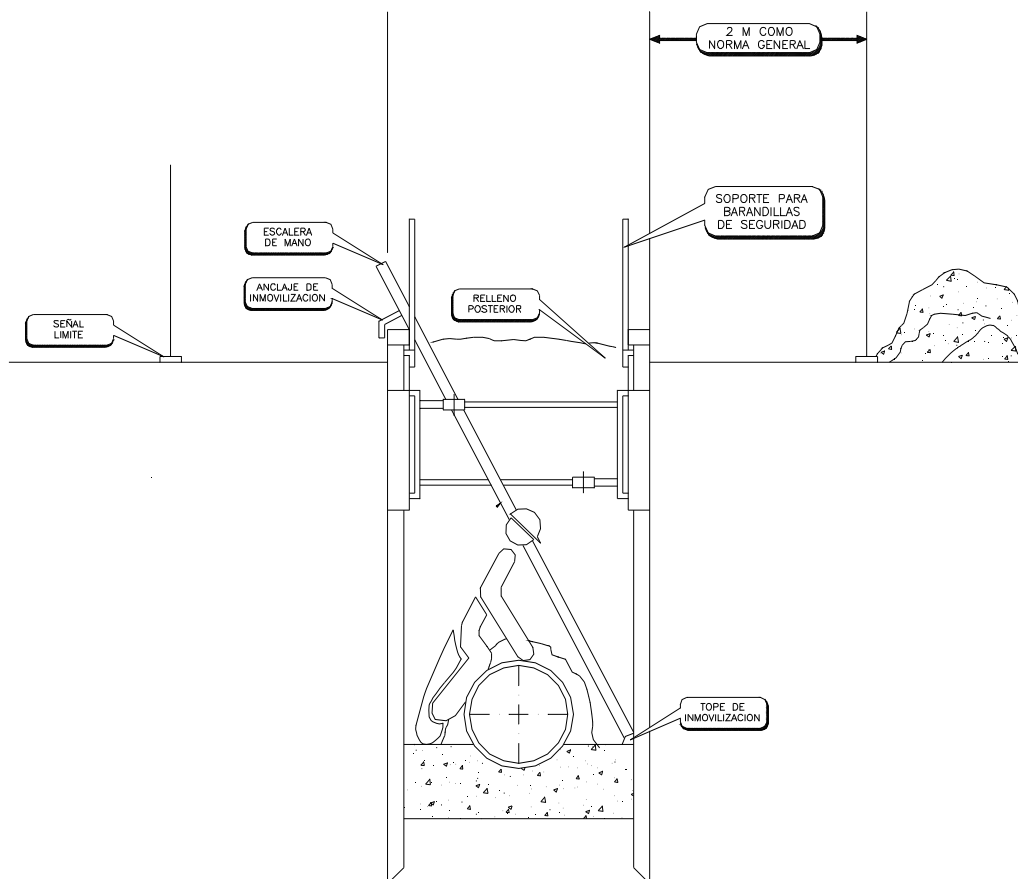
14.6. LÍNEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR SOBRE VIGAS DE PUENTES



