

**MOLINOS  
DEL EBRO**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN***  
***PARQUE EÓLICO “HOYALTA”***  
***50 MW***

***TÉRMINOS MUNICIPALES DE ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA Y  
ORRIOS (TERUEL)***

## CONTENIDO

<b>I. Memoria.....</b>	<b>13</b>
<b>II. Pliego de Condiciones.....</b>	<b>175</b>
<b>III. Presupuesto.....</b>	<b>198</b>
<b>IV. Planos.....</b>	<b>205</b>
<b>V. Estudio de Seguridad y Salud.....</b>	<b>253</b>
<b>VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.....</b>	<b>334</b>

<b>I. Memoria.....</b>	<b>13</b>
1. Objeto y Antecedentes .....	14
2. Acreditación de la capacidad legal, técnica y económica del solicitante .....	16
3. Implantación del parque eólico .....	17
3.1. Justificación de la necesidad de la instalación .....	17
3.2. Criterios técnicos de situación.....	18
3.3. Área de implantación.....	20
3.4. Ubicación de aerogeneradores .....	21
4. Descripción de los Recursos eólicos .....	22
4.1. Características principales del parque.....	22
4.2. Orografía y rugosidad.....	22
4.3. Campaña de medidas .....	23
4.3.1. Parámetros medidos .....	23
4.4. Resultado de la campaña de medidas .....	24
4.5. Densidad del aire .....	26
4.6. Aerogeneradores.....	26
4.7. Modelización del campo de viento .....	27
4.7.1. Modelos usados .....	27
4.7.2. Modelización .....	27
4.7.3. Pérdidas por estelas.....	28
4.7.4. Pérdidas técnicas y operacionales .....	29
4.7.5. Producción de energía a largo plazo.....	30
5. Descripción general de la instalación .....	31
6. Infraestructuras de evacuación.....	33
7. Plazo de ejecución del proyecto .....	34
8. Ordenación del parque eólico.....	35



8.1.	Adecuación del proyecto a la situación de planeamiento urbanístico vigente.....	35
8.2.	Superficies Ocupadas. Usos y destinos .....	35
8.3.	Movimientos de tierras .....	36
8.4.	Obra Civil.....	36
8.4.1.	Caminos de Servicio .....	37
8.4.2.	Emplazamientos de Aerogeneradores y Cimentaciones.....	37
8.4.3.	Zanjas .....	38
8.5.	Descripción de servicios existentes y previstos.....	42
8.5.1.	Accesos y caminos de servicio.....	42
8.5.2.	Otros servicios.....	42
9.	Relación de bienes y derechos afectados por la instalación .....	43
9.1.	Relación de parcelas afectadas .....	43
9.2.	Red de carreteras.....	44
9.3.	Red de dominio público hidráulico.....	44
9.3.1.	Afecciones en el entorno del Barranco de la Masía del Polo .....	45
9.3.2.	Afecciones en el entorno del Barranco de las Chulillas.....	45
9.3.3.	Afecciones en el entorno del Barranco de la Cañada Seca .....	45
9.3.4.	Entorno del Barranco del Conejo .....	45
9.3.5.	Entorno del Barranco de Miguel .....	45
9.3.6.	Afecciones en el entorno del Barranco del Chaparrón .....	45
9.4.	Vías Pecuarias .....	46
9.5.	Montes de Utilidad Pública .....	46
9.6.	Redes de transporte y distribución .....	46
9.7.	Telecomunicaciones y redes de difusión audiovisual .....	47
9.8.	Servidumbres aeronáuticas.....	47
10.	Instalaciones eléctricas.....	48
10.1.	Centros de Transformación MT/BT .....	49
10.1.1.	Transformadores 20/0,690 kV .....	49
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.	Subestación Transformadora .....	80
11.1.	Emplazamiento.....	80
11.2.	Descripción general.....	80
11.3.	Obra civil .....	81
11.4.	Transformador de potencia .....	82
11.4.1.	Características Nominales.....	82
11.4.2.	Características de Funcionamiento .....	83
11.4.3.	Ensayos .....	83
11.4.4.	Equipamiento y accesorios.....	84

11.4.5.	Esquema de pintura .....	85
11.5.	Elementos de Maniobra y Protección .....	86
11.6.	Características de la aparamenta de alta tensión .....	87
11.6.1.	Seccionador .....	87
11.6.2.	Interruptor automático .....	89
11.6.3.	Pararrayos autoválvulas .....	91
11.6.4.	Transformadores de Intensidad.....	92
11.7.	Instalaciones de media tensión .....	93
11.7.1.	Características generales de las Celdas .....	93
11.7.2.	Celda de protección general (Salida a transformador de potencia).....	95
11.7.3.	Celdas colectoras (Protección alineaciones aerogeneradores).....	96
11.7.4.	Celda de protección de servicios auxiliares .....	96
11.7.5.	Ensayos .....	97
11.7.6.	Complementos .....	97
11.8.	Instalaciones de baja tensión .....	98
11.8.1.	Transformador MT/BT .....	98
11.8.2.	Cuadro Auxiliar de Distribución de Corriente Alterna de 50 Hz .....	99
11.8.3.	Equipos Rectificador-Batería y Panel de 125 Vcc.....	99
11.9.	Potencia contratada prevista para el consumo de servicios auxiliares.....	101
11.10.	Puesta a tierra .....	102
11.10.1.	Puesta a tierra. Nivel de Tensión de 220 KV.....	102
11.10.2.	Puesta a tierra. Nivel de Tensión de 20 KV.....	102
11.10.3.	Características de la Malla de tierra.....	103
11.10.4.	Cálculo de la Instalación de puesta a tierra.....	104
11.10.5.	Resultados .....	106
12.	Descripción de los aerogeneradores .....	108
12.1.	Descripción de los componentes del aerogenerador .....	109
12.1.1.	Góndola (Nacelle) .....	109
12.1.2.	Rotor .....	115
12.1.3.	Torre y Cimentación .....	118
12.1.4.	Sistema de Control.....	119
12.1.5.	Sensores .....	120
12.1.6.	Sistema de protección contra rayos .....	121
12.1.7.	Otros aspectos .....	121
12.2.	Emplazamiento.....	122
12.2.1.	Condiciones ambientales .....	122
12.2.2.	Condiciones de viento .....	122
12.3.	Estándares de diseño.....	123
12.3.1.	General .....	123
12.3.2.	Componentes mecánicos.....	124
12.3.3.	Componentes eléctricos.....	125
12.3.4.	Calidad .....	125
12.3.5.	Seguridad y salud.....	125

12.3.6.	Corrosión.....	126
12.4.	Prestaciones.....	127
12.4.1.	Condiciones de arranque y parada por velocidad de viento.....	127
12.4.2.	Condiciones para curva de potencia y valores ct.....	127
12.4.3.	Curvas de Potencia (en función de la densidad del aire).....	128
12.5.	Capacidades de conexión a la red.....	129
13.	Medidas previstas de Protección contra incendios.....	130
13.1.	Normativa sobre incendios aplicable a la instalación.....	130
13.3.	Protección contra incendios. Normas generales.....	131
13.3.1.	Normas sobre combustibles.....	131
13.3.2.	Normas sobre focos de ignición.....	131
13.3.3.	Normas sobre extinción.....	132
13.3.4.	Indicaciones para la utilización de extintores.....	133
13.5.	Equipos de Extinción.....	136
13.5.1.	Centro de seccionamiento.....	136
13.5.2.	Aerogeneradores.....	136
13.5.3.	Sistemas manuales de alarma.....	136
13.5.4.	Extintor montado en la base de la torre.....	136
13.5.5.	Extintor montado en la Nacelle.....	136
13.5.6.	Sensores de humos.....	137
13.5.7.	Sistema de extinción automática de incendios - FSS.....	138
14.	Adecuación de las instalaciones a las disposiciones de seguridad y salud.....	140
14.1.	Normativa.....	140
14.2.	Normas de seguridad de espacios de trabajo en general.....	141
14.2.1.	Dimensiones mínimas.....	141
14.2.2.	Suelos.....	142
14.2.3.	Puertas y portones.....	142
14.2.4.	Escaleras fijas, rampas y plataformas.....	143
14.2.5.	Escalas Fijas.....	144
14.2.6.	Barandillas de protección.....	144
14.2.7.	Servicios higiénicos y locales de descanso.....	144
14.2.8.	Vías y salidas de evacuación.....	145
14.2.9.	Vías de circulación.....	145
14.2.10.	Condiciones ambientales.....	145
14.2.11.	Iluminación.....	146
14.2.12.	Normas de utilización de los lugares de trabajo.....	146
14.2.13.	Mantenimiento de los lugares de trabajo.....	147
14.2.14.	Material y locales de primeros auxilios.....	147
14.3.	Equipos de trabajo y maquinaria.....	148
14.3.1.	Camiones con volquete, caja o plataforma.....	148
14.3.2.	Camión Grúa.....	149
14.3.3.	Retroexcavadora.....	150
14.3.4.	Grúa torre. Grúa móvil.....	151

14.3.5.	Soldadura .....	153
14.3.6.	Cortadora de material cerámico .....	154
14.3.7.	Compresor.....	155
14.3.8.	Sierra circular .....	156
14.4.	Maniobras en instalaciones eléctricas .....	158
14.4.1.	Normas básicas de seguridad .....	158
14.4.2.	Instrucciones básicas para maniobras .....	158
14.4.3.	Reposición de fusibles .....	159
14.4.4.	Maniobras en la celda del interruptor .....	159
14.4.5.	Maniobras en la celda del seccionador .....	159
14.4.6.	Disposiciones adicionales .....	165
14.5.	Normas de seguridad específicas para trabajos en aerogeneradores .....	166
14.5.1.	Normas generales .....	166
14.5.2.	Proximidad y tránsito cerca del aerogenerador .....	166
14.5.3.	Protecciones personales .....	166
14.5.4.	Disposición de la Unidad de Control y del Panel.....	168
14.5.5.	Inspección de maquinaria .....	168
14.5.6.	Precauciones en caso de incendio.....	169
14.5.7.	Funcionamiento del dispositivo de elevación .....	169
14.6.	Desplazamientos a parque y dentro de éste .....	171
14.7.	Trabajos en condiciones nocturnas .....	172
14.8.	Documentación mínima necesaria para ejecución de trabajos en las instalaciones .....	173

## **II. Pliego de Condiciones..... 175**

1.	General.....	176
1.1.	Objeto.....	176
1.2.	Alcance.....	176
1.3.	Códigos y Normas .....	177
1.4.	Calidad y seguridad en el trabajo .....	179
2.	Obra civil.....	180
2.1.	Estudio Geotécnico .....	180
2.2.	Caminos de Servicio.....	180
2.3.	Cimentaciones de Aerogeneradores .....	181
2.3.1.	Documentación Técnica a aportar por el fabricante del aerogenerador.....	181
2.3.2.	Especificaciones técnicas a cumplir por el Contratista.....	182
2.4.	Plataformas de Montaje.....	185
2.5.	Zanjas.....	185
2.5.1.	Zanjas y tendido de cables.....	185
2.5.2.	Zanjas en cruces de caminos.....	186
2.6.	Topografía .....	187
2.7.	Control de calidad .....	188
2.7.1.	Control de materiales .....	188
2.7.2.	Control de ejecución.....	189

3. Instalaciones eléctricas.....	190
3.1. Centros de transformación MT/BT .....	190
3.2. Red de interconexión de MT .....	191
3.2.1. Manejo de cables de potencia.....	191
3.2.2. Tendido y conexionado de cables de potencia .....	192
3.2.3. Red de tierras.....	193
4. Inspección, pruebas y ensayos .....	194
5. Plazo de ejecución.....	195
6. Documentación.....	196

### **III. Presupuesto ..... 198**

### **IV. Planos ..... 205**

1. Localización geográfica.....	206
2. Situación de aerogeneradores .....	207
3. Localización punto de acceso desde la carretera TE-V-8002 .....	208
3.01 Planta proyectada acceso Carretera TE-V-8002 P.K. 14+350.....	209
4. Infraestructuras del parque eólico (Vista general).....	210
4.01 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 1) .....	211
4.02 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 2) .....	212
4.03 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 3) .....	213
4.04 Infraestructuras del parque eólico (Hoja Nº 4) .....	214
5. Sección camino de servicio.....	215
6. Plataforma de montaje del aerogenerador: Montaje en dos fases.....	216
6.01 Plataforma de montaje del aerogenerador: Montaje just in time .....	217
7. Cimentación del aerogenerador: Dimensiones .....	218
7.01 Cimentación del aerogenerador: Diagrama conductos eléctricos .....	219
8. Secciones zanjas (I).....	220
8.01 Secciones zanjas (II).....	221
9. Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce caminos (I).....	222
9.01 Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce caminos (II).....	223
10. Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce RMT (I) .....	224
10.01 Secciones zanjas - Pasos reforzados cruce RMT (II) .....	225
11. Arqueta cable de comunicaciones .....	226
12. Montes de Utilidad Pública en el entorno del Parque Eólico "TE0234", "TE0229", "TE0227", "TE0228", "TE0282" .....	227
12.01 Detalle Nº 1 de afección a Monte de Utilidad Pública "TE0282" .....	228
12.02 Detalle Nº 2 de afección a Monte de Utilidad Pública "TE0282", "TE0228" y "TE0227" .....	229

12.03 Detalle Nº 3 de afección a Monte de Utilidad Pública "TE0282", "TE0227" y "TE0229" .....	230
12.04 Detalle Nº 4 de afección a Monte de Utilidad Pública "TE0229" y "TE0234" .....	231
13. Vías Pecuarias en el Entorno del Parque Eólico.....	232
13.01 Detalle Nº1 Afección a Vía Pecuaria "Paso Real Camino Cedrillas" .....	233
13.02 Detalle Nº2 Afección a Vías Pecuarias "Vereda Paso De La Sierra" y "Colada Del Horcajo" ..	234
14. Red de Dominio Público Hidráulico en el Entorno del Parque Eólico.....	235
14.01 Detalle Nº1 Afección a Red de Dominio Público Hidráulico "Barranco De Las Chulillas" y "Barranco de la Masía del Polo" .....	236
14.02 Detalle Nº2 Afección a Red de Dominio Público Hidráulico "Barranco de la Cañada Seca" .....	237
14.03 Detalle Nº3 Afección a Red de Dominio Público Hidráulico "Barranco Del Conejo" .....	238
14.04 Detalle Nº4 Afección a Red de Dominio Público Hidráulico "Barranco Del Chaparrón" y "Barranco de Miguel" .....	239
15. Líneas Eléctricas Aéreas en el Entorno del Parque Eólico .....	240
15.01 Detalle Nº1 Afección a LAAT 400 kV SET Mezquita – SET Platea.....	241
16. Planta general SET Hoyalta .....	242
17. Alzado SET Secciones A-A y B-B .....	243
18. Planta general edificio de control en SET Hoyalta .....	244
19. Alzado edificio de control en SET Hoyalta .....	245
20. Bancada transformador de potencia (I).....	246
20.01 Bancada transformador de potencia (II).....	247
21. Plataforma aproximación transformador de potencia.....	248
22. Esquema unifilar funcional 220 kV .....	249
23. Esquema unifilar funcional 20 kV (I): Subestación.....	250
24. Esquema unifilar funcional 20 kV (II): Parque .....	251

## **V. Estudio de Seguridad y Salud ..... 253**

1. General.....	254
2. Características de la obra .....	254
2.1. Alcance.....	254
2.2. Medios auxiliares y maquinaria .....	255
2.3. Materiales previstos en la construcción.....	255
3. Protecciones Colectivas .....	256
4. Protecciones personales .....	257
5. Medidas de seguridad aplicadas al proceso constructivo.....	259
5.1. Obra civil .....	259
5.1.1. Riesgos más frecuentes.....	259
5.1.2. Normas básicas de seguridad. Protecciones colectivas.....	261
5.1.3. Normas básicas de seguridad. Protecciones personales.....	267

5.2.	Montaje de equipos e instalaciones .....	268
5.2.1.	Riesgos más frecuentes .....	268
5.2.2.	Normas básicas de seguridad. Protecciones colectivas.....	269
5.2.3.	Normas básicas de seguridad. Protecciones personales.....	270
6.	Instalaciones sanitarias .....	271
6.1.	Dotación de aseos.....	271
6.2.	Dotación de los vestuarios .....	271
6.3.	Dotación del comedor.....	271
6.4.	Normas generales de conservación y limpieza .....	271
7.	Instalación eléctrica provisional .....	272
7.1.	Características generales.....	272
7.2.	Riesgos más frecuentes .....	272
7.3.	Normas básicas de seguridad .....	272
7.4.	Protecciones personales .....	273
7.5.	Protecciones colectivas .....	274
8.	Maquinaria.....	275
8.1.	Camiones con volquete, caja o plataforma.....	275
8.1.1.	Riesgos más frecuentes .....	275
8.1.2.	Normas básicas de seguridad .....	275
8.1.3.	Protecciones personales .....	275
8.1.4.	Protecciones colectivas.....	275
8.2.	Camión Grúa .....	276
8.2.1.	Riesgos más frecuentes .....	276
8.2.2.	Normas básicas de seguridad .....	276
8.2.3.	Protecciones Personales.....	276
8.2.4.	Protecciones colectivas.....	276
8.3.	Retroexcavadora .....	277
8.3.1.	Riesgos más frecuentes .....	277
8.3.2.	Normas básicas de seguridad .....	277
8.3.3.	Protecciones personales .....	277
8.3.4.	Protecciones colectivas.....	278
8.4.	Grúa torre. Grúa móvil.....	278
8.4.1.	Riesgos más frecuentes .....	278
8.4.2.	Normas básicas de seguridad .....	278
8.4.3.	Protecciones personales .....	279
8.4.4.	Protecciones colectivas.....	279
8.5.	Hormigonera.....	280
8.5.1.	Riesgos más frecuentes .....	280
8.5.2.	Normas básicas de seguridad .....	280
8.5.3.	Protecciones personales .....	281
8.5.4.	Protecciones colectivas.....	281
8.6.	Soldadura .....	282