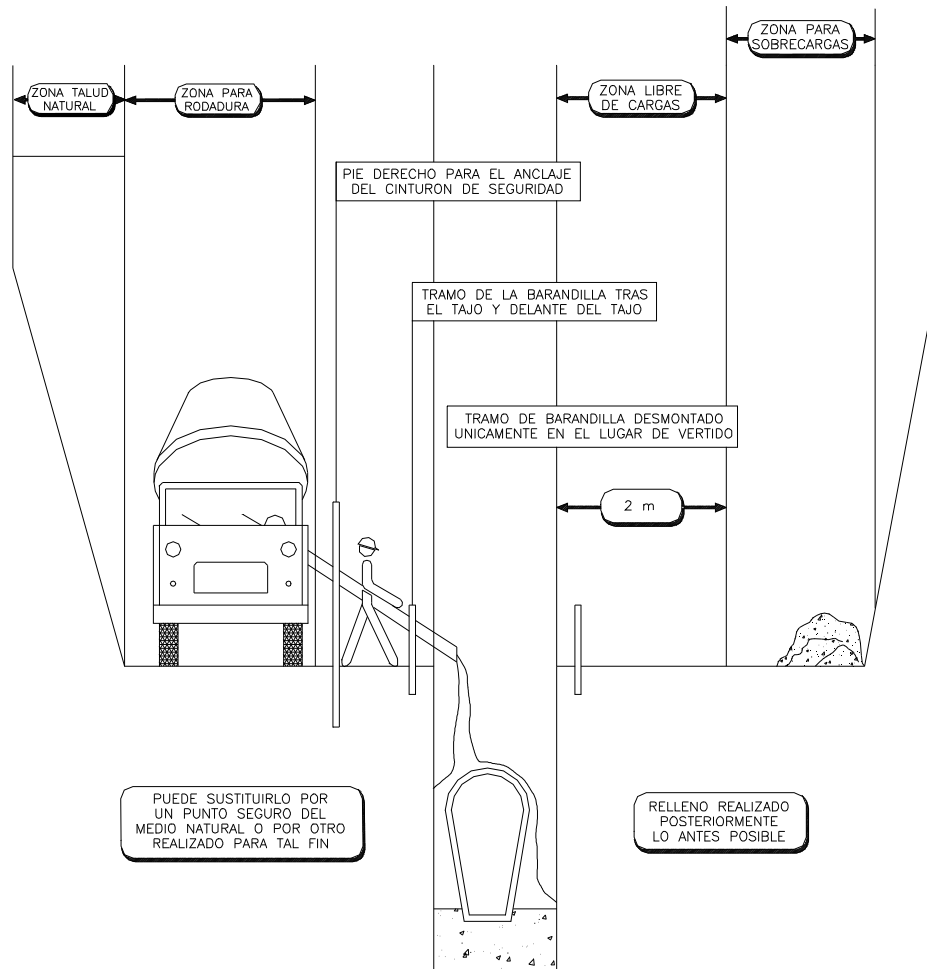
14.7. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (I)



14.8. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (II)



14.9. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (III)