8.6.1.	Soldadura eléctrica.....	282
8.6.2.	Soldadura autógena y oxicorte.....	282
8.6.3.	Protecciones individuales.....	283
8.7.	Motovolquete autopropulsado (Dumper).....	284
8.7.1.	Riesgos más frecuentes.....	284
8.7.2.	Protecciones colectivas.....	284
8.7.3.	Protecciones individuales.....	284
8.8.	Cortadora de material cerámico.....	285
8.8.1.	Riesgos más frecuentes.....	285
8.8.2.	Normas básicas de seguridad.....	285
8.8.3.	Protecciones personales.....	285
8.8.4.	Protecciones colectivas.....	285
8.9.	Compresor.....	286
8.9.1.	Riesgos más frecuentes.....	286
8.9.2.	Protecciones colectivas.....	286
8.10.	Martillo neumático.....	287
8.10.1.	Medidas preventivas.....	287
8.10.2.	Protecciones individuales.....	287
8.11.	Vibrador.....	288
8.11.1.	Riesgos más frecuentes.....	288
8.11.2.	Normas básicas de seguridad.....	288
8.11.3.	Protecciones personales.....	288
8.11.4.	Protecciones colectivas.....	288
8.12.	Sierra circular.....	289
8.12.1.	Riesgos más frecuentes.....	289
8.12.2.	Normas básicas de seguridad.....	289
8.12.3.	Protecciones Personales.....	289
8.12.4.	Protecciones colectivas.....	289
9.	Medios auxiliares.....	290
9.1.	Descripción de los medios auxiliares.....	290
9.2.	Riesgos más frecuentes.....	290
9.2.1.	Andamios de servicios.....	290
9.2.2.	Andamios colgados.....	290
9.2.3.	Andamios de borriquetas.....	290
9.2.4.	Escalera de mano.....	290
9.3.	Normas básicas de seguridad.....	291
9.3.1.	Andamios de servicios y colgantes.....	291
9.3.2.	Andamios de borriquetas o caballetes.....	291
9.3.3.	Escaleras de mano.....	291
9.3.4.	Estrobos, cables y cuerdas.....	292
9.4.	Protecciones personales.....	292
9.5.	Protecciones colectivas.....	292
10.	Operación de instalaciones eléctricas y aerogeneradores.....	293



10.1.	Maniobras en instalaciones eléctricas .....	293
10.1.1.	Normas básicas de seguridad .....	293
10.1.2.	Instrucciones básicas para maniobras .....	294
10.1.3.	Reposición de fusibles .....	294
10.1.4.	Protecciones personales .....	298
10.1.5.	Protecciones colectivas .....	299
10.1.6.	Disposiciones adicionales .....	300
10.2.	Aerogeneradores. Normas de seguridad para operarios y técnicos .....	301
10.2.1.	Proximidad y tránsito cerca de la turbina .....	301
10.2.2.	Protecciones personales .....	301
10.2.3.	Disposición de la Unidad de Control y del Panel .....	301
10.2.4.	Inspección de maquinaria .....	301
10.2.5.	Precauciones en caso de incendio .....	303
10.2.6.	Funcionamiento del dispositivo de elevación .....	303
11.	Aerogeneradores. Normas de seguridad para operarios y técnicos .....	304
11.1.	Proximidad y tránsito cerca de la turbina .....	304
11.2.	Protecciones personales .....	304
11.3.	Disposición de la Unidad de Control y del Panel .....	304
11.4.	Inspección de maquinaria .....	304
11.5.	Precauciones en caso de incendio .....	306
11.6.	Funcionamiento del dispositivo de elevación .....	306
12.	Pliego de condiciones .....	307
12.1.	Disposiciones legales de aplicación .....	307
12.2.	Condiciones de los medios de protección .....	309
12.2.1.	General .....	309
12.2.2.	Protecciones personales .....	309
12.2.3.	Protecciones colectivas .....	309
12.3.	Servicios de Prevención. Botiquín .....	311
12.4.	Coordinador de seguridad .....	312
12.5.	Comité de seguridad y salud .....	313
12.6.	Instalaciones de higiene y bienestar .....	315
12.7.	Plan de seguridad e higiene y condiciones generales .....	316
13.	Presupuesto .....	318
14.	Planos .....	320
14.1.	Ordenación general de la obra. Direcciones y teléfonos .....	321
14.2.	Señalización (I) .....	322
14.3.	Señalización (II) .....	323
14.4.	Balizamiento en cortes de carretera con desvío .....	324
14.5.	Barandilla de protección .....	325
14.6.	Línea de anclaje de cinturones de seguridad para trabajar sobre vigas de puentes .....	326
14.7.	Protección en excavaciones (I) .....	327
14.8.	Protección en excavaciones (II) .....	328

14.9. Protección en excavaciones (III) .....	329
14.10. Tope de retroceso para vertidos de tierra.....	330
14.11. Modelo de instalación para comedor, vestuarios y servicios higiénicos de obra.....	331
14.12. Protecciones eléctricas.....	332

## **VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición ..... 334**

1. Objeto .....	335
2. Descripción del proceso de gestión de residuos .....	336
3. Estimación de la cantidad de residuos generados .....	338
4. Medidas de prevención de residuos .....	340
5. Operaciones de reutilización, valorización y eliminación de residuos .....	341
5.1. Gestión de residuos.....	341
5.2. Almacenamiento de residuos en obra .....	343
5.3. Reutilización de residuos.....	345
5.4. Valorización de residuos .....	345
5.5. Eliminación de residuos mediante depósito en vertedero .....	345
6. Medidas de separación de residuos en obra .....	346
7. Prescripciones técnicas particulares del proyecto .....	346
8. Presupuesto .....	347
9. Planos.....	349
9.1. Ubicación de instalaciones de almacenamiento, manejo y separación de residuos .....	350
9.2. Instalaciones de almacenamiento, manejo y separación de residuos.....	351



## ***Proyecto de Ejecución***

# ***I. Memoria***

**Parque Eólico “Hoyalta” 50 MW**

**Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios (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 50 MW de potencia nominal, denominado "Hoyalta", en los Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios, en la provincia de Teruel.

En noviembre de 2019 se elaboró el Proyecto de Ejecución del Parque Eólico "Hoyalta", de 50 MW, redactado por D. Javier del Pico Aznar (nº de colegiado COIAR 1.717) y visado por el Colegio de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con nº VD03716-19A y fecha 8 de noviembre de 2019. Dicho proyecto se redactó conforme al Decreto-Ley 2/2016, conteniendo el mismo toda la información requerida en el artículo 13, apartado c, del mismo, y se presentó ante la autoridad competente a los efectos de obtener Autorización Administrativa Previa y Autorización de Construcción por parte del Gobierno de Aragón. A dicho Proyecto de Ejecución se añadió posteriormente un Anexo, redactado por D. Javier del Pico Aznar y visado por el Colegio de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con nº VD00516-20A y fecha 18 de febrero de 2020.

Conforme al proyecto y anexo citados, en su configuración inicial, el Parque Eólico "Hoyalta" estaba compuesto por 12 aerogeneradores VESTAS V150, de 150 m de diámetro de rotor y 105 m de altura de buje, 10 de ellos de 4.200 kW de potencia unitaria y los 2 restantes de 4.000 kW, totalizando una potencia instalada de 50 MW.

Con fecha 12 de noviembre de 2019 se solicitó la Autorización Administrativa Previa y de Construcción del parque eólico y sus infraestructuras de evacuación, siendo admitido a trámite con fecha 18 de junio de 2020, con número de expediente IP-PC-0023/2019.

Como resultado del proceso de información pública y con el fin de reducir el impacto ambiental producido por el Parque Eólico "Hoyalta", MOLINOS DEL EBRO, S.A. ha optado por modificar la configuración inicial del parque eólico, reubicando, repotenciando y, en consecuencia, reduciendo el número total de aerogeneradores instalados. De este modo la nueva configuración del parque pasa a estar constituida por 10 aerogeneradores SIEMENS GAMESA SG170, de 170 m de diámetro de rotor y 115 m de altura de buje, con una potencia unitaria de 5.000 kW, totalizando una potencia instalada de 50 MW.

El presente Proyecto de Ejecución sustituye en su totalidad al proyecto anterior (visado con nº VD03716-19A y fecha 8 de noviembre de 2019) y a su correspondiente anexo (visado con nº VD00516-20A y fecha 18 de febrero de 2020) y se redacta a efectos de solicitar las Autorizaciones Administrativas previas y de construcción del citado Parque Eólico por parte del Gobierno de



PARQUE EÓLICO "HOYALTA" 50 MW  
TÉRMINOS MUNICIPALES DE ABADOLLA, ESCORIHUELA Y ORRIOS (TERUEL)



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

La capacidad Legal, Técnica y Económico-financiera de MOLINOS DEL EBRO S.A., conforme a Decreto-Ley 2/2016, de 30 de agosto, y Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, ya fue acreditada durante el trámite de solicitud de Autorización Administrativa Previa y de Construcción del parque eólico y sus infraestructuras de evacuación iniciado con fecha 12 de noviembre de 2019.

Queda acreditado 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 CO<sub>2</sub>.

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 CO<sub>2</sub> 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 borrador del PNIEC 2021-2030 remitido por España a la Unión Europea en febrero de 2019, 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 157 GW, de los que 50 GW (50.258 MW) deberán ser potencia eólica.

Considerando que a 31 de diciembre de 2021 la potencia eólica instalada en España alcanzó el valor de 28.138 MW, será necesaria la instalación de 22.120 MW 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 CO<sub>2</sub> 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 "Hoyalta", "Cabigordo" 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.

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 Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios, 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	674.424,7	4.494.536,2
2	674.424,7	4.483.879,2
3	675.127,9	4.483.360,0
4	675.174,6	4.481.795,6
5	678.963,6	4.481.795,6
6	679.877,6	4.486.554,3
7	681.734,7	4.487.400,1
8	681.734,7	4.493.646,9
9	678.463,8	4.493.646,9
10	678.463,8	4.495.854,4
11	676.132,1	4.495.854,4
1	674.424,7	4.494.536,2

Tabla 1: Coordenadas vértices poligonal P.E. "Hoyalta".

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

### 3.4. UBICACIÓN DE AEROGENERADORES

La ubicación prevista de los 10 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	676.711,48	4.486.338,96	1.663
2	676.416,50	4.486.951,03	1.627
3	676.922,45	4.488.002,31	1.672
4	676.698,96	4.488.519,52	1.691
5	677.097,27	4.489.933,59	1.741
6	676.941,23	4.490.792,11	1.701
7	677.004,08	4.491.416,26	1.664
8	676.829,70	4.492.003,47	1.640
9	676.852,01	4.492.644,90	1.610
10	677.082,19	4.493.109,96	1.570

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 10 aerogeneradores de 170 m de diámetro de rotor y potencia unitaria de 5.000 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:

<b>Nombre</b>	HOYALTA
<b>Localización</b>	Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios, Teruel (España)
<b>Altura media del emplazamiento (m.s.n.m.)</b>	1.658
<b>Potencia total instalada (MW)</b>	50
<b>Número de aerogeneradores</b>	10
<b>Modelo de aerogenerador y potencia nominal</b>	10 x SIEMENS-GAMESA SG170-5,0 MW
<b>Diámetro de rotor (m)</b>	170
<b>Altura de buje (m)</b>	115
<b>Clase IEC</b>	S

Tabla 3: Características principales del Parque Eólico "Hoyalta".

### 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
<b>Tamaño</b>	53x68 km <sup>2</sup>	51x43 km <sup>2</sup>
<b>Formato</b>	Curvas de nivel	Líneas de contorno
<b>Fuente de datos</b>	Instituto Geográfico Nacional	Imágenes de satélite
<b>Resolución</b>	Curvas cada 10 m	-
<b>Proyección Geográfica utilizada</b>	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 EL POBO, con alturas de medición de 80, 60 y 40 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	676.983	4.490.835	10/jul/2007	24/nov/2010	80 / 60 / 40

(\*) 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. Los anemómetros utilizados han sido 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.

#### 4.3.1.1. 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. RESULTADO 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 EL POBO considerada representativa del emplazamiento del parque:

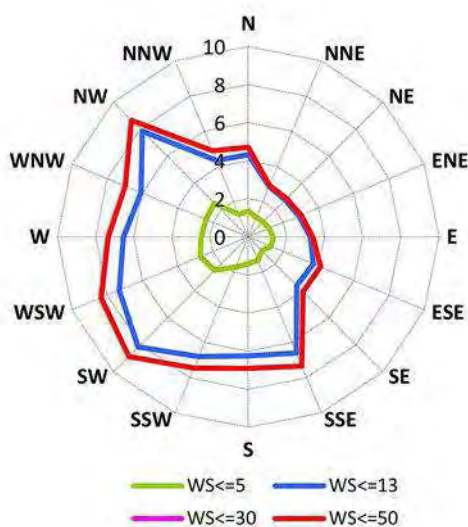


Figura 1: Distribución direccional de viento a 80 m (%), en la estación EL POBO.

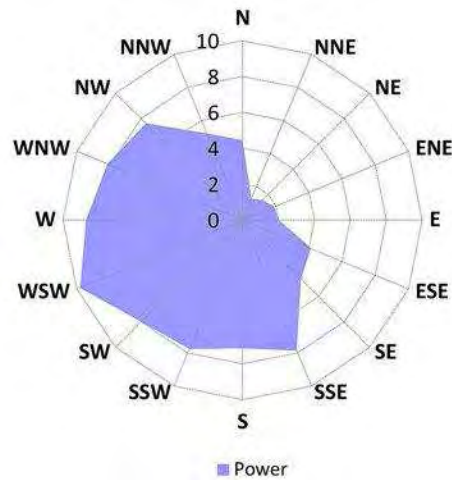


Figura 2: Contenido energético por direcciones del viento en el nivel de 80 m (%) de la estación EL POBO.

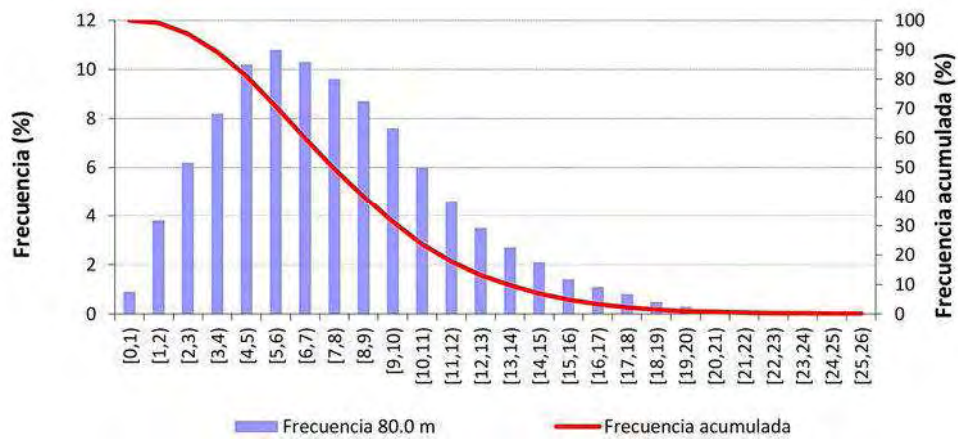


Figura 3: Distribución de velocidades de viento en el nivel de 80 m de la estación EL POBO.

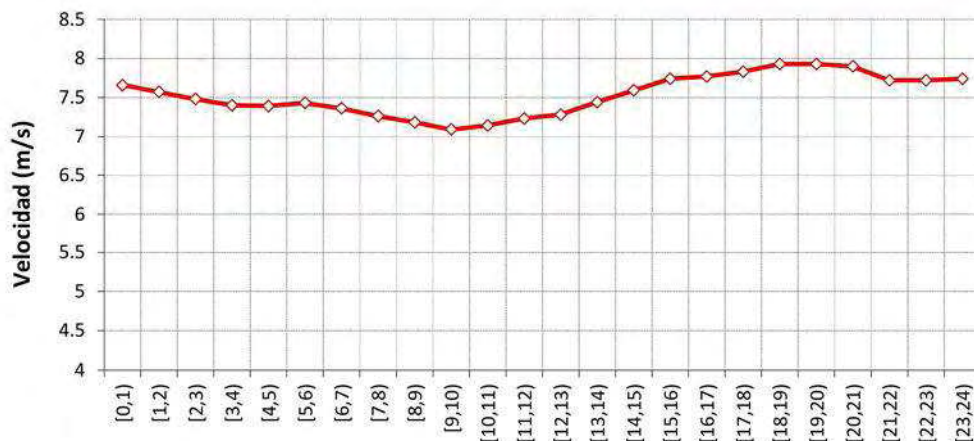


Figura 4: Variación diaria de la velocidad de viento en la estación EL POBO, nivel 80 m.



#### 4.5. DENSIDAD DEL AIRE

La densidad del aire en el emplazamiento a una altitud media de 1658 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 1.650 m sobre el nivel del mar es 0,850963 veces el valor de densidad normal.

Como la altitud media de altura de buje de los aerogeneradores es de 1.773 m, la densidad media del emplazamiento considerar es de 1,03 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.6. AEROGENERADORES

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

Fabricante / Modelo	SIEMENS-GAMESA / SG170
Vin-Vout (m/s)	3-25
Potencia Nominal (MW)	5,0
Altura Buje (m)	115
Diámetro del rotor (m)	170
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 apartados anteriores. El método empleado para ajustar la curva de potencia disponible (ver Ref. 8) a la densidad del aire del emplazamiento se muestra en la siguiente tabla.

Fabricante / Modelo	Altura Buje (m)	Paso variable	Densidad de Curva de potencia y Ct disponible (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad del sitio (kg/m <sup>3</sup> )	Método de ajuste
SIEMENS-GAMESA / SG170	115	Sí	1.06	1.03	Como se indica en IEC 61400-12-1 para máquinas con paso variable

Tabla 9: Ajuste de curva de potencia.



Las curvas de potencia y de  $C_t$  consideradas para el aerogenerador de 5,0 MW se muestran a continuación.

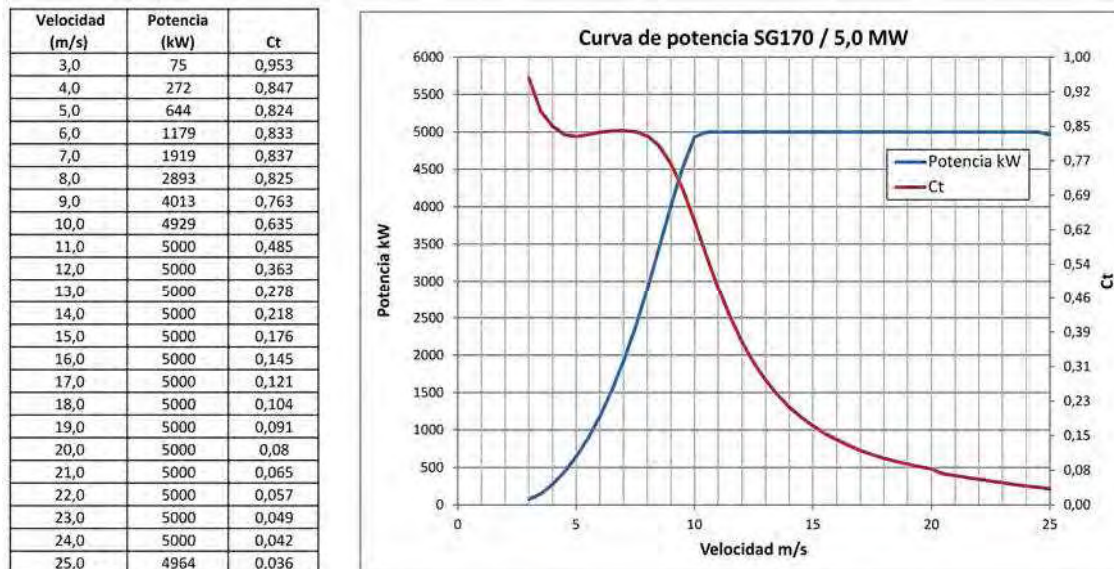


Tabla 10: Curvas de potencia y de  $C_t$  disponibles para aerogenerador 170/5,0 MW a  $1.03\text{kg/m}^3$ .

## 4.7. MODELIZACIÓN DEL CAMPO DE VIENTO

Se han usado técnicas de modelización para extrapolar las características del viento medido en las torres meteorológicas 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.

Aerogenerador	Modelo de aerogenerador	Altura de buje (m)	Velocidad (m/s)	Producción bruta (MWh)	Pérdidas por estelas (%)	Producción bruta+estelas (MWh)
1	SG170-5,0 MW	115	7,78	21.098	3,0	20.463
2	SG170-5,0 MW	115	7,52	20.240	2,7	19.685
3	SG170-5,0 MW	115	7,58	20.421	4,7	19.453
4	SG170-5,0 MW	115	7,67	20.551	3,1	19.912
5	SG170-5,0 MW	115	8,17	22.286	3,1	21.586
6	SG170-5,0 MW	115	8,01	21.879	4,2	20.971
7	SG170-5,0 MW	115	7,57	20.394	5,2	19.325
8	SG170-5,0 MW	115	7,68	20.829	4,8	19.825
9	SG170-5,0 MW	115	7,64	20.774	4,2	19.893
10	SG170-5,0 MW	115	7,27	19.491	4,4	18.629
<b>TOTAL</b>		<b>115</b>	<b>7,69</b>	<b>207.963</b>	<b>4,0</b>	<b>199.744</b>

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	4,0%	Calculado con modelo PARK, incluido en WASP.
Parques eólicos futuros	-	No se han considerado aerogeneradores de proyectos vecinos.
<b>TOTAL</b>	<b>4,0%</b>	

Tabla 13: Pérdidas por estelas, SG170-5.0 MW

Las pérdidas por estelas de cada aerogenerador se pueden ver en la Tabla 14 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
<b>TOTAL</b>	<b>0,899</b>	<b>Obtenido multiplicando los factores anteriores</b>

Tabla 14: Factor de Pérdidas de técnicas y operacionales

#### 4.7.5. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A LARGO PLAZO

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

	<b>P.E. HOYALTA</b>
<b>Fabricante / Modelo de aerogenerador</b>	SIEMENS-GAMESA SG170
<b>Número de aerogeneradores</b>	10
<b>Altura de buje (m)</b>	115
<b>Diámetro del rotor (m)</b>	170
<b>Potencia total instalada (MW)</b>	50
<b>Área Barrida del parque (m2)</b>	226.980
<b>Producción bruta (MWh/año)</b>	207.963
<b>Pérdida por estelas (%)</b>	4,0%
<b>Producción bruta con estelas (MWh/año)</b>	199.744
<b>Pérdidas técnicas y operacionales (%)</b>	11%
<b>Producción neta a largo plazo (MWh/año)</b>	177.779
<b>Densidad de producción neta (kWh/(m2·año))</b>	783
<b>Horas equivalentes</b>	3.556

Tabla 15: Producción de energía anual a largo plazo

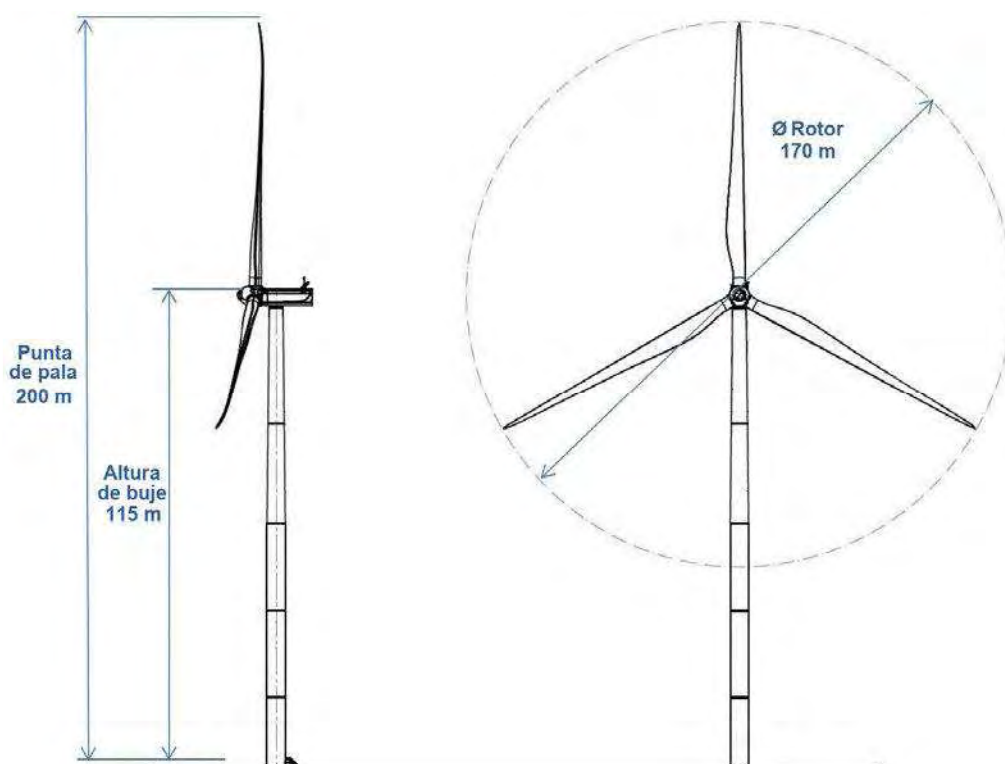
## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

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

- 10 aerogeneradores SIEMENS-GAMESA SG170, con rotor tripala situado a barlovento, de 115 m de altura de buje y 170 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 10 unidades de 5.000 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 20/0,690 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 "Hoyalta". 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.
- Subestación Transformadora 220/20 kV con celdas colectoras 20 kV (para protección de líneas y protección general) en edificio de subestación y una posición de 220 kV en parque de intemperie que cumple simultáneamente las funciones de posición de línea y posición de transformación:
  - Transformador 220/20 kV 50/60 MVA ONAN/ONAF.
  - Línea de entrada de 220 kV procedente de la SET "Cabigordo".
  - Línea de salida de 220 kV hacia SET "Sierra Costera II".

El parque eólico requerirá la construcción de un único edificio en esta subestación que albergará las celdas colectoras de 20 kV, cuadros de control, equipos de medida y equipos de comunicación. Contará con un área para servicios generales, vestuarios, servicios, almacén de consumibles, material de seguridad y repuestos, y un recinto para realizar pequeñas reparaciones.

## 6. INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

La red de media tensión del Parque Eólico "Hoyalta" se conectará directamente a la Subestación Eléctrica Transformadora del parque, que conectará con la subestación transformadora del Parque Eólico "Sierra Costera II", actualmente construida y en funcionamiento, mediante la línea aérea de evacuación a 220 kV "SET PE Hoyalta – SET PE Sierra Costera II".

La línea eléctrica 220 kV "SET PE Hoyalta – SET PE Sierra Costera II" es objeto de proyecto aparte.

## 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
<b>Contratación obras y Suministros Auxiliares</b>												
Emisión especificaciones												
Fabricación y suministro												
<b>Obra Civil</b>												
Replanteos												
Caminos												
Subestación												
Excavación de Zapatas												
Hormigonado limpieza												
Ferralla, encofrado												
Hormigonado Zapatas												
Compactación Zapatas												
Apertura de zanjas												
Acondicionamiento Zanjas												
Cierre de Zanjas												
Restauración												
<b>Montaje Aerogeneradores</b>												
Montaje Torre y Nacelle												
Montaje eléctrico												
Montaje Palas												
<b>Red de Media Tensión</b>												
Acopio de materiales												
Tendido												
Conexionado												
<b>Puesta en Marcha</b>												
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 "Hoyalta" se situarán en terrenos clasificados como Suelo no Urbanizable.

Los ayuntamientos de Ababuj y El Pobo carecen 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, los ayuntamientos de Orrios y Escorihuela disponen de figuras de delimitación de Suelo.

### 8.2. SUPERFICIES OCUPADAS. USOS Y DESTINOS

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

- **Aerogeneradores**

La superficie ocupada por el total de los 10 aerogeneradores será de 74.566 m<sup>2</sup>, 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. Habrá un total de 9.248 metros lineales de zanja.

- **Centro de seccionamiento e interconexión**

Se implantarán 2 centro 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, totalizando una superficie ocupada de 17,64 m<sup>2</sup>.

- **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 15.242 metros lineales. La anchura de firme de los caminos será de 7 m y su anchura total media será de 10,5 m, teniendo en cuenta la incorporación de cunetas para el drenaje del agua de lluvia necesarias en cada punto de su trazado.

- **Zona de acopio de material**

Se explanará una superficie de 3.843 m<sup>2</sup> 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 será aproximadamente de, un total de 346.767 m<sup>3</sup>, de los que 9.210 m<sup>3</sup> corresponden al trazado de las zanjas y 337.557 m<sup>3</sup> a los viales, cimentaciones de los aerogeneradores, plataformas de montaje de los aerogeneradores, zona de acopio y montaje de material y subestación.

Los materiales obtenidos de la excavación serán posteriormente empleados en el relleno y compactado de dichas zanjas y cimentaciones, así como en la explanación de las plataformas de montaje adyacentes a los generadores.

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.

### 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 "Hoyalta" 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 firme 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 sulforresistente. 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/cm<sup>2</sup>. 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 local TE-V-8002 hacia Alfambra, en el punto kilométrico 14+350 desde la que se accede a los distintos aerogeneradores del parque a través de camino de nueva construcción.

Se construirán aproximadamente 14.727 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	OCUPACIÓN
	REFERENCIA CATASTRAL	PGNO	PARC.	CULTIVO / APROVECHAMIENTO	TÉRMINO MUNICIPAL	Uds	Denom.	Vuelo (m2)	Cimentación (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)	TEMPORAL (m2)	DEFINITIVA (m2)
1	44196A015000930000EG	15	93	E-Pastos	El Pobo								686	9.947				0	0	0	2.949	9.947
2	44196A015090010000ER	15	9001	VT-Vía de comunicación de dominio público	El Pobo								25	549				0	0	0	71	549
3	44196A016000010000EB	16	1	E-Pastos	El Pobo								1.071	12.641				0	0	0	4.293	12.641
4	44196A016090010000EL	16	9001	VT-Vía de comunicación de dominio público	El Pobo								4	42				0	0	0	17	42
5	44196A017000020000EZ	17	2	E-Pastos	El Pobo	1	1	17.606	373	5.782	487	292	1.503	20.199			142	17.606	142	17.606	6.402	26.273
6	44102A008000300000AP	8	30 (b)	E-Pastos	Escorihuela	1 y 2	1 y 2	27.790	373	9.314	948	569	698	8.228				27.790	0	27.790	3.680	18.110
7	44196A001090020000EO	1	9002	VT-Vía de comunicación de dominio público	El Pobo						11	7	20	416			49	0	49	0	22	423
8	44196A001000010000EQ	1	1	E-Pastos	El Pobo	3, 4 y 5	3, 4 y 5	55.992	1.120	20.917	4.863	3.654	6.019	49.312	5.510	81	4.002	55.992	4.002	55.992	18.765	79.473
9	44102A007000280000AR	7	28 (e)	E-Pastos	Escorihuela	4 y 5	4 y 5	12.102		56			0					12.102	0	12.102	56	56
10	44196A001090010000EM	1	9001	HG-Hidrografia natural	El Pobo								30	438				0	0	0	117	438
11	44001A009000060000KT	9	6	E-Pastos	Ababuj						24	17	12	136				0	0	0	48	153
12	44001A009090050000KK	9	9005	VT-Vía de comunicación de dominio público	Ababuj						9	6	4	53				0	0	0	19	59
13	44001A009000050000KL	9	5	E-Pastos	Ababuj						691	483	346	4.333				0	0	0	1.361	4.817
14	44102A007000130000AA	7	13 (f)	E-Pastos	Escorihuela								0	12				0	0	0	54	12
15	No existe referencia catastral asociada	9	9000	---	Ababuj						10	7	5	59				0	0	0	19	66
16	44001A010000090000KW	10	9 (a)	E-Pastos	Ababuj	6 y 7	6 y 7	34.263	747	14.433	2.322	1.607	1.914	22.036		81	1.149	34.263	1.149	34.263	8.610	38.156
17	44102A006000570000AI	6	57 (c)	E-Pastos	Escorihuela	6, 7 y 8	6, 7 y 8	33.622	373	8.271	1.172	838	1.422	19.263				33.622	0	33.622	5.335	28.372
18	44102A004090020000AI	4	9002	VT-Vía de comunicación de dominio público	Escorihuela						6	4	18	361				0	0	0	69	364
19	44102A004000080000AJ	4	8 (b)	E-Pastos	Escorihuela						135	81	155	2.214				0	0	0	649	2.295
20	44184A016000140000DK	16	14 (a)	E-Pastos	Orrios	9 y 10	9 y 10	45.396	747	15.429	803	482	562	8.661			1.146	45.396	1.146	45.396	3.955	24.572

Se acompañan al presente proyecto de ejecución las correspondientes Separatas dirigidas a los Ayuntamientos de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios.

## 9.2. RED DE CARRETERAS

Será necesario realizar las siguientes obras en el dominio público de la carretera local TE-V-8002, de titularidad de la Diputación Provincial de Teruel:

- Acondicionamiento de acceso desde la carretera TE-V-8002, en su punto kilométrico 14+350 (margen derecha).

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 la carretera, teniendo en cuenta sus dimensiones (115 m de altura de buje, 85 m de longitud de pala y 200 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	TE-V-8002	300	978,56	Cumple
2	TE-V-8002	300	1.167,83	Cumple

En los **Planos nº 03.00 y 03.01** 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

Dentro del perímetro de afección por las obras de construcción del parque eólico y de sus inmediaciones, se encuentran los siguientes cauces, pertenecientes a la red de Dominio Público Hidráulico de la Confederación Hidrográfica del Júcar:

- Barranco de la Masía del Polo.
- Barranco de las Chulillas.
- Barranco de la Cañada Seca.
- Barranco del Conejo.
- Barranco de Miguel.
- Barranco de Chaparrón.

En el **Plano nº 14** se detallan los citados cauces y las afecciones existentes se describen brevemente a continuación.

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

#### **9.3.1. AFECCIONES EN EL ENTORNO DEL BARRANCO DE LA MASÍA DEL POLO**

Dicho barranco se encuentra en las inmediaciones del Parque Eólico. Se produce afección a su Zona de Policía, en el tramo de origen del mismo, como consecuencia de la construcción del vial interno por el que se accede al Parque Eólico, quedando a una distancia de 72,4 metros del propio barranco.

#### **9.3.2. AFECCIONES EN EL ENTORNO DEL BARRANCO DE LAS CHULLILLAS**

Este barranco se encuentra en las inmediaciones del Parque Eólico. Se produce afección a su Zona de Policía, en el tramo de origen del mismo, como consecuencia de la construcción del vial interno del Parque Eólico, quedando a una distancia de 27,8 metros del barranco.

#### **9.3.3. AFECCIONES EN EL ENTORNO DEL BARRANCO DE LA CAÑADA SECA**

Este barranco se encuentra en las inmediaciones del Parque Eólico. Se produce afección a su Zona de Policía, en el tramo de origen del mismo, como consecuencia de la construcción del vial interno del Parque Eólico, quedando a una distancia de 44 metros del barranco.

#### **9.3.4. ENTORNO DEL BARRANCO DEL CONEJO**

Este barranco se encuentra en las inmediaciones del Parque Eólico, concretamente a una distancia de 110,7 metros del vial interno. No se produce afección ni al barranco ni a su Zona de Policía.

#### **9.3.5. ENTORNO DEL BARRANCO DE MIGUEL**

Este barranco se encuentra en las inmediaciones del Parque Eólico, concretamente a una distancia de 59,4 metros del vial interno. No se produce afección ni al barranco ni a su Zona de Policía.

#### **9.3.6. AFECCIONES EN EL ENTORNO DEL BARRANCO DEL CHAPARRÓN**

Se produce cruzamiento diagonal por el vial interno del Parque Eólico, por el que además discurre la zanja de media tensión.

El punto definido como cruzamiento "A" se encuentra entre el aerogenerador 9 y 10, en las coordenadas ETRS89/UTM – HUSO 30 (677.067, 4.492.666).

Se ejecutarán los drenajes transversales necesarios, correspondientemente dimensionados para permitir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno.

#### 9.4. VÍAS PECUARIAS

Las siguientes Vías Pecuarias, titularidad de la Comunidad Autónoma de Aragón, se verán afectadas por la construcción y posterior explotación del Parque Eólico "Hoyalta":

- Paso Real Camino Cedrillas. Afectada por el acceso al Parque Eólico.
- Vereda Paso de la Sierra. Afectada por viales internos y red de media tensión.
- Colada del Horcajo a la Rambla de la Hoz. Afectada por viales internos y red de media tensión.