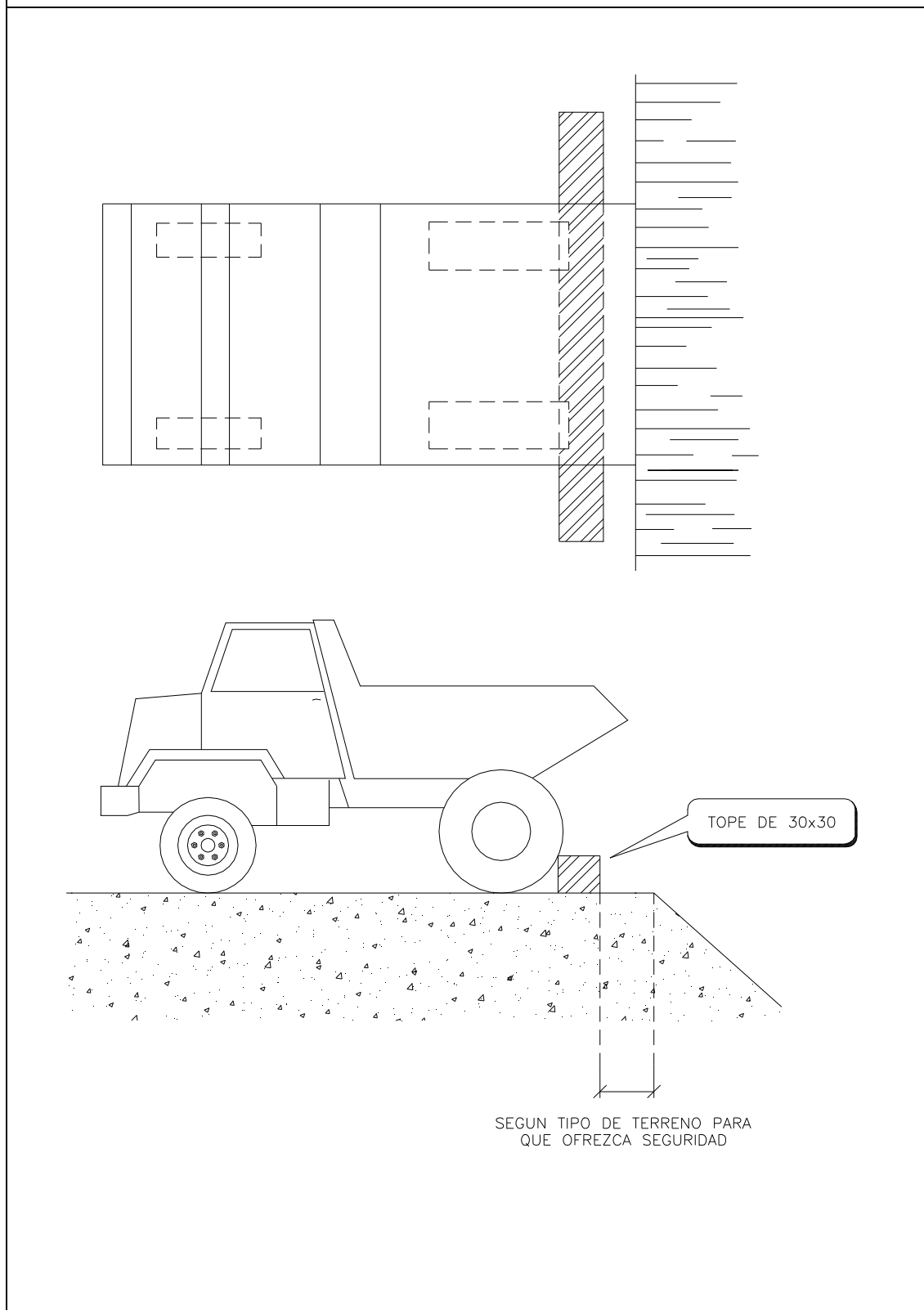


MIENTRAS SE REALIZA EL HOMIGONADO POR DETRAS DEL TAJO, SE PROCEDE TRAS EL FRAGUADO AL CIERRE DE LA ZANJA.

TRAMO ABIERTO. EL ESTRICTO NECESARIO PARA INSTALAR UN TRAMO DE TUBERIA Y HORMIGONAR EL TRAMO ANTERIOR.

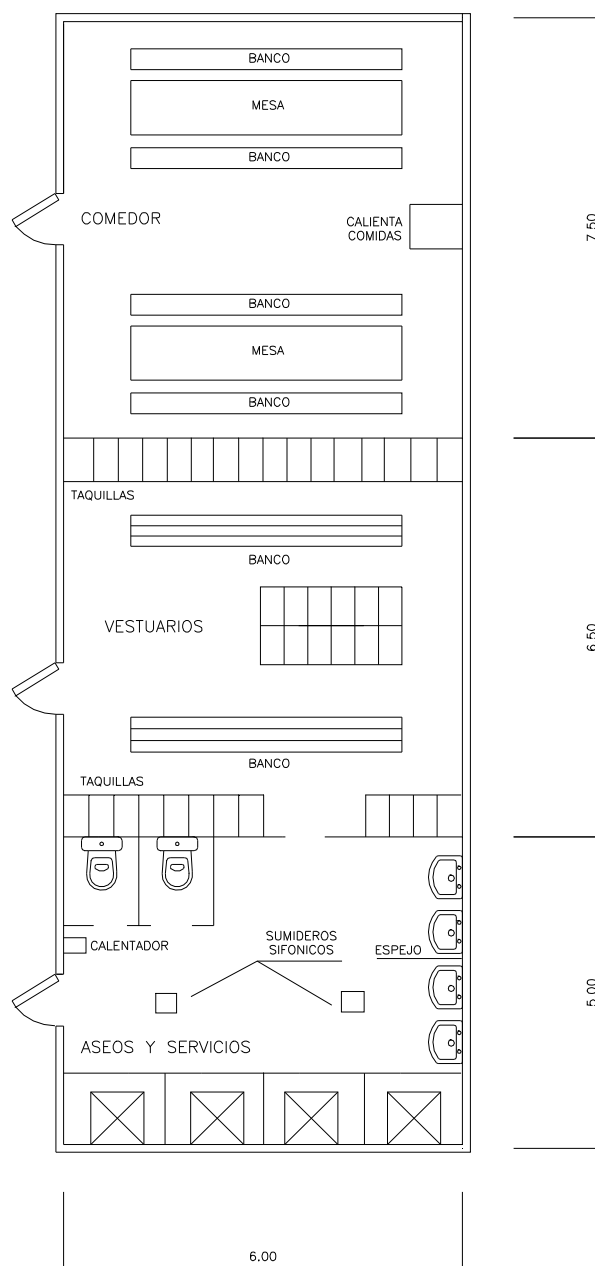
CUANTO MENOR TIEMPO PERMANEZCA ABIERTA LA ZANJA, MAYOR SEGURIDAD. PESE A ELLO, PUEDE NECESITAR ENTIBACION