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

#### 9.5. MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA

Las obras de construcción del parque eólico afectarán a los siguientes Montes de Utilidad Pública, nombrados de sur a norte:

- MUP TE-000282: Las Naves (T.M. de El Pobo).
- MUP TE-000228: Común (T.M. de Escorihuela)
- MUP TE-000227: Casal (T.M. de Escorihuela)
- MUP TE-000229: Espineda (T.M. de Escorihuela)
- MUP TE-000234: El Monte (T.M. de Orrios)

En los planos nº 12 se muestran las afecciones producidas por el Parque Eólico.

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

#### 9.6. REDES DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Dentro del perímetro de afección por las obras de construcción del parque eólico, se ha identificado la línea aérea de alta tensión "LAAT 400 kV SET MEZQUITA – SET PLATEA", perteneciente a la red de transporte y cuya titularidad pertenece a Red Eléctrica de España S.A.U.

Dicha afección se produce por el paso bajo la línea de:

- Vial interno entre el aerogenerador 2 y el aerogenerador 3, en las coordenadas 676.841; 4.487.470. Este cruzamiento se encuentra entre el apoyo número 73 (677.370; 4.487.659) y el apoyo número 74 (676.831; 4.487.466).
- Red de media tensión que discurre por el interior del camino entre los aerogeneradores 2 y 3, en las coordenadas 676.763; 4.487.442. Este cruzamiento se encuentra entre el apoyo número 74 (676.831; 4.487.466) y el apoyo número 75 (676.457; 4.487.332).

El aerogenerador nº 2 es el más cercano a dicha línea eléctrica y su centro se localiza a una distancia de 344 m.

En los **Planos nº 15.00 y 15.01** se detallan las afecciones existentes.

Se acompaña al presente proyecto de ejecución la correspondiente Separata dirigida a Red Eléctrica de España S.A.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 "Hoyalta" no vulneran las servidumbres aeronáuticas del aeropuerto de Teruel, ni de aeródromos cercamos como 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.
- Subestación Transformadora

## 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 A (1A+1L+0L): Para aerogeneradores con posición intermedia, con funciones de remonte (0L), protección de línea (1L) y protección de transformador (1A).
  - b) Tipo B (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 20/0,690 kV

Tipo .....	Trifásico Seco, Ecodiseño
Devanado AT .....	Encapsulado en resina
Devanados BT.....	Impregnado en resina
Normas .....	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1, Comm. Reg. No 548/2014
Servicio .....	Continuo, Interior
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión Primaria nominal .....	20.000 V
Tensión Secundaria nominal .....	690 V
Regulación .....	En vacío, lado de alta, $\pm 2 \times 2,5\%$
Grupo de conexión .....	Dyn 11
Potencia Nominal Aparente .....	6.220 KVA
Refrigeración .....	AF
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	55°C / -25°C
Temperatura media de funcionamiento .....	40°C
Clase Térmica .....	F
Incrementos de temperatura (temperatura ambiente 40°C) .....	90 K
Grado de protección .....	IP00
Protección contra el fuego (VDE 0532) .....	F1
Clases de protección Climática y Ambiental .....	C2, E2
Niveles de aislamiento A.T.	
Tensión más elevada para el material .....	24 kV
Frecuencia Industrial (50 Hz 1 min) .....	50 kV
Impulso tipo rayo 1,2/50 $\mu$ s .....	125 kV

Niveles de aislamiento B.T.

Tensión más elevada para el material .....	1.1 kV
Frecuencia Industrial (50 Hz 1 min) .....	3 kV
Pérdidas en vacío (100%U <sub>n</sub> ) .....	< 4.800 W
Pérdidas en carga (100% carga nominal, 120°C) .....	< 85.000 W
Nivel de potencia acústica (dB) .....	< 80 dB
Nivel de descargas parciales .....	< 5pC

- 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<sup>a</sup> 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 mm<sup>2</sup>, 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 mm<sup>2</sup>). 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 mm<sup>2</sup> 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 ( $\Delta U$ , en V), considerando la intensidad máxima que puede circular en régimen permanente por él, según la siguiente ecuación:

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

donde:

- $I_n$  : Intensidad nominal máxima en régimen permanente, en A.
- $L$  : Longitud del tramo considerado, en m.
- $R'$  : Resistencia efectiva del cable, en  $\Omega/m$ .
- $X'$  : Reactancia del cable, en  $\Omega/m$ .
- $\cos \varphi$  : 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 mm<sup>2</sup> 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.

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

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

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.
- Tª 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.
- Tª del terreno = 25 °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
Coefficiente 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 25°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:  $I_n/I_{max}^* \leq 0,95$ .

#### 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  $\text{mm}^2$  del conductor.

Suponiendo que los conductores parten de la situación de máxima temperatura en servicio ( $105^\circ\text{C}$ ) y alcanzan, al final del cortocircuito la máxima admisible ( $250^\circ\text{C}$ ), 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:** 5.000 kW

#### Características de los cables

Tipo cable	Material	Secc. (mm2)	I <sub>max</sub> (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 <sub>n</sub> (A)	Intensidad nominal máxima a circular
I <sub>max</sub> (A)	Intensidad máxima admisible para la sección proyectada
I <sub>n</sub> /I <sub>max</sub>	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 a 4

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	I <sub>n</sub> /I <sub>max</sub>	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
1 - 2	5.000	939	1	150	AL	164,5	275	<b>0,71</b>	19.962	0,399%	75,88	0,39%
2 - 3	10.000	1428	1	400	AL	329,0	470	<b>0,82</b>	47.277	0,473%	108,71	0,56%
3 - 4	15.000	759	2	240	AL	493,5	730	<b>0,92</b>	44.652	0,298%	61,45	0,32%
4 - C.SECC1	20.000	1083	2	400	AL	657,9	940	<b>0,95</b>	71.752	0,359%	82,50	0,42%
C.SECC1-SET	20.000	1158	2	400	AL	657,9	940	<b>0,95</b>	76.683	0,383%	88,17	0,45%
<b>Σ</b>									260.326	1,912%	416,7	2,14%

#### Circuito 2: Aerogeneradores 5 y 6

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	I <sub>n</sub> /I <sub>max</sub>	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
5 - 6	5.000	583	1	150	AL	164,5	275	<b>0,70</b>	12.390	0,248%	47,10	0,24%
8 - 7	5.000	1234	1	150	AL	164,5	275	<b>0,70</b>	26.232	0,525%	99,72	0,51%
<b>Σ</b>									38.622	0,772%	146,8	0,75%

### Circuito 3: Aerogeneradores 7 a 10

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm2)	Mat	$I_n$ (A)	$I_{max}$ (A)	$I_n/I_{max}$	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	$\Delta U$ (V)	$\Delta U$ (%)
10 - 9	5.000	745	1	150	AL	164,5	275	<b>0,71</b>	15.842	0,317%	60,22	0,31%
9 - 8	10.000	834	1	400	AL	329,0	470	<b>0,82</b>	27.623	0,276%	63,52	0,33%
8 - 7	15.000	815	2	240	AL	493,5	730	<b>0,92</b>	47.907	0,319%	65,92	0,34%
7 - C.SECC2	20.000	958	2	400	AL	657,9	940	<b>0,95</b>	63.470	0,317%	72,97	0,37%
C.SECC2-SET	20.000	1237	2	400	AL	657,9	940	<b>0,95</b>	81.911	0,410%	94,18	0,48%
<b><math>\Sigma</math></b>									236.752	1,639%	356,8	1,83%

### 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 (%)	$\Delta U$ (V)	$\Delta U$ (%)
SET - TRAF	50.000	45	3	400	AL	1.558	2.520	<b>0,88</b>	6.775	0,014%	3,6	0,02%
<b><math>\Sigma</math></b>									6.775	0,014%	3,6	0,02%

**Potencia Máxima a evacuar por generador: 5.000 kW**

**Características de los cables**

Tipo cable	Material	Secc. (mm <sup>2</sup> )	I <sub>max</sub> (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 (mm <sup>2</sup> )	Sección proyectada para el tramo
MAT	AL = Aluminio / CU = Cobre
I <sub>n</sub> (A)	Intensidad nominal máxima a circular
I <sub>max</sub> (A)	Intensidad máxima admisible para la sección proyectada
I <sub>n</sub> /I <sub>max</sub>	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)	Caida de tensión en el tramo considerado, en V
ΔU (%)	Caida de tensión en el tramo considerado, en %

**Máxima caída de tensión: 1 a 4 - SET - TRAF**

Tramo	Pot (kW)	Long. (m)	C/Fase	Secc (mm <sup>2</sup> )	Mat	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>max</sub> (A)	I <sub>n</sub> /I <sub>max</sub>	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	ΔU (V)	ΔU (%)
1 - 2	5.000	939	1	150	AL	164,5	275	<b>0,71</b>	19.962	0,399%	75,88	0,39%
2 - 3	10.000	1428	1	400	AL	329,0	470	<b>0,82</b>	47.277	0,473%	108,71	0,56%
3 - 4	15.000	759	2	240	AL	493,5	730	<b>0,92</b>	44.652	0,298%	61,45	0,32%
4 - C.SECC1	20.000	1083	2	400	AL	657,9	940	<b>0,95</b>	71.752	0,359%	82,50	0,42%
C.SECC1-SET	20.000	1158	2	400	AL	657,9	940	<b>0,95</b>	76.683	0,383%	88,17	0,45%
<b>Σ</b>									260.326	1,912%	416,7	2,14%

## 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 10 aerogeneradores (cada uno con su correspondiente transformador 20/0'69 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	→ $U_G = 0,69 \text{ kV}$
Potencia base de la reactancia	→ $R_G = 5 \text{ MVA}$
$K_G$	→ $K_G = 1,3$
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 (690 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	→ $S_n = 6.220 \text{ kVA ONAN}$
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:	$U_G = 0,69 \text{ kV}$
Potencia base de la reactancia:	$S_n = 6,6 \text{ MVA}$
$K_G$ :	$K_G = 1,3$
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:	$T_k = 0,11 \text{ seg}$
	$Z_M = 0,0095 \Omega$
	$X_M = 0,0088 \Omega$
	$R = 0,0037 \Omega$

### Impedancia generador referida a 20 kV

$$\begin{aligned} Z_G &= 7,9946 \Omega \\ R_G &= 3,0958 \Omega \\ X_G &= 7,3709 \Omega \end{aligned}$$

## IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR DEL C.T. DEL AEROGENERADOR

### Datos de partida

Tensión de cortocircuito:	$U_{CC} = 9,0\%$
Potencia de referencia:	$S_n = 6.620 \text{ kVA ONAN}$
Tensión:	$U_{RMT} = 20 \text{ kV}$
Pérdidas trafo:	$\Delta P_{TR} = 33,1 \text{ KW}$
Corriente asignada:	$I_{SEC} = 191,10 \text{ A}$

### Impedancia transformador referida a 20 kV

$$\begin{aligned} Z_{TR} &= 5,4381 \Omega \\ R_{TR} &= 0,3021 \Omega \\ X_{TR} &= 5,4297 \Omega \end{aligned}$$

## IMPEDANCIA EQUIVALENTE DEL AEROGENERADOR (TRANSFORMADOR + GENERADOR)

*Impedancia Generador + Trafo*

$$\begin{aligned} R_{G+T} &= 3,3979 \, \Omega \\ X_{G+T} &= 12,8005 \, \Omega \\ |Z_{G+T}| &= 13,2438 \\ \alpha(Z_{G+T}) &= 75,13^\circ \\ Z_{G+T} &= 13,24 \angle 75,13^\circ \end{aligned}$$

*Corriente de cortocircuito simétrica inicial*

$$\begin{aligned} |I_k''| &= 0,96 \\ \alpha(I_k'') &= 75,13^\circ \\ I_k'' &= 0,96 \angle 75,13^\circ \text{ kA} \quad (\text{referidos a 20 kA}) \end{aligned}$$

*Corriente de cortocircuito pico*

$$\begin{aligned} K_G &= 1,3 \\ |i_p| &= 1,76 \\ \alpha(i_p) &= 75,13^\circ \\ i_p &= 1,76 \angle 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$\boxed{i_p = 1,76 \text{ kA}} \quad (\text{referidos a 20 kA})$$

*Corriente de cortocircuito térmica equivalente*

$$\begin{aligned} T_k &= 0,11 \text{ seg} \\ m (n=0) &= 0,0755 \\ |I_{th}| &= 0,2635 \\ \alpha(I_{th}) &= 75,13^\circ \\ I_{th} &= 0,26 \angle 75,13^\circ \text{ kA} \end{aligned}$$

$$\boxed{I_{th} = 0,26 \text{ kA}} \quad (\text{referidos a 20 kA})$$

## CORRIENTE DE DEFECTO RED + AEROS

*Datos de partida:*

Nº aerogeneradores:	9
Corriente $I_{th}$ de RED:	15,21 $\angle$ 87,39° kA
Corriente $I_{th}$ de AERO:	0,26 $\angle$ 75,13° kA

*Corriente de cortocircuito equivalente en todo el parque*

$$\begin{aligned} |i_{p\_red}| &= 31,46 \\ \alpha(i_{p\_red}) &= 87,39^\circ \\ |i_{p\_aeros}| &= 15,87 \\ \alpha(i_{p\_aeros}) &= 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_{p\_red} &= 31,46 \angle 87,39 = 1,43 + 31,43 j \\ i_{p\_aeros} &= 15,87 \angle 75,13 = 4,07 + 15,34 j \end{aligned}$$

$$i_{p\_parq} = 5,50 + 46,76 j = 47,09 \angle 83,29^\circ \text{ kA}$$

$$\boxed{i_{p\_parq} = 47,09 \text{ kA}}$$

*Corriente de cortocircuito térmica equivalente en todo el parque*

$$\begin{aligned} |I_{th\_red}| &= 15,21 \\ \alpha(I_{th\_red}) &= 87,39^\circ \\ |I_{th\_aeros}| &= 2,37 \\ \alpha(I_{th\_aeros}) &= 75,13^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{th\_red} &= 15,21 \angle 87,39 = 0,69 + 15,20 j \\ I_{th\_aeros} &= 2,37 \angle 75,13 = 0,61 + 2,29 j \end{aligned}$$

$$I_{th\_parque} = 1,30 + 17,49 j = 17,54 \angle 85,75^\circ \text{ kA}$$

$$\boxed{I_{th\_parq} = 17,54 \text{ kA}}$$

#### 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 sollicitación 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. SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

En la subestación transformadora del parque eólico "Hoyalta" se elevará la tensión de 20 a 220 kV mediante un transformador de potencia.

### 11.1. EMPLAZAMIENTO

La subestación ocupará el polígono definido por los vértices siguientes, en coordenadas ETRS 89:

VÉRTICE	UTM-X	UTM-Y
1	677.555	4.490.017
2	677.555	4.490.074
3	677.627	4.490.074
4	677.627	4.490.017

### 11.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

La Subestación Transformadora 220/20KV "PE Hoyalta" dispondrá de las siguientes posiciones

- Posición de transformación: transformador 220/20KV destinado a elevar de 20 a 220 kV la energía procedente del Parque Eólico "Hoyalta".
- Posición de embarrado simple.
- Posición de línea de salida: se corresponde con la salida de la línea destinada a la evacuación de energía del Parque Eólico "Hoyalta" hacia la SET "Sierra Costera" (a través de la línea LAAT 220 kV SET Hoyalta – SET Sierra Costera).
- Posición de línea de entrada: se corresponde con la entrada de la línea LAAT SET Cabigordo – SET Hoyalta, procedente de SET Cabigordo y destinada al transporte de la energía del Parque Eólico. Los componentes de la subestación están ubicados en un recinto vallado que incluirá, además de la apartamentada de 220 kV, un edificio que alberga armarios de control, medida y protección, así como los cuadros de servicios auxiliares de corriente alterna, continua, baterías de acumuladores y celdas de 20 kV.

El sistema de 20 kV estará constituido por un conjunto de celdas en simple barra, que incluirá celdas colectoras (energía producida por los aerogeneradores), celda de protección general (salida a transformador), protección de servicios auxiliares y medida. El sistema dispondrá de un transformador 20.000/420-240 V de 50KVA para alimentación de sistemas auxiliares.

### 11.3. OBRA CIVIL

La obra civil de la Subestación comprende la excavación, explanación y nivelado del terreno, caseta de control y mantenimiento, cimentación y soportes para la aparamenta, cerramientos y acabados. En su diseño y ejecución se tendrán en cuenta todas las normativas expuestas en la Instrucciones Técnicas Complementarias que resulten de aplicación.

El terreno ocupado por la subestación, de 72 x 57 m, será explanado y recubierto de grava para evitar la emanación de polvo y mejorar las condiciones de protección. Para evitar encharcamientos de agua se darán pendientes al terreno o se establecerá un sistema de drenaje adecuado.

Se dispondrá la bancada para un transformador de potencia, con peso aproximado de 87.000 Kg, con depósito de recogida de aceite con una capacidad para 24.000 litros.

Se realizarán canalizaciones para los conductores separando los cables de baja tensión de los cables de potencia. En cualquier caso, las galerías, atarjeas, zanjas y tuberías para alojar los conductores serán amplias y se ejecutarán con una ligera pendiente hacia los pozos de recogida de agua o estarán provistas de tubos de drenaje.

La subestación contará con una sola edificación, consistente en un edificio de una sola planta de 32'2 x 7'4m, 5'17m de altura.

El edificio agrupará los puntos de control y servicios. Se dispondrá espacio para la colocación de celdas de protección de Servicios auxiliares, Transformador de servicios auxiliares y celdas de 20 kV para evacuación de la energía producida, puesto de telecontrol y telesupervisión del parque, cuadros de mando y control, cuadros de servicios auxiliares, equipos de medida y cualquier otro elemento necesario para la correcta operación y gestión de la subestación. Contará con un área para servicios generales, vestuarios, servicios, almacén de consumibles, material de seguridad y repuestos, y un recinto para realizar pequeñas reparaciones.

Se procederá al cercado de la Subestación Transformadora para mayor seguridad del personal, transeúntes, animales y los propios equipos mediante una valla metálica de 2'20 m.