14.10. TOPE DE RETROCESO PARA VERTIDOS DE TIERRA



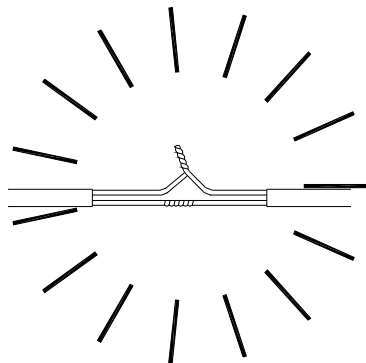
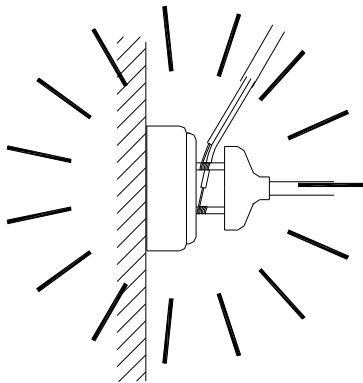
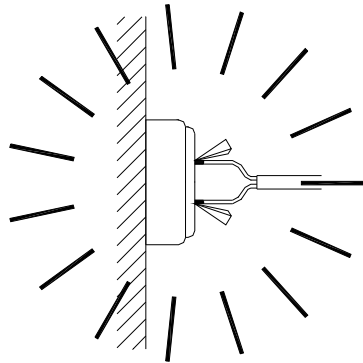
14.11. MODELO DE INSTALACIÓN PARA COMEDOR, VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIÉNICOS DE OBRA.

(Máximo de trabajadores previstos 40)

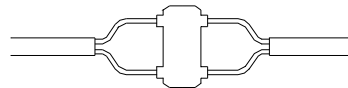
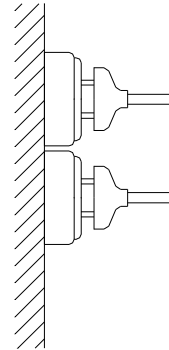
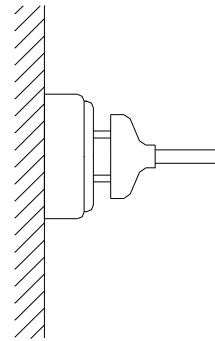


14.12. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

INCORRECTO



CORRECTO



Estudio de Seguridad y Salud. Proyecto de Ejecución

Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Firmado:



Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2.024



Proyecto de Ejecución

***VI. Estudio de gestión de
residuos de construcción
y demolición***

Parque Eólico “Cabigordo I” 40 MW

Términos Municipales de Corbalán y Cedrillas (Teruel)

1. OBJETO

El presente "Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición" se redacta como anexo al Proyecto de Ejecución del Parque Eólico "Cabigordo I", con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente a MOLINOS DEL EBRO S.A., como Titular y Promotor de las Obras, un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por MOLINOS DEL EBRO S.A., pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El Promotor es el "Productor de los residuos de construcción y demolición", por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra de construcción o demolición. También por ser la persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el real decreto 105/2008 y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

El contratista principal es el "Poseedor de los residuos de construcción y demolición", por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tienen la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. No tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el presente Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra. El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de Residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos

publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

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: 80'00 tn.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40'00 tn.
- Metal: 2'00 tn.
- Madera: 1'00 tn.
- Vidrio: 1'00 tn.
- Plástico: 0'50 tn.
- Papel y cartón: 0'50 tn.

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 la documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS

En las siguientes tablas se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos considerados corresponden a los siguientes capítulos de la citada Lista Europea:

- Capítulo 13 Residuos de aceites y de combustibles líquidos.
- Capítulo 15 Residuos de envases: absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
- Capítulo 17 Residuos de la construcción y demolición.

También se incluye un epígrafe relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Código	Residuos de construcción y demolición (i)	Peso (t)	Vol. (m³)
De naturaleza pétreo			
17 01 01	Hormigón	13,60	7,93
17 01 02	Ladrillos	0,80	1,00
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	0,80	1,00
De naturaleza no pétreo			
15 01 01	Envases de papel y cartón	1,93	2,20
17 02 01	Madera	4,20	7,00
17 02 03	Plástico	1,60	1,73
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	0,050	0,030
17 04 02	Aluminio	0,09	0,05
17 04 05	Hierro y acero	1,35	0,90
17 04 07	Metales mezclados	0,99	0,90
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	0,73	0,50
Basura doméstica			
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,45	0,60

Código	Residuos de construcción y demolición (ii)	Peso (t)	Vol. (m³)
Potencialmente peligrosos			
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	0,25	0,25
13 01 10	Aceites minerales no clorados	0,09	0,10
13 01 11	Aceites sintéticos	0,09	0,10
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	0,40	0,65
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	0,18	0,20
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	1,21	1,33
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	0,05	0,03
16 06 04	Pilas alcalinas	0,03	0,01
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	0,73	0,50
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,45	0,50
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	0,90	1,00
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,73	0,50

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

De manera general, con vistas a reducir los residuos generados:

- El acopio de los materiales se realizará de forma ordenada, controlando en todo momento la disponibilidad de los mismos y evitando desperfectos por golpes, derribos...
- De manera previa a su montaje, el equipamiento se almacenará en su embalaje original, en zonas delimitadas para las que esté prohibida la circulación de vehículos.
- Una vez retirados los embalajes originales, éstos serán asegurados inmediatamente para prevenir su arrastre por el viento o vehículos.
- Los productos líquidos en uso se dispondrán en zonas con poco tránsito para evitar el derrame por vuelco de los envases.

Conforme reflejado en las tablas anteriores, la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa. Entre ellos predominan los residuos precedentes de:

- limpieza de las cubas de hormigón para las zapatas de los aerogeneradores
- residuos procedentes de la construcción del edificio de la subestación eléctrica
- restos de embalaje de los equipos que componen los aerogeneradores y la subestación eléctrica.

Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

No se prevén residuos de tierra y piedras de la excavación de las cimentaciones de los aerogeneradores y del edificio de la subestación eléctrica, ya que los sobrantes procedentes de dichas operaciones serán utilizados para los siguientes fines:

- construcción de las plataformas de montaje de los aerogeneradores
- sub-base de los nuevos caminos a construir entre aerogeneradores.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

En este sentido, el Constructor se encargará de hacer un inventario de estos residuos y almacenarlos separadamente hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

5.1. GESTIÓN DE RESIDUOS

En las tablas siguientes se indican los tipos de residuos que serán objeto de entrega a un gestor de residuos, con indicación del tratamiento y el destino.

Código	Residuos a entregar a gestor (i)	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
17 01 02	Ladrillos	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
15 01 01	Envases de papel y cartón	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 02 03	Plástico	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 02	Aluminio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 05	Hierro y acero	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 04 07	Metales mezclados	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	Depósito / Tratamiento	Planta de reciclaje RCD
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Contenedores municipales	
RCD: Residuos de la construcción y demolición			
RNPs: Residuos no peligrosos			
La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.			

Código	Residuos a entregar a gestor (ii)	Tratamiento	Destino
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
13 01 10	Aceites minerales no clorados	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
13 01 11	Aceites sintéticos	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	Tratamiento / Reciclaje	Gestor autorizado RPs
16 06 04	Pilas alcalinas	Tratamiento / Reciclaje	Gestor autorizado RPs
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Tratamiento / Reciclaje	Gestor autorizado RPs
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs
RPs: Residuos peligrosos			

5.2. ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS EN OBRA

Se expone a continuación el modo de almacenamiento de los residuos en obra hasta su retirada, con relación de su poder contaminante para su correcta gestión en obra.

Los residuos se generarán y almacenarán correctamente y en ningún caso se mezclarán para no dificultar su gestión ni aumentar la peligrosidad de los mismos. Los recipientes contenedores de los mismos se etiquetarán y envasarán adecuadamente.

Código	Residuos a entregar a gestor (i)	Almacenamiento en obra	Poder contaminante
17 01 01	Hormigón	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 01 02	Ladrillos	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
15 01 01	Envases de papel y cartón	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 02 01	Madera	Acopio	Residuo Inerte - Bajo
17 02 03	Plástico	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 02	Aluminio	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 05	Hierro y acero	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 04 07	Metales mezclados	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	Contenedor	Residuo Inerte - Bajo
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Contenedores municipales	
La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.			