Considerando una tensión máxima para el material de 245 kV y seleccionado el nivel de tensión soportado por impulsos tipo rayo de 1.050 kV cresta, las distancias mínimas en el aire entre elementos en tensión y entre éstos y estructuras metálicas puestas a tierra serán de 210 cm.

Las distancias entre fases de las conexiones de cable serán de 4'5 m en barras generales y 3'5 m en las posiciones de salida de línea y transformación, lo que permite mantener unas distancias superiores a las preceptuadas por el Reglamento.

En todas las zonas accesibles de la instalación, los elementos en tensión se colocarán a una altura mínima, medida desde el contacto del aislador a su zócalo puesto a tierra, de 230 cm, no siendo necesario establecer medidas adicionales de protección.

Todos los pasillos de maniobra e inspección que se dispongan en el recinto tendrán una anchura mínima de 1'2 m entre elementos en tensión y/o estructuras metálicas puestas a tierra. Todos los elementos en tensión sobre dichos pasillos estarán situados a 470 cm de altura, mínimo.

Para evitar contactos accidentales desde el exterior de la instalación se dispondrá una distancia horizontal de 250 cm, mínimo, desde cualquier elemento en tensión hasta el enrejado exterior.

## 11.4. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

### 11.4.1. CARACTERÍSTICAS NOMINALES

Tipo .....	En baño de aceite mineral
Servicio .....	Continuo, Intemperie
Tensión Primaria nominal .....	220.000 V
Tensión secundaria nominal .....	20.000 V
Regulación .....	En vacío, lado de alta, $\pm 4 \times 2,5\%$
Grupo de conexión .....	Ynd 11
Frecuencia .....	50 Hz
Potencia Nominal .....	50 MVA ONAN / 60 MVA ONAF
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Niveles de aislamiento arrollamientos (50 Hz 1 min / impulso 1,2/50 $\mu$ s)	
AT .....	395 / 950 KV
Neutro .....	140 / 325 KV
BT .....	50 / 125 KV
Niveles de aislamiento pasatapas (50 Hz 1 min / impulso 1,2/50 $\mu$ s)	
AT .....	460 / 1.050 KV
Neutro .....	140 / 325 KV
BT .....	50 / 125 KV
Normas de construcción .....	CEI-76 / UNE 20101



### 11.4.2. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Pérdidas en vacío a tensión primaria y frecuencia nominal .....	32.000 W
Pérdidas en el cobre 100% carga ONAF (75°C) .....	205.000 W
Tensión de cortocircuito (75°C) .....	12'5%
Tolerancias	
Sobre las pérdidas en vacío .....	+15%
Sobre las pérdidas en el cobre .....	+15%
Sobre el total de las pérdidas .....	+10%
Sobre la tensión de cortocircuito .....	± 7,5%
Incrementos de temperatura (temperatura ambiente 40°C)	
Cobre (medida por variación de resistencias) .....	65 K
Aceite en la capa superior (medida por termómetro) .....	60 K
Sobreexcitación del núcleo .....	10%
Nivel de ruido 100% carga .....	LPA (2m) ≤ 67 dB
Sobrecargas admisibles .....	Según norma
Comportamiento ante cortocircuitos .....	Según norma

### 11.4.3. ENSAYOS

El transformador deberá ser sometido a los siguientes ensayos conforme CEI-76:

Ensayos de Rutina:

- Medida de relaciones de Transformación y grupo de conexión.
- Medida de resistencia y aislamiento de arrollamientos.
- Medida de las pérdidas en vacío y de la corriente de excitación al 100% y al 110%.
- Medida de las tensiones de cortocircuito y las pérdidas en cortocircuito en las posiciones nominal, máxima y mínima.
- Ensayos de tensión inducida y tensión aplicada.

Ensayos adicionales:

- Ensayo a impulso tipo rayo lado AT.
- Ensayo de calentamiento.
- Medición de nivel sonoro.

#### 11.4.4. EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS

El transformador deberá estar equipado, como mínimo, con los siguientes accesorios:

- Cuba reforzada para soportar pleno vacío.
- Aceite primer llenado según UNE 21.320, CEI 296, clase II.
- Válvulas, para vaciado y filtrado de aceite.
- Torneras, para toma de muestras, posiciones inferior y media.
- Bujón, para vaciado total del transformador.
- Terminales para conexión de la cuba a tierra.
- Ruedas con pestaña que permitan el desplazamiento longitudinal y transversal del transformador. Patillas de arrastre y fijación del transformador. Apoyos para gatos de elevación. Ojales y ganchos para elevación separada o conjunta de la tapa y de la parte activa de la cuba o del transformador completo.
- Juntas ciegas para transporte (cuba y radiadores).
- Depósito de expansión, con válvula de independización y tapas desmontables para su limpieza.
- Desecador de aire con silicagel recuperable, según DIN 42562.
- 1 Indicador magnético de nivel de aceite con contactos de alarma y disparo tipo.
- 1 Relé Buchholz de dos flotadores con contactos de alarma y disparo, con dispositivos de purga y recuperación de gases situados a altura de operario.
- 1 Termómetro de cuadrante con 4 contactos de alarma y disparo tipo.
- Válvula de sobrepresión con 1 contacto.
- Radiadores galvanizados, incluyendo sujeciones, soportes, y válvulas de paso e independización.
- Motoventiladores.
- Armarios para mando de ventiladores y centralización de conexiones servicios auxiliares.
- Conmutador de tomas en vacío con escalones de 5.500V y un total de 9 posiciones de servicio.
- 3 Aisladores de AT.
- 1 Aislador de AT-Neutro.
- 3 Aisladores de BT.
- Placas de características y esquema.

#### 11.4.5. ESQUEMA DE PINTURA

- Cuba, Tapa y conservador (superficies exteriores):
  - Chorreado por granalla hasta grado Sa 2 ½.
  - Una capa de primario de base epoxi de dos componentes, rica en zinc (50 µm).
  - Una capa intermedia de primario base epoxi de dos componentes (70 µm).
  - Una capa de acabado de poliuretano (35 µm).
- Radiadores (superficies exteriores):
  - Una capa de primario anticorrosivo de base epoxi (35 µm).
  - Dos capas de primario intermedio base epoxi 2 componentes (35 µm cada una)
  - Una capa de acabado de poliuretano (35 µm).
- Superficies interiores (cuba, tapa, conservador y radiadores) protegidas por barniz resistente al aceite del transformador.
- Color de acabado: RAL 5012.

## 11.5. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN

La aparamenta de maniobra y protección a instalar estará de acuerdo con la legislación vigente y se diseñarán de forma que proporcionen una protección eficaz de los equipos y una selectividad adecuada.

Las posiciones quedarán equipadas con los siguientes elementos:

- Pararrayos 20 kV.
- Transformador 50/60 MVA.
- Pararrayos autoválvulas 220 kV.
- Seccionadores.
- Interruptores Automáticos.
- Transformador de Intensidad.
- Transformadores de Tensión

Protecciones:

- Protección de dispositivo térmico (26).
- Protecciones del transformador: propias de gas (63B), liberador de presión (63L).
- Doble protección diferencial de transformador (87T).
- Relé de enclavamiento (86).
- Doble protección diferencial de línea (87L).
- Protección de sobreintensidad direccional (67).
- Protección de sobreintensidad direccional de neutro (67N).
- Fallo interruptor (50BF).
- Protección de sobreintensidad instantánea (50).
- Protección de sobreintensidad de tiempo inverso (51).
- Protección de sobreintensidad de neutro para faltas a tierra (50N y 51N).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de máxima tensión (59).
- Protección de frecuencia (81).
- Protección homopolar (64).

## 11.6. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

La posición de transformación se equipará con los siguientes elementos:

- Seccionador.
- Transformador de Intensidad.
- Interruptor.
- Autoválvulas.

### 11.6.1. SECCIONADOR

Seccionador trifásico giratorio unipolar (de tres columnas con apertura central o dos columnas con doble apertura lateral), servicio exterior, 245 KV.

Tipo .....	Trifásico. Giratorio
Uso .....	Intemperie, servicio continuo
Nº de columnas por polo .....	3
Disposición .....	Horizontal
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Intensidad Nominal .....	2.000 A
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión de servicio .....	220 KV
Tensión máxima de la red .....	245 KV
Tensión de ensayo a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial bajo lluvia (50 Hz, 1 min) .....	460 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.050 KV
Tensión de ensayo sobre la distancia de seccionamiento	
Tensión a frecuencia industrial bajo lluvia (50 Hz, 1 min) .....	530 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.200 KV
Intensidad admisible corta duración (1s) .....	40 KA
Valor cresta intensidad .....	100 KA cresta
Aisladores .....	Porcelana, C4-1050 / 6.300 mm línea de fuga
Accionamiento cuchillas principales .....	Tripolar, 125 Vcc
Mando y auxiliares .....	125 Vcc
Calefacción .....	220 Vca

Dispondrán de mando motorizado para maniobra principal montado en columna central.

Ensayos según norma:

- Examen visual y comprobaciones.
- Tensión soportada en seco 460KV.
- Tensión soportada mandos y auxiliares 2.000 V.
- Resistencia circuito principal.
- Resistencia calefacción y bobinas.
- Funcionamiento mecánico.
- Inspección del cableado.
- Prueba de presión de contactos.
- Prueba de accionamientos.
- Prueba de contactos auxiliares.
- Prueba de enclavamiento.
- Comprobación de conexiones a tierra.

Se considerará incluido en el suministro:

- 1 Accionamiento eléctrico, tipo AE-89, para maniobra tripolar de seccionador principal.
- Transmisiones mecánicas entre seccionador y accionamiento de forma indirecta, bajo columna-desplazada, así como los correspondientes enlazamientos entre polos.
- 1 Accionamiento manual por palanca, tipo AMP, para maniobra tripolar de las cuchillas de puesta a tierra (en las unidades en las que sea aplicable).
- Transmisiones mecánicas entre cuchillas de P.A.T. y accionamiento, de forma indirecta, desplazada (en las unidades en las que sea aplicable).
- Supervisión de descarga, montaje y puesta en servicio.

## 11.6.2. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Interruptor automático de hexafluoruro de azufre (SF6), servicio exterior, 40KA de poder de corte, 245 KV, accionamiento tripolar. Uno para cada posición.

Tipo .....	Trifásico, Intemperie, servicio continuo
Normas de construcción .....	CEI-56
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Aislamiento interno y fluido extintor .....	SF6
Presión SF6 20°C .....	7'5 bar
Tasa de fuga máxima admisible al año .....	< 1%
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión de servicio .....	220 KV
Niveles de aislamiento	
Tensión más elevada del material .....	245 KV
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	
A tierra y entre fases .....	460 KV
Entre bornes de un mismo polo .....	460 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs)	
A tierra y entre fases .....	1.050 KV cresta
Entre bornes de un mismo polo .....	1.050 KV cresta
Intensidad Nominal .....	3.150 A
Corriente asignada de corta duración (3 s) .....	40 KA
Poder de corte asignado en cortocircuito .....	40 KA
Poder de cierre asignado en cortocircuito .....	100 KA cresta
Secuencia de maniobras .....	O – 0.3s – CO – 1 min – CO // CO – 15s – CO
Poder de corte de líneas en vacío .....	125 A
Poder de corte cables en vacío .....	250 A
Factor primer polo .....	1'3
Nº de contactos auxiliares libres .....	≥ 6 + 6
Accionamiento .....	Tripolar, 125 Vcc
Mando y auxiliares .....	125 Vcc
Calefacción .....	220 Vca
Aislamiento externo .....	Porcelana marrón
Línea de fuga fase tierra .....	≥ 6.125 mm (≥ 25 mm/KV)

Ensayos según norma:

- Examen visual y comprobaciones.
- Funcionamiento mecánico.
- Resistencia calefacción y bobinas.
- Tensión soportada en seco 460KV.
- Tensión soportada mandos y auxiliares 2.000 V.
- Resistencia circuito principal.
- Inspección del cableado.
- Comprobación antibombeo.
- Diagrama espacio-tiempo.

Se considerará incluido en el suministro:

- 1 (3) mando electromecánico a resortes.
- 1 Motor, 1 bobina de cierre y 2 de apertura.
- Relé antibombeo.
- Resistencia anticondensación 220 Vc.a.
- 3 Manómetros y 3 densímetros para vigilancia de presión (con dos niveles).
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando.
- Embalaje y transporte a obra, con gas a presión de transporte.
- Supervisión de descarga y montaje.
- Llenado de gas hasta presión de servicio.
- Pruebas previas y puesta en servicio.



### 11.6.3. PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS

Pararrayos de óxido de zinc, 220 KV, 10 KA, servicio exterior para la nueva posición de transformación. Deberán cumplir con todas las prescripciones impuestas por la Norma del Grupo ENDESA Nº GE SNE014 "Pararrayos de Óxido de Zinc, 220KV, servicio exterior" y las características técnicas reflejadas en el siguiente apartado.

El suministro incluye la fabricación, ensayos de rutina, embalaje y transporte a destino. Otros elementos a incluir en el suministro: terminales de línea y tierra, contador de descargas, zócalo aislante.

Adicionalmente, el suministrador entregará un juego completo de documentación conteniendo especificaciones técnicas, planos constructivos, manuales de operación y mantenimiento y resultados de los ensayos.

Deberán cumplir las siguientes Características Técnicas:

Tipo .....	ZnO, Intemperie, servicio continuo
Altitud .....	< 1.000 m
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión máxima de operación continua (U <sub>c</sub> ) .....	154 KV
Tensión asignada (U <sub>r</sub> ) .....	192 KV
Tensión de servicio entre fases .....	245 KV
Corriente nominal de descarga onda 8/20 µs .....	10 KA
Clase de descarga de larga duración .....	3
Capacidad de absorción de energía térmica .....	8 KJ/KV
Nivel de aislamiento externo .....	≥ 550 / 1050 KV
Corriente de prueba del limitador de presión .....	≥ 65 KA 0.2s Clase A
Tensión residual máxima onda 10 KA 1/5 µs .....	498 KV
Tensión residual máxima onda 10 KA 8/20 µs .....	470 KV
Tensión residual máxima onda 1 KA 30/80 µs .....	390 KV
Funcionamiento con impulso tipo rayo 8/20 µs .....	10 KA
Impulso de corriente de gran amplitud 4/10 µs .....	100 KA
Impulso de corriente de larga duración 2.000 µs .....	850 A
Aislamiento .....	Porcelana marrón
Línea de fuga fase tierra .....	6.380 mm
Fuerzas máximas admisibles en el cabezal	
Estática .....	1.700 N
Dinámica .....	4.300 N
Protección corrosión .....	si

Ensayos según norma:

- Examen visual y comprobaciones.
- Tensión y corriente de referencia.
- Tensión residual con impulso tipo rayo 8/20  $\mu$ s.
- Descargas parciales.

#### 11.6.4. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Tipo .....	Intemperie
Tensión de servicio .....	220 kV
Tensión máxima de servicio .....	245 kV
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	
Primario .....	460 KV
Secundario .....	3 KV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 $\mu$ s) .....	1.050 KV p
Aislador .....	Porcelana marrón
Línea de fuga .....	$\geq 6.125$ mm ( $\geq 25$ mm/KV)
Intensidad nominal primario .....	200-400-800
Intensidades nominales secundarios .....	5-5-5-5-5 A
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	10 VA CL 0'2S Fs5
Devanado 2 .....	20VA CL 0,5
Devanado 3 .....	30VA CL5P30
Devanado 4 .....	30VA CL5P30
Devanado 5 .....	30VA CL5P30
Intensidad nominal permanente .....	$1'2 \times I_n$
Intensidad límite térmica .....	40 kA 1s
Intensidad límite dinámica .....	100 kA p

## 11.7. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

### 11.7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CELDAS

Todas las celdas deberán cumplir las siguientes características:

Tipo .....	Blindada, servicio interior, aislamiento al aire
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -5°C
Grado de Protección .....	IP3X
Tensión de servicio / diseño .....	20 / 24 kV
Tensiones de ensayo, a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	50 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	125 kV
Tensiones de ensayo, sobre la distancia de seccionamiento	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	60 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	145 kV
Intensidad nominal en barras .....	1.600 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración .....	25 kA 1 seg
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA
Resistencia al arco interno .....	25 KA 1 seg
Seccionador de puesta a tierra .....	Incluido
Tensiones auxiliares	
Motor rearmado .....	125 Vcc
Electroimán de activación / desactivación .....	125 Vcc
Control y señalización .....	125 Vcc
Calefacción .....	220 Vca

- En todas las celdas equipadas con interruptor automático se instalará una unidad de control y mando DCX.
- Los transformadores de tensión a instalar en las celdas serán extraíbles por su parte frontal, equipados con fusibles.
- Los transformadores de intensidad a instalar en las celdas admitirán sobreintensidad en permanencia del 120%.
- Los circuitos de BT de las celdas cumplirán con lo siguiente:
  - Calefacción: por cada conjunto de celdas y en el cubículo de BT de la más próxima a la sala de control, se instalará un contactor activado por termostato que conecte / desconecte las calefacciones de todo el conjunto de celdas. La protección de este circuito se realizará fuera de las celdas.

- Motores: celdas preparadas para recibir la alimentación individualmente. Este circuito irá protegido en la celda a través de un interruptor magnetotérmico equipado con contactos auxiliares (al menos uno NC) cableado a bornas.
- Mando y Señalización: cada celda estará preparada para recibir la alimentación individualmente. Este circuito irá protegido en la celda a través de un interruptor magnetotérmico equipado con contactos auxiliares (al menos uno NC) cableado a bornas.
- Las celdas de protección general (salidas a transformador de potencia), unión de barras y remonte se equiparán con un juego de 6 bornas de intensidad y 6 bornas de tensión precintables, para medidas destinadas a facturación.
- Las celdas de protección del transformador de servicios auxiliares incorporarán una bobina de disparo del seccionador en carga a emisión de tensión de 125Vcc cableada a bornas.
- En las celdas en las que existan los siguientes elementos, se dispondrán al menos los contactos auxiliares indicados cableados a bornas:
 

Interruptor Abierto/cerrado .....	2NA+2NC
Interruptor Conectado/seccionado .....	1NA+1NC
Resorte tensado/destensado .....	1NA+1NC
Seccionador de tierras .....	1NA+2NC
Seccionador bajo carga abierto/cerrado .....	1NA+1NC
Fusibles Protección Trafo SAUX .....	1NA disparo fusibles
- Enclavamientos adicionales
  - Celdas de llegada de 1600 A de transformador, equipadas con una cerradura con llave libre con la puesta a tierra abierta.
  - Celdas de protección transformador Serv. Aux, equipadas con cerradura con llave libre con la puesta a tierra cerrada (acceso a envoltorio trafo Serv. Aux.).