Código	Residuos a entregar a gestor (ii)	Almacenamiento en obra	Poder contaminante
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	Contenedor 1 m ³	Agresivo - Alto
13 01 10	Aceites minerales no clorados	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
13 01 11	Aceites sintéticos	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	Bidón 200 litros	Agresivo - Alto
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	Contenedor 1 m ³	Agresivo - Alto
16 06 04	Pilas alcalinas	Contenedor 10 litros	Agresivo - Alto
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	Contenedor 1 m ³	Agresivo - Alto
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Contenedor 1 m ³	Agresivo - Alto
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	Contenedor	Agresivo - Alto
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	Contenedor 1 m ³	Agresivo - Alto

5.3. REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS

Los sobrantes de tierra y piedras procedentes de la excavación de las cimentaciones de aerogeneradores y edificio de subestación eléctrica serán objeto de reutilización dentro de la obra para los siguientes fines:

- construcción de las plataformas de montaje de los aerogeneradores
- sub-base de los caminos nuevos a construir entre aerogeneradores.

5.4. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

En el ámbito de la obra, no se prevé ninguna operación de valorización de residuos generados.

5.5. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS MEDIANTE DEPÓSITO EN VERTEDERO

No se realizará depósito en vertedero de residuos de construcción o demolición que no hayan sido sometidos a tratamiento previo.

6. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son superiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, será obligatorio separar los residuos por fracciones.

No obstante, los residuos que superan las fracciones indicadas serán retiradas cada vez que el contenedor instalado a tal efecto este lleno sin esperar a llevárselos de una sola vez en la etapa final de la ejecución del proyecto.

7. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.
- En la contratación de la gestión de los RCDs se deberá asegurar que los destinos finales (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos y/o madera...) sean centros autorizados. Así mismo el Constructor deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un control documental, de modo que los transportistas y los gestores de RCDs deberán aportar los albaranes de cada retirada y entrega en destino final.
- Se deberá aportar evidencia documental del destino final para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración.
- Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...) serán gestionados de acuerdo con los preceptos marcados por la legislación vigente y las autoridades municipales.

8. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el capítulo presupuestario correspondiente a la Gestión de los Residuos de la Obra.

Residuos de construcción y demolición	Vol. (m³)	Gestión (€/m³)	Importe €
Hormigón	7,86	p/a	1.050
Ladrillos	1	p/a	133
Tejas y materiales cerámicos	1	p/a	133
Envases de papel y cartón	2,20	p/a	1.050
Madera	7	p/a	1.050
Plástico	1,73	p/a	300
Cobre, Bronce, Latón	0,003	-	0
Aluminio	0,055	-	0
Hierro y acero	0,90	-	0
Metales mezclados	0,90	-	0
Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	0,50	p/a	500
Mezcla de residuos municipales	0,60	-	0
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	0,253	300	76
Aceites minerales no clorados	0,10	p/a	100
Aceites sintéticos	0,10	p/a	100
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	0,653	300	196
Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	0,20	350	70
Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	1,33	300	400
Acumuladores de Ni-Cd	0,025	p/a	107
Pilas alcalinas	0,013	p/a	107
Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	0,50	285	142
Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,50	285	142
Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	1	-	0
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,50	285	142
Presupuesto total previsto gestión de residuos (€)			5.798

Respecto a los precios cabe indicar lo siguiente:

- Los residuos metálicos son recogidos a coste cero.
- Los residuos de aceite se recogen a coste 0, pero si son pequeñas cantidades y se encuentran en emplazamientos en fase de construcción será necesario sufragar el coste de transporte.

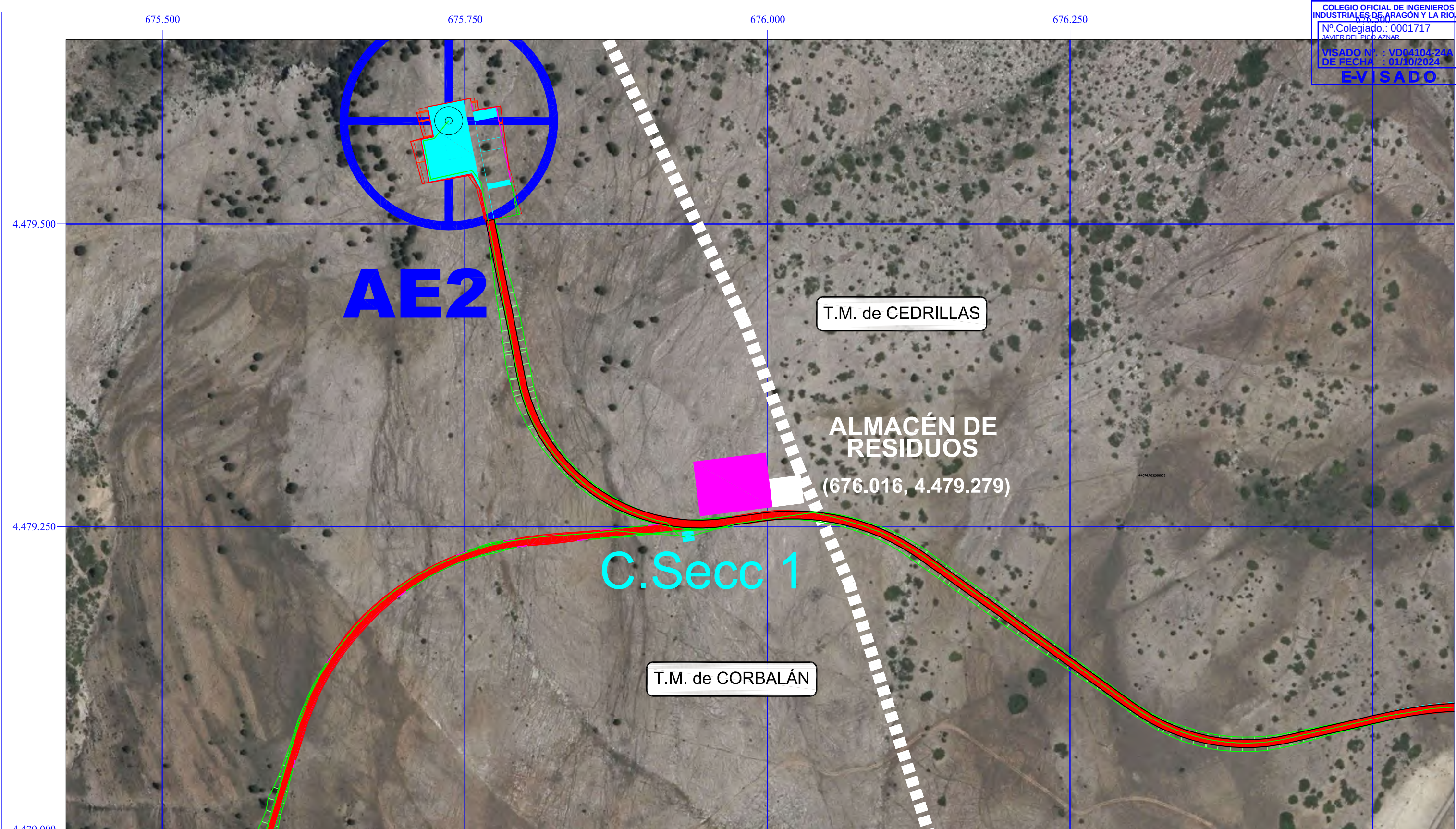
El presupuesto anterior corresponde a los precios de gestión de los residuos acorde al estudio realizado, no obstante, y tal como se prevé en el Artículo 5 del RD 105/2008, el CONTRATISTA al desarrollar el Plan de ejecución de residuos de construcción y demolición, deberá verificar tanto la cantidad como los precios de contratación de la gestión de los residuos.



PARQUE EÓLICO "CABIGORDO" 40 MW
TÉRMINOS MUNICIPALES DE CORBALÁN Y CORRALAN
(TERUEL)



9. PLANOS



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0001717

JAVIER DEL PICO AZNAR

VISADO Nº.: VD04104-24A

DE FECHA.: 01/10/2024

EVISADO

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red de Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación de aerogenerador

Plataforma de aerogenerador

Superficie de vuelo de aerogenerador

SET Cabigordo

Límite término municipal

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial

Colegiado Nº 1.717

COIAR

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

Comprobado:

Aprobado:

25/09/24

25/09/24

25/09/24

S.S.M.

O.L.

J.D.P.