### 11.7.2. CELDA DE PROTECCIÓN GENERAL (SALIDA A TRANSFORMADOR DE POTENCIA)

Celdas para conexión a barras de intemperie de 20 kV, 24 kV, blindadas, aisladas al aire, protegidas mediante interruptor automático 25 kA de corte en vacío, intensidad nominal de embarrados y derivaciones 1.600 A, con transformadores de tensión e intensidad.

Se instalarán una celda de protección general con salida al transformador de potencia.

Tipo .....	Blindada, servicio interior, aislamiento en SF6
Temperatura ambiente (Max / Min) .....	40°C / -25°C
Grado de Protección .....	IP3X
Tensión de servicio / diseño .....	20 / 24 kV
Tensiones de ensayo, a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	50 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	125 kV
Tensiones de ensayo, sobre la distancia de seccionamiento	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	60 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	145 kV
Intensidad nominal en barras .....	1.600 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración .....	25 kA 1 seg
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA
Resistencia al arco interno .....	25 kA 1 seg
Intensidad nominal en derivaciones .....	1.600 A
Nº Máximo de cables .....	12 x 630 mm <sup>2</sup>
Interruptor automático .....	Vacío
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito .....	25 kA
Ciclo de funcionamiento .....	O – 0'3 seg – CO – 15 seg – CO
Relación de transformación .....	1600 / 5 – 5 – 5 – 5 A
Gama extendida .....	120%
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	10VA CL 0'2S Fs5
Devanado 2 .....	10VA CL 0'5
Devanado 3 .....	15VA CL 5P30
Devanado 4 .....	15VA CL 5P30
Transformadores de Tensión .....	3
Relación de transformación .....	22.000:√3 / 110:√3 - 110:√3 - 110:3
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	10VA CL0'2
Devanado 2 .....	10VA CL 0'5 – 3P
Devanado 3 .....	25VA CL 3P

### 11.7.3. CELDAS COLECTORAS (PROTECCIÓN ALINEACIONES AEROGENERADORES)

Celdas para evacuación de la energía producida por alineaciones completas de aerogeneradores, 24 kV, blindadas, aisladas al aire, protegidas mediante interruptor automático 25 kA de corte en vacío, intensidad nominal de embarrados 1.600 A, intensidad nominal en derivaciones 800 A, con transformadores de intensidad.

Se instalarán dos celdas colectoras de protección de las alineaciones de aerogeneradores.

Intensidad nominal en derivaciones .....	800 A
Nº Máximo de cables .....	6 x 630 mm <sup>2</sup>
Interruptor automático .....	Vacío
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito .....	25 kA
Ciclo de funcionamiento .....	O – 0'3 seg – CO – 15 seg – CO
Transformadores de Intensidad .....	3
Relación de transformación .....	800 / 5 – 5 A
Potencias y clase de precisión	
Devanado 1 .....	15VA CL0'5
Devanado 2 .....	10VA CL 5P30
Gama extendida .....	120%

### 11.7.4. CELDA DE PROTECCIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

Celda para protección de transformador de servicios auxiliares, 24 kV, blindadas, aisladas al aire, protegidas mediante interruptor-seccionador con fusibles combinados, intensidad nominal de embarrados 1.600 A, intensidad nominal en derivaciones 800 A.

Se instalará una celda de protección de servicios auxiliares.

Intensidad nominal en derivaciones .....	800 A
Nº Máximo de cables .....	3 x 95 mm <sup>2</sup>
Poder de corte del interruptor seccionador .....	630 A
Poder de cierre nominal en cortocircuito .....	25 kA cresta
Intensidad nominal fusibles .....	10 A

### 11.7.5. ENSAYOS

Todas las unidades se someterán a los siguientes ensayos:

- Verificación de conformidad de construcción.
- Verificación de funciones mecánicas y bloqueos de explotación por cerraduras.
- Ensayo de resistencia a la tensión a frecuencia industrial del circuito principal y circuitos auxiliares de mando.
- Verificación de la continuidad eléctrica de las masas metálicas.
- Verificación del grado de protección.
- Verificación de funciones eléctricas.
- Verificación de la continuidad eléctrica de las masas metálicas.
- Sobre la parte móvil:
  - Verificación de conformidad de construcción.
  - Verificación de la presión de llenado y de estanqueidad del aparato.
  - Verificación de las funciones eléctrica y mecánica de la parte móvil.
  - Ensayo de resistencia a la tensión a frecuencia industrial del circuito principal y circuitos auxiliares de mando.
  - Verificación de la continuidad eléctrica de las masas metálicas.
  - Medida de resistencia del circuito principal.

### 11.7.6. COMPLEMENTOS

- 1 Juego de accesorios completo conteniendo:
  - Carro de extracción para interruptores 1.000mm.
  - Carro de extracción para interruptores 800mm.
  - Manivela de seccionamiento de interruptores y manivela de rearme.
  - Palanca de cuchillas de puesta a tierra.
  - Palanca para seccionador.
  - 4 lámparas para señalización de presencia de tensión.
  - 2 llaves para compartimentos de baja tensión.

## 11.8. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

En este capítulo se relacionan los componentes más importantes de Baja Tensión, cuya necesidad viene determinada en función de los requerimientos de suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a los diversos receptores auxiliares incluidos en la instalación completa de la subestación. Para atender el consumo de estos equipos se necesitan esencialmente los siguientes elementos:

### 11.8.1. TRANSFORMADOR MT/BT

Se instalará un transformador de servicios auxiliares en el nuevo edificio.

La alimentación general de los servicios a Baja Tensión se realizará mediante un transformador instalado en su propia celda, junto a las celdas de 20 kV. El transformador tiene las siguientes características:

Relación de Transformación .....	20 $\pm 2,5\%$ $\pm 5\%$ $\pm 7,5\%$ / 0,420-0,240 kV
Conexión .....	Triángulo / Estrella Neutro accesible
Potencia Nominal .....	50 kVA
Frecuencia .....	50 Hz
Grupo de Conexión .....	Dyn11
Tensión de cortocircuito .....	4,5%
Nivel de Aislamiento Alta Tensión .....	25 kV
Nivel de Aislamiento Baja Tensión .....	3 kV

La protección de este transformador está garantizada en el lado de alta tensión mediante interruptor-seccionador con fusibles combinados y en baja tensión por interruptor automático, accionado en caso de falta por relés magnetotérmicos.

La alimentación en el lado de alta del transformador se efectúa mediante cable y piezas de conexión apropiadas. Del secundario del transformador, mediante cables aislados de sección apropiada, se alimentará el armario general de distribución de corriente alterna, ubicado en el edificio del cuadro.



### 11.8.2. CUADRO AUXILIAR DE DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA DE 50 HZ

Se instalará un Cuadro Auxiliar de Distribución de corriente alterna que dispondrá de las siguientes salidas:

- 1 Salida al panel de alumbrado.
- 1 Salida al equipo de aire acondicionado.
- 1 Salida al equipo de alimentación ininterrumpida.
- 1 Salida al centro de control de motores de aerogeneradores.
- 1 Salida al panel de 125 Vcc, alimentado desde un rectificador-batería para suministrar tensión de mando y control a las cabinas.
- 1 Salida de alimentación a equipos en el parque de intemperie de 220 KV.

Las distribuciones se realizarán con cable de cobre con aislamiento de XLPE y cubierta de PVC. La alimentación al Parque de Intemperie se hará con cable armado. En general, el tendido será por zanja visitable.

### 11.8.3. EQUIPOS RECTIFICADOR-BATERÍA Y PANEL DE 125 Vcc

Se instalarán los equipos descritos en este apartado e irán destinados a suministrar tensión de mando y control a las cabinas de 20 KV. El equipo completo constituido por un Rectificador-Cargador, Batería y Panel de Distribución irá alojado en un armario de chapa, registrable frontalmente, con grado de protección IP-42.

En estas condiciones normales de funcionamiento el equipo estará alimentado desde el cuadro auxiliar de distribución de 380 V.

El rectificador se encargará de suministrar la tensión continua al embarrado de 125 Vcc. del Panel de Distribución incluido en el equipo. En caso de fallo de la alimentación, será la batería de acumuladores la que suministre la tensión, con una autonomía de 3 horas.

- Batería de Acumuladores

Capacidad .....	30 A/h
Tensión nominal .....	125 Vcc
Tensión Máxima .....	137,5 Vcc
Tensión Mínima .....	106 Vcc
Nº de elementos .....	93

La batería está formada por elementos semiestancos de tipo medio de descarga. Está prevista para que al final de 5 horas de situación de emergencia, con el consumo solicitado, la tensión en la misma sea superior a 106 V.

- Rectificador para carga y mantenimiento de la batería

Alimentación..... Monofásico  
Tensión de alimentación (entrada)..... 220 V, 50 Hz  
Variación de la tensión de alimentación (salida)..... +10% -20%  
Tensión de salida normal.....  $\pm 1\%$   
Intensidad Nominal ..... 10 A

## 11.9. POTENCIA CONTRATADA PREVISTA PARA EL CONSUMO DE SERVICIOS

### AUXILIARES

La Potencia contratada prevista para el consumo de los servicios auxiliares de la instalación es 40 kW, que corresponden con el consumo de las instalaciones de media y alta tensión en vacío, cuando la instalación no se encuentre generando.

## 11.10. PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra de las instalaciones se han diseñado teniendo en cuenta los reglamentos vigentes. Como norma general y fundamental, se tiene en cuenta la máxima seguridad para el personal, con el criterio de establecer el corte al primer defecto en un tiempo inferior al establecido y considerando que los potenciales de las masas con respecto a tierra no excedan los máximos permitidos.

### 11.10.1. PUESTA A TIERRA. NIVEL DE TENSIÓN DE 220 KV

En la Subestación existen los siguientes sistemas de tierras:

- Puesta a tierra de Protección.  
Diseñada con objeto de dar mayor seguridad al personal que transite por la subestación y garantizar un buen funcionamiento de las protecciones.
- Puesta a tierra de Servicio.  
Se conectarán a tierras de servicio, mediante electrodos de puesta a tierra los siguientes servicios:
  - Las autoválvulas.
  - Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.

### 11.10.2. PUESTA A TIERRA. NIVEL DE TENSIÓN DE 20 KV

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.

### 11.10.3. CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA DE TIERRA

La instalación está provista de una malla de tierra principal enterrada, unida al cable de tierra de la línea que amarra a la estructura. Esta malla se diseñó de forma que cubra suficientemente dos finalidades principales: la seguridad del personal que se relacione con la instalación y la provisión de una buena unión eléctrica con tierra, que garantice el correcto funcionamiento de las protecciones.

En la subestación existe instalada una malla de 72 m x 57 m con conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> de sección, enterrada a 80 cm de profundidad, formando cuadrículas lo más uniformes posible de 2,5x2,5 m. Habrá que ampliar la malla de tierra hasta un área de 77 m x 62 m debido a la ampliación de la Subestación.

A esta malla están conectadas y se deberán conectar las nuevas partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Las conexiones se realizarán mediante conductor de cobre de 120 mm<sup>2</sup> de sección, aislados hasta una profundidad mínima de 50 cm.

Las uniones para formar la cuadrícula se formarán por soldadura aluminotérmica, mientras que para las conexiones a aparatos se utilizarán grapas de derivación de bronce o latón. En los puntos de la periferia de dicha malla, se situarán 6 picas metálicas de 2 m de longitud, hincadas en el suelo. Todas las picas de puesta a tierra dispondrán de registros de hormigón para la inspección de sus tomas de contacto

El cierre de la subestación está constituido por un conducto enterrado, unido a picas, que sigue su mismo recorrido, al que se une a intervalos de 20 m. Debido a la modificación en el cierre será necesaria la extensión de dicha red. La red de tierras de la subestación estará unida a la red de tierras de los aerogeneradores del parque eólico a los que dará servicio.

Los cálculos relativos a la seguridad de la malla se han realizado considerándola aislada y no se han tenido en cuenta la unión a esta de los conductores de tierra de la línea que acomete la instalación, lo que mejoraría considerablemente los resultados obtenidos.

#### 11.10.4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Mediante los cálculos presentados a continuación se puede ver que la malla planteada para el proyecto original sigue cumpliendo las normas para el supuesto actual.

##### 11.10.4.1. METODOLOGÍA

Para determinar la máxima corriente de defecto a tierra supondremos una falta monofásica a tierra en bornes de alta del transformador 220/20KV en la subestación. En tales condiciones, la corriente de defecto a tierra,  $I_e$ , viene dada por:

$$I_e = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{(Z_D + Z_I + Z_O)}$$

Donde:

- $U$ = Tensión nominal de la red, en V.
- $Z_D, Z_I, Z_O$ = Impedancias directa, inversa y homopolar del sistema resultante, en  $\Omega$ .

Los valores de impedancia directa e inversa del sistema resultante se considerarán proporcionados por la red, mientras que el valor de la impedancia homopolar se calculará como los valores de las impedancias homopolares de la red y de los tres transformadores en paralelo. Para realizar los cálculos supondremos que en el caso de la red  $Z_D = Z_I$  y  $Z_O = 0,8 \cdot Z_D$ . La impedancia homopolar del transformador se calculará como:

$$Z_O = \frac{U_{cc} \cdot U^2}{100 \cdot S_n}$$

Donde:

- $U$ = Tensión nominal de la red, en KV.
- $U_{cc}$ = Tensión de cortocircuito del transformador, en %.
- $S_n$ = Potencia aparente del transformador, en MVA.

Y la impedancia directa de la red se calculará como:

$$Z_O = \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde

- $U$  = Tensión nominal de la red, en KV.
- $S_{cc}$  = Potencia aparente de cortocircuito, en MVA.

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra  $R_{pat}$  y la máxima elevación del potencial de malla,  $V_m$ , se calcularán como:

$$R_{pat} = \rho_a \cdot \left( \frac{1}{4} r + \frac{1}{L} \right) \quad \text{y} \quad V_m = R_{pat} \cdot I_e$$

Donde:

- $\rho_a$  = Resistividad media del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $r$  = Radio equivalente de la malla de puesta a tierra
- $L$  = Longitud total del conductor enterrado

Siguiendo las instrucciones marcadas en ITC-RAT 13, se determinan las tensiones de contacto máximas admisibles por el cuerpo humano (para tiempo de despeje de falta 0,5 s):

$$V_p \text{ max} = 46.920 \text{ V}$$

$$V_c \text{ max} = 1.326 \text{ V}$$

El cálculo de las tensiones de paso y de contacto máximas que pueden aparecer en la instalación, siguiendo las indicaciones ANSI / IEEE Std 80-1986, ha arrojado los siguientes resultados:

$$V_p = 2.091 \text{ V} (<< 46.920 \text{ V})$$

$$V_c = 399 \text{ V} (< 1.326 \text{ V})$$

Las tensiones de paso y de contacto máximas que pueden aparecer en la instalación disponen de un margen de seguridad muy amplio sobre las máximas admisibles. Los cálculos relativos a la seguridad de la malla se realizan considerándola aislada y no se han tenido en cuenta la unión a esta de los conductores de tierra de las líneas que acometen la instalación, lo que mejoraría considerablemente los resultados obtenidos. En cualquier caso y tras la instalación de las nuevas posiciones, deberán realizarse los ensayos y mediciones oportunas que justifiquen la validez de la red de tierras, en lo relativo a tensiones de paso y contacto.