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

UBICACIÓN DE INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, MANEJO Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS

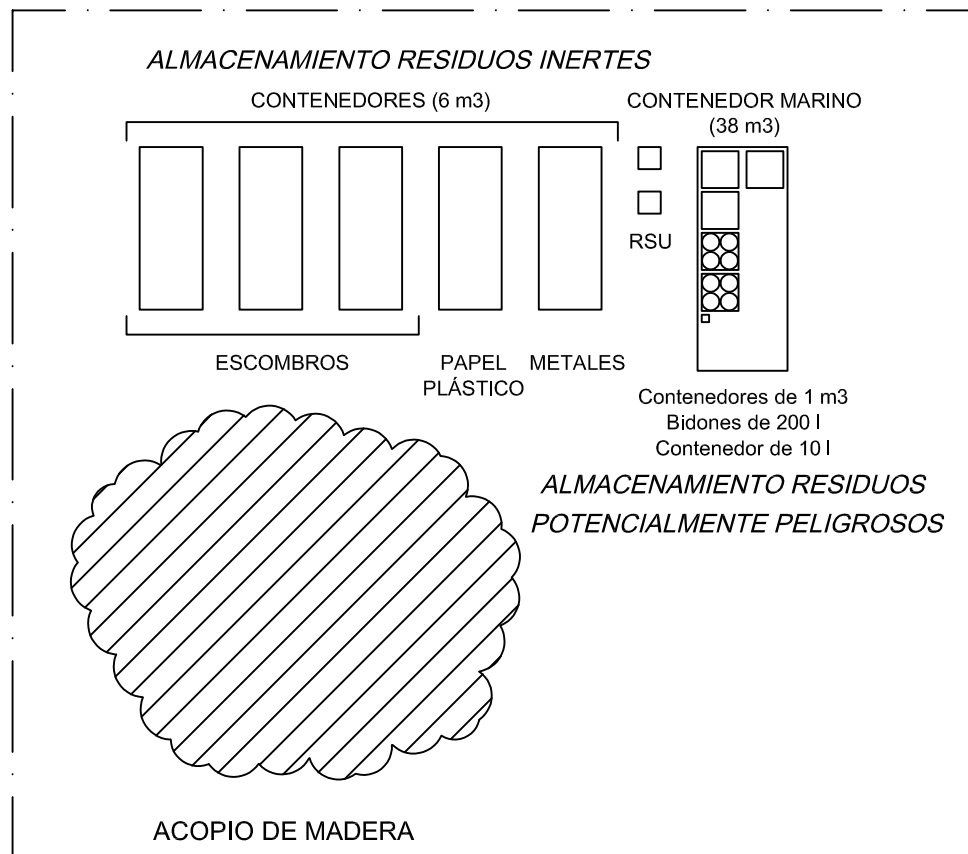
Escala:

1:3.000

Nº plano:

09.01

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05054-24 y VISADO electrónico VD04104-24A de 01/10/2024. CSV = FVSAOUIV3EG20RSE verificable en <https://coliar.e-gestion.es>



RESIDUOS INERTES:

Contenedores 6 m3: Escombros: Hormigón / Ladrillos / Tejas
Cerámicas / Material de construcción con yesos
Envases de papel y cartón / Plástico
Metales: Aluminio / Hierro / Acero / Otros
Contenedores municipales: Residuos sólidos urbanos
Acopio: Madera

RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS:

Contenedores 1 m3: Acumuladores Ni-Cd
Residuos de pintura y barniz
Mezclas de material que contienen sustancias peligrosas
(escombros, plástico, vidrio, madera, cables, tierras...)
Contenedor 10 l: Pilas alcalinas
Bidones 200 l: Absorbentes / Materiales de filtración
Aceites sintéticos y minerales no clorados
Envases metálicos y con restos de sustancias peligrosas
Trapos de limpieza y ropas contaminadas



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar
Ingeniero Industrial
Colegiado N° 1.717
COIAR

PARQUE EÓLICO CABIGORDO I

TT.MM. de CORBALÁN Y CEDRILLAS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	25/09/24	S.S.M.
Comprobado:	25/09/24	O.L.
Aprobado:	25/09/24	J.D.P.

INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO,
MANEJO Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Escala:

S/E

N° plano: 09.02

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.
Proyecto de Ejecución
Parque Eólico "Cabigordo I" 40 MW

Firmado:



Javier del Pico Aznar

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, septiembre de 2.024