## 11.10.5 RESULTADOS

### 11.10.5.1 MÁXIMA CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA

Impedancia Homopolar del Transformador

$$S_n = 60.000 \text{ KVA}$$

$$U_{cc} = 13,0\%$$

$$Z_{0T} = 12'5/100 * 220^2/50 = 104,9 \text{ Ohm}$$

Impedancias de Red

$$S_{cc} = 4.057 \text{ MVA}$$

$$ZD = 220^2 / 4057 = 11,9 \text{ Ohm}$$

$$Z_I = Z_D = 11,9 \text{ Ohm}$$

$$Z_{0R} = 0,8 * Z_D = 9,5 \text{ Ohm}$$

Impedancia Homopolar Equivalente

$$Z_0 = Z_{0T} // Z_{0R} = 8,7 \text{ Ohm}$$

Máxima corriente de defecto a tierra ( $I_e$ )

$$I_e = 3^{0,5} * 220.000 / (Z_0 + Z_D + Z_I) = 11.686 \text{ A}$$

Se considera un coeficiente de reducción de 0,7 en la intensidad de defecto a tierra, al tener en cuenta la escasa probabilidad de coincidencia de las condiciones más desfavorables

$$I_e' = 0,7 * I_e = 8.180 \text{ A}$$

### 11.10.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA Y DEL TERRENO

Mallado: Área rectangular	57 x 72 m
Área cubierta por la malla (A)	4.104 m <sup>2</sup>
Radio equivalente de la malla (r)	36,14 m
Profundidad de enterramiento (h)	80 cm
Separación entre conductores paralelos (D)	2,5 m
Conductores paralelos (n)	24
Longitud del conductor enterrado (L)	3.412 m
Material del conductor	Cobre desnudo
Sección mínima del conductor ( $I_e/160$ )	51 mm <sup>2</sup>
Sección del conductor	120 mm <sup>2</sup>
Diámetro del conductor (d)	12 mm
Resistividad media del terreno ( $\rho_a$ )	200 Ohm*m
Resistividad superficial, suelo de grava ( $\rho_s$ )	3.000 Ohm*m



### 11.10.5.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

$$R_{pat} = \rho_a * (1/4r + 1/L) = 1,442 \text{ Ohm}$$

### 11.10.5.4 MÁXIMA ELEVACIÓN DEL POTENCIAL DE MALLA

$$V_m = R_{pat} * I_e = 11.796 \text{ V} < 24 \text{ KV}$$

### 11.10.5.5 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS

- Tensiones de paso y contacto máximas admisibles (según MIE RAT 13)

Tiempo máximo de despeje de falta (t): 0,5s

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada Uca  
en función del tiempo de despeje de falta (tabla 1 reglamento)

$$204 \text{ V}$$

Tensión de paso máxima admisible

$$V_{p \max} = 10 * Uca * (1 + [2 * R + 6 \rho_s] / 1.000) = 46.920 \text{ V}$$

Tensión de contacto máxima admisible

$$V_{c \max} = Uca * (1 + [R/2 + 1,5 \rho_s] / 1.000) = 1.326 \text{ V}$$

- Tensiones de paso y contacto máximas en la instalación  
(según ANSI / IEEE Std 80-1986)

Tensión de paso máxima

$$V_p = K_p * K_i * r_a * I_e / L$$

Tensión de contacto máxima

$$V_c = K_c * K_i * r_a * I_e / L$$

Donde:

$$K_p = 1/\pi * [1/2h + 1/(D+h) + 1/2D + 1/3D + \dots + 1/nD] = 0,6435$$

$$K_c = 1/\pi * \ln[D^2/(16hd)] + 1/\pi * \ln[(3/4)(5/6) \dots (2n-3)/(2n-2)] = 0,1228$$

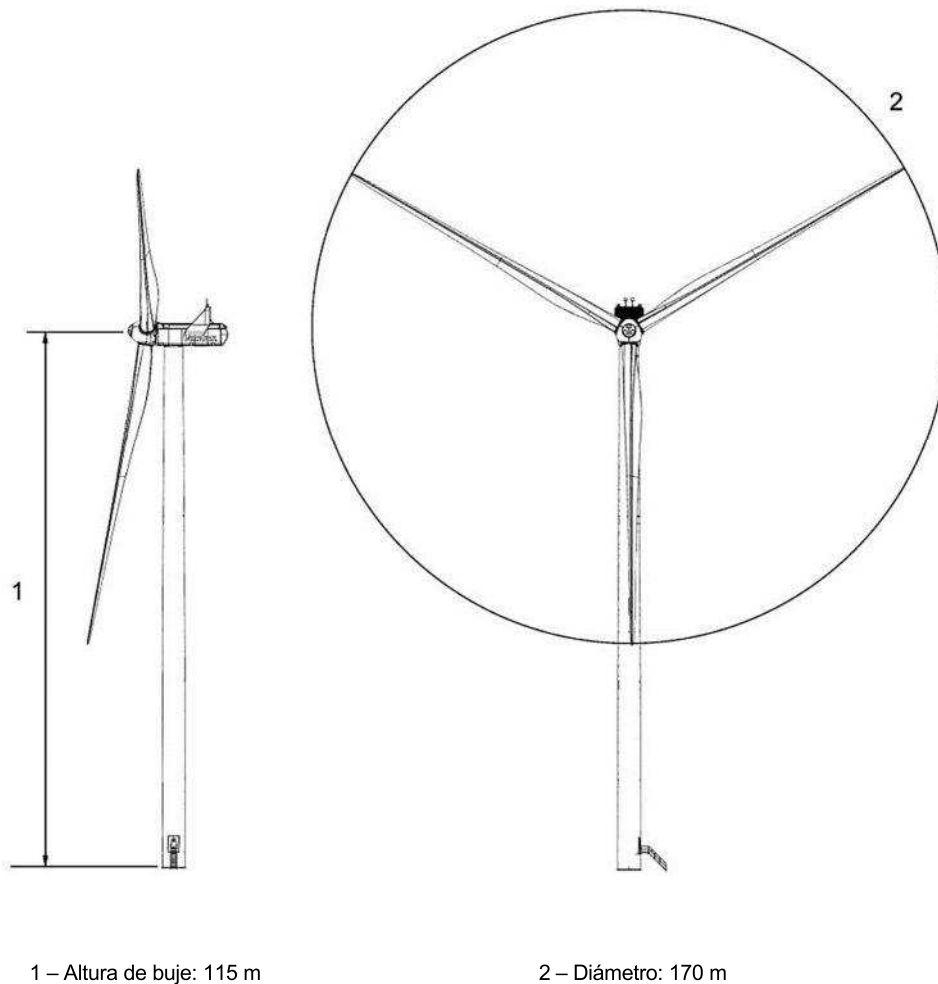
$$K_i = 0,65 + 0,172n = 4,7436$$

Valores de  $V_p$  y  $V_c$  máximos que pueden aparecer en la instalación:

$V_p = 2.091 \text{ V}$	$<< 46.920 \text{ V}$
$V_c = 399 \text{ V}$	$< 1.326 \text{ V}$

## 12. DESCRIPCIÓN DE LOS AEROGENERADORES

Los aerogeneradores utilizados en el Parque Eólico "Hoyalta" son del fabricante SIEMENS-GAMESA, modelo SG170 – 5 MW. Están constituidos por un rotor tripala de 170 m de diámetro situado a barlovento y ubicado a 115 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: 115 m

2 – Diámetro: 170 m

Figura 5: Alzado Aerogenerador

Se instalarán 10 unidades de 5.000 kW de potencia nominal unitaria, modelo SG170 - 5 MW IEC S. La potencia total instalada es de 50 MW.

Con generación a 690 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.

## 12.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL AEROGENERADOR

### 12.1.1. GÓNDOLA (NACELLE)

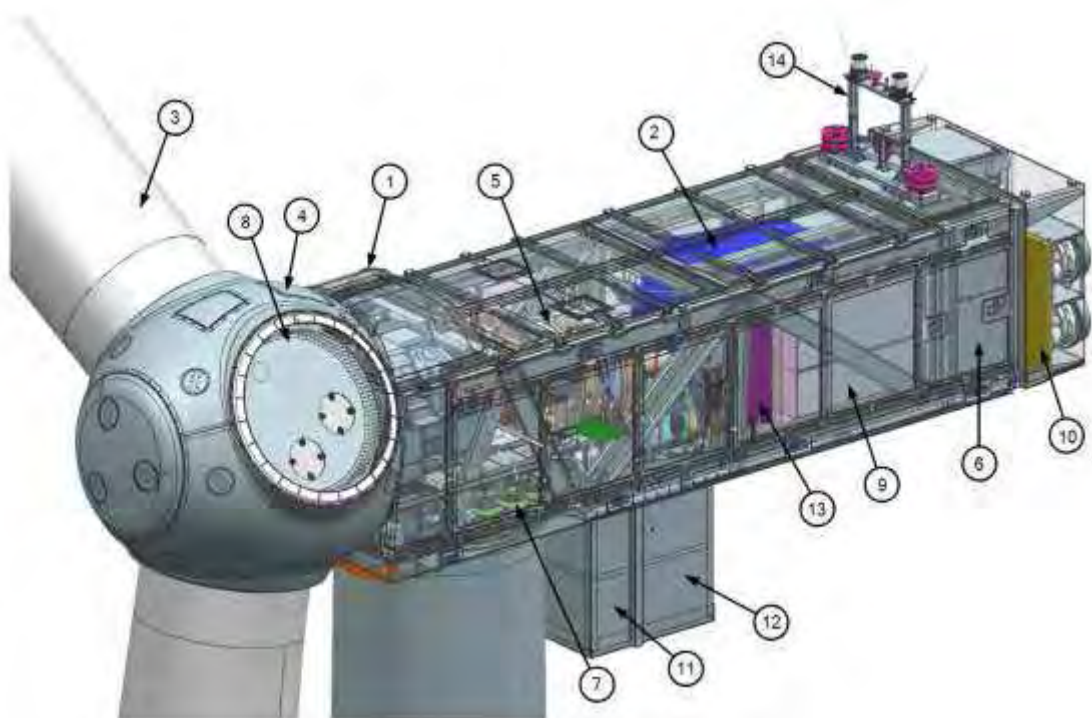


Figura 1. Componentes principales de la góndola

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Carcasa / Cubierta
2	Generador
3	Pala
4	Buje
5	Caja de cambios
6	Panel de control

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
7	Engranaje y sistema de orientación YAW
8	Cojinete de pala
9	Convertidor
10	Refrigeración
11	Transformador
12	Estator

En el interior de la góndola se localizan todos los componentes eléctricos y mecánicos del aerogenerador. La góndola ha sido diseñada para un acceso y presencia segura de los técnicos de servicio y mantenimiento a todos los puntos en el interior de la góndola durante las pruebas de

servicio con el aerogenerador en pleno funcionamiento. Esto permite un servicio de alta calidad de la turbina eólica y proporciona condiciones óptimas para la resolución de problemas.

#### 12.1.1.1. CARCASA

La carcasa es la cubierta que protege los componentes del aerogenerador que se encuentran en la góndola (a excepción de los sensores de viento), frente a los agentes meteorológicos y condiciones ambientales externas. Asimismo, reduce el ruido del aerogenerador, impidiendo que se transmita a través del aire e incorpora huecos de ventilación suficientes para garantizar una refrigeración eficaz del multiplicador y del generador.

Se fabrica con paneles laminados reforzados con fibra de vidrio.

En el interior de la carcasa hay suficiente espacio para realizar las operaciones de mantenimiento del aerogenerador. La carcasa tiene 3 trampillas:

- Trampilla de acceso a la góndola desde la torre, situada en el suelo de la góndola.
- Trampilla de acceso al cubo del rotor y los rodamientos de las palas, situada en la parte frontal.
- Trampilla de operación de grúa, situada en el suelo de la parte trasera.

La parte superior de la carcasa cuenta con una claraboya en el techo que proporcionan luz solar por el día, ventilación adicional y acceso al exterior, donde se encuentran los instrumentos de medida de viento y el pararrayos.

- **BASTIDOR**

El bastidor del aerogenerador soporta los elementos de la góndola y transmite las cargas hasta la torre. La transmisión de estas cargas se realiza a través del cojinete de la corona de orientación y desliza sobre unas zapatas de nylon para evitar que los esfuerzos transmitidos por el rotor ocasionen tensiones excesivas sobre los engranajes del sistema de orientación.

El bastidor se compone de dos partes:

- Bastidor delantero: Bancada que consiste en dos piezas de fundición atornilladas donde se fijan los soportes del eje principal y reaccionan los brazos de par de la multiplicadora y la corona de orientación.
- Bastidor trasero: Estructura mecano-soldada formada por dos vigas unidas por su parte delantera y trasera. Sobre ellas descansan el generador, el cuadro de control y el transformador.

### 12.1.1.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El tren de transmisión se diseña de acuerdo a un concepto de suspensión de 4 puntos: eje principal con dos cojinetes principales y multiplicadora o caja de cambios con dos brazos de torsión ensamblados al bastidor principal.

#### 12.1.1.2.1. EJE PRINCIPAL

El eje principal está fabricado en acero forjado nodular y es de tipo de baja velocidad. Transfiere el par del rotor a la multiplicadora y los momentos de flexión al bastidor, a través de dos cojinetes principales sobre los que se sostiene.

Los cojinetes son rodamientos de rodillos cónicos y están lubricados con grasa.

#### 12.1.1.2.2. MULTIPLICADORA

La multiplicadora es una caja de cambios con dos brazos de torsión ensamblados al bastidor principal, que transmite la potencia del eje principal al generador. Está en posición de voladizo y el portasatélites de la caja de cambios se ensambla al eje principal mediante una junta atornillada con brida.

La multiplicadora es de tipo de alta velocidad y se compone de 3 etapas combinadas, dos planetarias y una de eje paralelo. El eje de alta velocidad, a la salida de la multiplicadora, acciona el generador. A este eje de alta velocidad se fija el freno mecánico de disco.

El acoplamiento absorbe los desplazamientos radial, axial y angular entre los ejes de la multiplicadora y del generador, asegurando un alineamiento preciso y la máxima transmisión del esfuerzo de rotación del multiplicador.

### 12.1.1.3. SISTEMA DE ORIENTACIÓN YAW

El sistema de orientación Yaw permite el giro de la góndola alrededor del eje de la torre y, por lo tanto, la alineación de la góndola frente al viento. Es un sistema de tipo activo que consiste en cuatro motorreductores accionados eléctricamente por el sistema de control del aerogenerador de acuerdo con la información recibida de los anemómetros y veletas colocados en la cubierta en la parte superior de la góndola.

Este sistema de orientación del aerogenerador dispone además de un sistema antitorsión del cableado que comunica la góndola con la torre, de modo que, llegado a un cierto grado de torsión, automáticamente se produce el giro contrario hasta regresar a la posición inicial.

Como característica adicional de seguridad, el sistema de orientación puede ser utilizado, mediante una activación manual, para girar la góndola y el plano del rotor fuera de la dirección del viento en caso de que se requiera.

#### 12.1.1.4. SISTEMA DE FRENO

El aerogenerador está equipado con dos sistemas independientes de frenado (aerodinámico y mecánico) activados hidráulicamente e interrelacionados entre sí para detener la turbina en todas las condiciones de funcionamiento.

El freno principal del aerogenerador es de tipo aerodinámico por puesta en bandera de las palas mediante un sistema de regulación de paso (conocido como "pitch"). Las palas giran 90° sobre su eje longitudinal, consiguiendo que el rotor no presente superficie frente al viento y deteniéndose su giro. Al ser el sistema de regulación de paso independiente para cada una de las palas, se cuenta con una seguridad en caso de fallo de alguna de ellas.

Por otro lado, el sistema de frenado mecánico está compuesto por un freno de disco hidráulico que se monta a la salida del eje de alta velocidad de la multiplicadora y por seis calibradores hidráulicos (mordazas de frenado) con pastillas de freno sin amianto.

Mediante estos dos sistemas se distinguen dos tipos de frenado:

- 1) Frenado normal (en operación): en el que sólo se usa el sistema de regulación de paso de las palas para realizar el frenado "controlado" a baja presión hidráulica, efectuando el control de potencia que entra en la máquina. Con ello se reducen al mínimo las cargas sobre la turbina y se contribuye a una larga vida del sistema.
- 2) Frenado de emergencia: en situaciones críticas, para la puesta en bandera de las palas, constituyendo un sistema con triple redundancia al poder detenerse la máquina con la actuación de una sola de las palas. La actuación del freno mecánico está prevista únicamente como freno de "aparcamiento" de la máquina para mantenimiento o en caso de actuación sobre el pulsador de emergencia.

En caso de sobrevelocidad en el rotor que coincida con un fallo del controlador, existe un dispositivo auxiliar de seguridad, independiente del controlador, que también puede parar el aerogenerador.

El proceso de frenado está garantizado por la unidad hidráulica que mantiene una reserva de energía almacenando fluido a presión en acumuladores, la cual está siempre disponible independientemente del suministro eléctrico. Esto supone un seguro antifallos del sistema. La válvula de control regula el flujo a los calibradores (mordazas) para que se mantengan liberados cuando la turbina está en marcha y abastecidos con fluido a presión cuando se requiera frenarla. La unidad de control monitoriza y controla la presión hidráulica necesaria para el frenado.



#### 12.1.1.5. SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema hidráulico proporciona aceite presurizado a los 3 actuadores independientes de cambio de paso, al freno mecánico del eje de alta velocidad y al sistema de freno del sistema de orientación. Incorpora un sistema fail-safe que asegura el nivel de presión y caudal de aceite necesarios en caso de ausencia de corriente para activar los cilindros de cambio de paso de las palas, el freno de disco y el freno del sistema de orientación llevando al aerogenerador a un modo seguro.

#### 12.1.1.6. GENERADOR

Las características principales del generador son las siguientes:

	Aerogenerador SG170 (Altura de buje 115 m)
Tipo	Asíncrono doblemente alimentado: rotor bobinado y anillos rozantes
Potencia nominal (kW)	5.000
Tensión nominal (V)	690
Frecuencia de red (Hz)	50
Número de polos	4 / 6
Clase de protección	IP65

El generador es altamente eficiente y está refrigerado por un intercambiador aire-aire. El sistema de control permite trabajar con velocidad variable mediante el control de la frecuencia de las intensidades del rotor.

Las características y funcionalidades que introduce este generador son:

- Comportamiento síncrono frente a la red.
- Funcionamiento óptimo para cualquier velocidad de viento maximizando la producción y minimizando cargas y ruido gracias a la operación en velocidad variable.
- Control de la potencia activa y reactiva mediante el control de la amplitud y la fase de las corrientes del rotor.
- Suave conexión y desconexión a la red eléctrica.

El generador está protegido frente a corto-circuitos y sobrecargas. La temperatura es continuamente monitorizada mediante sondas en puntos del estator, de rodamientos y del cajón de anillos rozantes.

#### 12.1.1.7. TRANSFORMADOR

El transformador, ubicado en el interior de la góndola, es del tipo trifásico y está situado en la parte trasera de la góndola en un compartimento separado por una pared metálica que lo aísla térmica y eléctricamente del resto de componentes de la góndola. Está equipado con todas las protecciones necesarias para evitar daños, tales como sondas de temperatura PT-100, detectores de arco y fusibles de protección. Dispone de puesta a tierra conectada con los electrodos de la cimentación.

Este transformador es suministrado por el fabricante del aerogenerador, así como su instalación y puesta en marcha.



## 12.1.2. ROTOR

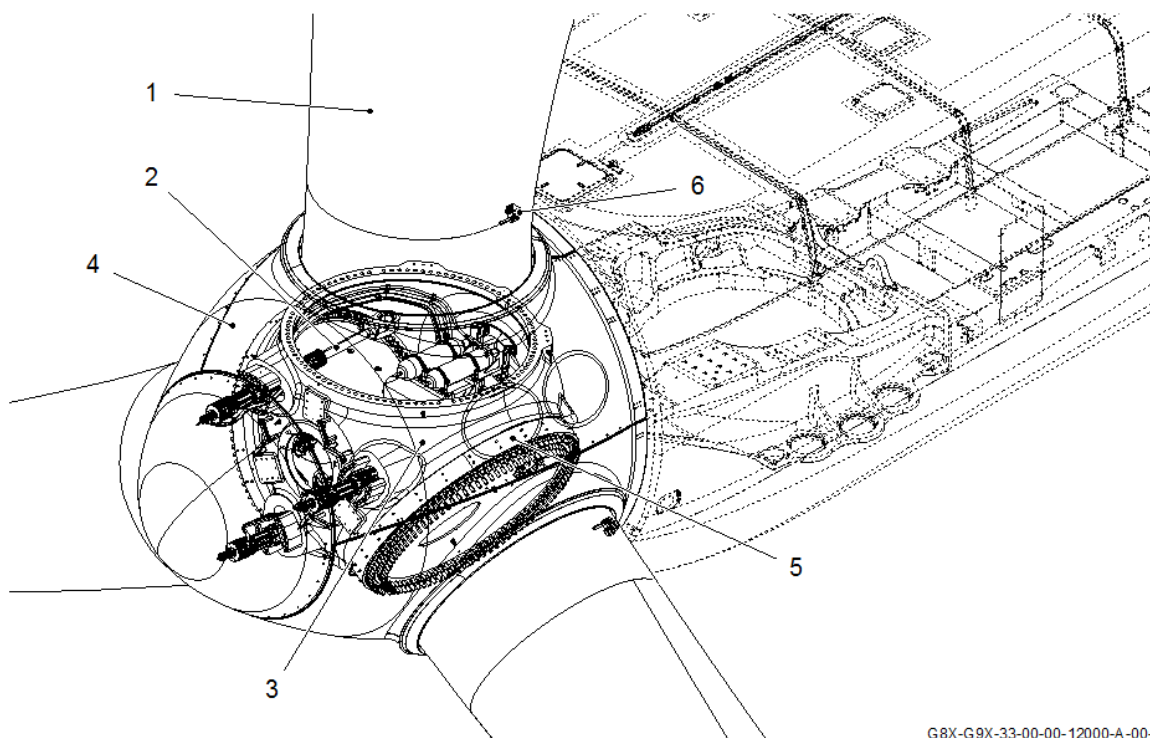


Figura 2. Componentes principales del rotor

Posición	Denominación
1	Pala
2	Sistema de cambio de paso
3	Buje
4	Cono
5	Rodamiento de pala
6	Transmisor de rayos

El rotor del aerogenerador está compuesto por tres palas diseñadas con perfil aerodinámico unidas a un buje central mediante rodamientos de pala que permiten el movimiento de cambio de paso. El buje está dotado, en las bridas de unión a palas, de un ángulo de conicidad de 6 grados que aleja la punta de las mismas de la torre.

El rotor tiene un diámetro de 170 m y se pone en movimiento cuando la velocidad del viento es superior a 3 m/s. Las características principales del rotor son las siguientes:

	Aerogenerador SG170 (Altura de buje 115 m)
Diámetro (m)	170
Área barrida (m <sup>2</sup> )	22.698
Sentido de giro	Horario
Ángulo de inclinación (Tilt)	6°
Rango de velocidad de funcionamiento (m/s)	3 – 25

#### 12.1.2.1. PALAS

Las palas están fabricadas en material compuesto de fibra de vidrio infundado en resina epoxy (refuerzo con fibra de carbono). En su fabricación se emplea la tecnología de los preimpregnados (prepeg), que permite controlar de un modo muy preciso el volumen de fibra del material y con él las propiedades mecánicas y aerodinámicas de las palas.

La longitud de las palas es de 83,5 m y su anchura máxima de 4,5 m.

La estructura de cada pala consiste en un larguero interior al cual se pegan las dos superficies exteriores a modo de conchas. La pala está diseñada para el cumplimiento de dos funciones básicas, la estructural, mediante el larguero interior, y la aerodinámica, mediante las conchas que convierten el empuje del viento en un par motor para accionar la máquina.

Las palas disponen de un sistema de protección contra-rayos cuya misión es recoger las descargas eléctricas y transmitirlas, mediante un cable de acero que recorre la pala longitudinalmente, hasta la raíz de pala donde se une con el buje. De ahí se transmiten al aerogenerador para ser descargado a tierra.

Las palas se atornillan sobre una pieza del soporte de acero que puede pivotar sobre el buje con una activación hidráulica, mediante un conjunto de bielas. Con este sistema se consigue un arranque sin motor y menores esfuerzos sobre la estructura, tanto durante el funcionamiento, como en el frenado. También, con este sistema, se aumenta la potencia a altas y bajas velocidades del viento respecto de la respuesta proporcionada por los aerogeneradores de palas fijas.

#### 12.1.2.2. BUJE

El buje está fabricado en fundición nodular de hierro y se monta en el eje de baja velocidad del sistema de transmisión mediante una brida de conexión.

Es lo suficientemente grande para que los técnicos de servicio realicen desde el interior de la estructura las tareas de inspección y mantenimiento de las raíces de las palas y de los rodamientos de palas.

### 12.1.2.3. CONO

El cono protege el buje y los rodamientos de pala del ambiente. El cono se atornilla a la parte frontal del buje y está diseñado para permitir el acceso al buje para labores de mantenimiento.

### 12.1.2.4. SISTEMA HIDRÁULICO DE CAMBIO DE PASO

Se compone de actuadores hidráulicos independientes para cada pala que proporcionan una capacidad de giro entre  $-3^\circ$  y  $87^\circ$  y un sistema de acumuladores que aseguran el movimiento a bandera en caso de emergencia.

El sistema de cambio de paso actúa según la siguiente consigna:

- Cuando la velocidad del viento es inferior a la nominal el ángulo de paso seleccionado es aquel que maximiza la potencia eléctrica obtenida para cada velocidad del viento.
- Cuando la velocidad del viento es superior a la nominal el ángulo de paso es aquél que proporciona la potencia nominal del aerogenerador.

Además, gobierna la activación del freno aerodinámico en caso de emergencia llevando al aerogenerador a un modo seguro.

El sistema hidráulico proporciona mayor rapidez de actuación que otros tipos de sistemas. Debido al sistema de acumuladores hidráulicos, no requiere baterías para su funcionamiento, lo que aumenta la fiabilidad en situaciones de emergencia.

### 12.1.3. TORRE Y CIMENTACIÓN

#### 12.1.3.1. TORRE

La torre es de estructura tubular de acero, de forma tronco-cónica y está constituida por cinco tramos que han de elevarse con una grúa en el proceso de montaje.

La torre está equipada con sus correspondientes escaleras de acceso a la góndola, plataformas de descanso y protección, dispositivos de seguridad y alumbrado de emergencia, además de un elevador guiado por cable que facilite el mantenimiento del aerogenerador. Cuenta también con elementos de paso y fijación del cableado eléctrico e instalación auxiliar de iluminación. En la parte inferior tiene una puerta que da acceso a la plataforma de base, donde se sitúan la celda de conexión a la red de media tensión y el cuadro de control inferior.

Las características principales de la torre son las siguientes:

	Aerogenerador SG170 (Altura de buje 115 m)				
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5
Ø Externo zona alta (m)	4.700	4.436	4.427	4.021	3.503
Ø Externo zona baja (m)	4.700	4.700	4.436	4.427	4.021
Altura sección (m)	13.564	18.200	23.800	26.880	29.970
Masa total (T)	84.958	84.328	84.548	71.771	63.863
Volumen (CBM)	228	363	470	584	498

#### 12.1.3.2. CIMENTACIÓN

Las cimentaciones estándar son del tipo losa de hormigón armado con acero. Han sido calculadas basándose en las cargas certificadas del aerogenerador y considerando las características del terreno:

Propiedades del suelo:

	TERRENO
Nivel freático	Por debajo del nivel del hormigón
Densidad de relleno de suelo (kg/m <sup>3</sup> )	1.800
Tensión admisible del terreno (kg/cm <sup>2</sup> )	6 (FS=2)*
Ángulo de fricción (°)	30
Módulo de elasticidad estático (MPa)	75
Módulo de elasticidad dinámico (MPa)	200
Coefficiente de Poisson, $\mu$	0,3

Nota (\*): Factor de seguridad (FS) para cargas extremas.

#### Propiedades del hormigón:

	HORMIGÓN DE LIMPIEZA	HORMIGÓN ZAPATA (SLAB)	HORMIGÓN PEDESTAL
Tipo de hormigón	C20/25	C45/55	C50/60
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	2.500	2.500	2.500
Factor de seguridad	1,5	1,5	1,5
Resistencia característica (MPa)	20	45	50
Máximo tamaño de áridos (mm)	20	20	20
Módulo de elasticidad (MPa)	29.961,95	36.283,19	37.277,87
Grosor de limpieza (m)	0,10	---	---
Coefficiente de Poisson, $\mu$	0,20	0,20	0,20

#### Propiedades del acero:

	ACERO
Tipo	B500S
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	7.850
Factor de seguridad	1,15
Resistencia característica (MPa)	500
Módulo de elasticidad (MPa)	200.000
Cubierta (mm)	50

### 12.1.4. SISTEMA DE CONTROL

Las funciones del aerogenerador estarán controladas en tiempo real por un sistema basado en un PLC (Programable Logic Controller). El sistema de control está compuesto por algoritmos de regulación y de supervisión.

#### 12.1.4.1. SISTEMA DE REGULACIÓN

El sistema de regulación se encarga de seleccionar los valores adecuados de par en el eje, del ángulo de paso de las palas, y de las consignas de potencia. Éstas se modifican en cada instante dependiendo de la velocidad de viento que llega al aerogenerador, garantizando una operación segura y fiable en cualquier condición de viento existente.

Las principales ventajas de este sistema de regulación son:

1. Maximización de la producción de energía.
2. Limitación de las cargas mecánicas.
3. Reducción del ruido aerodinámico.

#### 4. Alta calidad de energía.

##### 12.1.4.2. REGULACIÓN DEL CAMBIO DE PASO

A velocidades de viento por encima de la nominal, el sistema de control y el sistema de cambio de paso mantienen la potencia en su valor nominal. Con velocidades de viento por debajo de la nominal, el sistema de cambio de paso variable y de control optimiza la producción de energía seleccionando la combinación óptima de velocidad de giro del rotor y ángulo de paso.

##### 12.1.4.3. REGULACIÓN DE POTENCIA

El sistema de control de potencia asegura que la velocidad de giro y el par motor del aerogenerador siempre suministren una potencia eléctrica estable a la red.

El sistema de control de potencia actúa sobre un conjunto de sistemas eléctricos que consiste en un generador doblemente alimentado de rotor devanado con anillos rozantes, un convertidor de 4 cuadrantes de tecnología IGBT, contactores y protección eléctrica y software. Eléctricamente, el conjunto generador-convertidor es equiparable al de un generador síncrono con lo que se asegura un óptimo acoplamiento a la red eléctrica con suaves procesos de conexión y desconexión.

El conjunto generador-convertidor es capaz de trabajar con velocidad variable para optimizar su funcionamiento y maximizar la potencia generada para cada velocidad de viento. Permite igualmente gestionar la potencia reactiva evacuada.

##### 12.1.4.4. SISTEMA DE SUPERVISIÓN

El sistema de supervisión verifica continuamente el estado de los diferentes sensores, así como el de los parámetros internos:

- Condiciones ambientales: velocidad y dirección del viento o temperatura ambiente.
- Parámetros internos de los diferentes componentes como temperaturas, niveles y presiones de aceite, vibraciones, enrollamiento del cable de media tensión, etc.
- Estado del rotor: velocidad de rotación y posición del cambio de paso.
- Situación de la red: generación de energía activa y reactiva, tensión, corrientes y frecuencia.

##### 12.1.5. SENSORES

El aerogenerador está equipado con diversos sensores que controlan de forma permanente diferentes parámetros. Cuenta con sensores dedicados a recoger señales externas al aerogenerador como por ejemplo la temperatura exterior o la velocidad y dirección de viento. Otros sensores se encargan de registrar parámetros del funcionamiento de los aerogeneradores como son temperaturas de los componentes, niveles de presión, vibraciones o posición de palas.

Toda esta información se registra y analiza en tiempo real y alimenta las funciones de supervisión y regulación del sistema de control.

#### 12.1.6. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El aerogenerador está protegido contra el impacto de rayos mediante un sistema de transmisión que, desde los receptores de pala y góndola, pasando por la carcasa, el bastidor y la torre va hasta la cimentación. Con este sistema se evita el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo. Como sistemas de protección adicional, el sistema eléctrico cuenta con protectores de sobretensión.

Todos estos sistemas de protección están diseñados para conseguir un nivel de protección máximo clase I de acuerdo a la norma IEC 61400-24.

#### 12.1.7. OTROS ASPECTOS

##### 12.1.7.1. BALIZAMIENTO

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

Concretamente, el balizamiento constará en un sistema de iluminación dual de intensidad tipo Media A / Media C en la parte superior de la nacelle y un nivel intermedio de luces (3 elementos) de baja intensidad Tipo B en la torre, que deberán situarse 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 su movimiento, no tapen las luces de obstáculos), todo ello conforme a los criterios de la Agencia estatal de Seguridad Aérea para aerogeneradores con altura total a punta de pala por encima de 150 metros.

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



## 12.2. EMPLAZAMIENTO

### 12.2.1. CONDICIONES AMBIENTALES

El aerogenerador está diseñado para trabajar a temperaturas ambientales exteriores comprendidas en el rango de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$  durante la operación y en el rango de  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $+50^{\circ}\text{C}$  con la máquina parada.

El aerogenerador es capaz de operar en condiciones de humedad relativa ambiente del 95%.

El grado de protección contra corrosión del aerogenerador es C3H (std) en el exterior y C3H (std) en el interior, conforme a la normativa ISO 12944-2.

### 12.2.2. CONDICIONES DE VIENTO

La distribución anual de viento para un emplazamiento se especifica normalmente por una distribución de Weibull. Esta distribución viene descrita por el factor de escala A y el factor de forma k. El factor A es proporcional a la velocidad media del viento y el factor k define la forma de la distribución para diferentes velocidades de viento. La intensidad de turbulencia es el parámetro que cuantifica las variaciones instantáneas en la velocidad de viento.

Las condiciones de diseño del aerogenerador se indican a continuación:

PARÁMETRO	IEC - IIA
Densidad media del aire ( $\text{kg/m}^3$ )	1,225
Velocidad media del viento (m/s)	7,5
Factor de escala Weibull, A	8,46
Factor de forma Weibull, k	2
Intensidad de turbulencia at 15 m/s (%)	16
Velocidad media de viento de referencia diezminutal a la altura del buje (m/s)	37,5
Velocidad de viento extrema de 3 seg a la altura del buje (m/s)	52,5

Tabla 1. Parámetros de diseño del aerogenerador



## 12.3. ESTÁNDARES DE DISEÑO

El aerogenerador estará diseñado, fabricado y validado siguiendo procedimientos y procesos que cumplen con los siguientes códigos o estándares utilizados para la certificación por un organismo externo.

### 12.3.1. GENERAL

NORMA	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN
IEC-RE Operational Document (OD-501)	Esquema de Certificación de tipo y componente	
IEC 61400-1	Aerogeneradores – Requisitos de diseño	4 (2019)
IEC 61400-11	Técnicas de medición de ruido acústico	2012
IEC 61400-12-1	Medidas de rendimiento de energía para la producción de electricidad en aerogeneradores	1 (2017)
IEC 61400-13	Medición de cargas mecánicas	2015
IEC 61400-23	Prueba estructural a plena escala de las palas del rotor	1 (2014)
EN 10025-1	Productos laminados en caliente de aceros estructurales – Condiciones de suministro técnicas generales	2004
EN 10025-2	Productos laminados en caliente de aceros estructurales – Condiciones técnicas de suministro para aceros estructurales sin alear	2004
EN 10025-3	Productos laminados en caliente de aceros estructurales – Condiciones técnicas de suministro para aceros estructurales de grano fino soldables laminados normalizados	2004
EN 10029	Placas de acero laminadas en caliente de 3 mm de espesor o superior – Tolerancia en dimensiones, forma y masa	2010
EN 10083-1	Aceros templados y revenidos – Condiciones técnicas de suministro para aceros especiales (eje principal)	2006
EN 1563	Cimentación – Hierros colados de grafito esferoidal	2012
EN 1993-1-8	Diseño de estructuras de acero – Juntas	2005 (Ac.2009)
EN 1999-1-1	Diseño de estructuras de aluminio – Reglas estructurales generales	2008
ISO 16281	Rodamientos – Métodos para calcular la vida útil de referencia modificada para rodamientos con carga universal	2008

ISO 281	Rodamientos – Clasificaciones de carga dinámica y vida útil – Factor aDIN de modificación de la vida y cálculo de la vida útil modificada	2007
ISO 76	Rodamientos – Clasificaciones de carga estática	2006
ISO 898-1	Propiedades mecánicas de los sujetadores de acero al carbono y acero aleado – Pernos, tornillos y espárragos con clases de propiedades específicas – Rosca gruesa y rosca de paso fino	2013
VDI 2230-1	<i>Cálculo sistemático de uniones atornilladas sometidas a grandes esfuerzos – Uniones con un perno cilíndrico</i>	2016
ISO 4413-1	<i>Energía de fluidos hidráulicos – Reglas generales y requisitos de seguridad para sistemas y sus componentes</i>	2011
DIN 51524-3	<i>Fluidos a presión – Aceites hidráulicos – Aceites hidráulicos HVLP: Requisitos mínimos</i>	1990
ISO 16889	<i>Energía de fluidos hidráulicos – Filtros – Método multipaso para evaluación del rendimiento de la filtración de un elemento filtrante</i>	2008
UNE-EN 14359	<i>Acumuladores de gas para aplicaciones de fluidos</i>	2008 (+A1: 2011)
PED 2014/68/EU	<i>Directiva de equipos a presión</i>	2014
DNV-DS-J102	<i>Diseño y fabricación de palas de aerogenerador offshore y onshore</i>	2010
DNVGL-ST-0126	<i>Estructuras de soporte para aerogeneradores</i>	2016
DIBt	Política de aerogeneradores - Efectos y pruebas de estabilidad para la torre y cimientos, cuarta edición	Octubre 2012 /Marzo 2015

### 12.3.2. COMPONENTES MECÁNICOS

NORMA	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN
IEC 61400-4	Caja de cambios de aerogeneradores – Requisitos de Diseño	2012

### 12.3.3. COMPONENTES ELÉCTRICOS

NORMA	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN
IEC 61400-21	Sistemas de aerogeneradores – Medición y evaluación de las características de calidad de la energía de las turbinas eólicas conectadas a la red	2008
IEC 61400-24	Turbinas eólicas – Protección contra rayos	1 (2010)
IEC 60076-16	Transformadores de potencia – Transformadores para aplicaciones de turbinas eólicas	2018
EN 60204-1	Seguridad de maquinaria – Equipo eléctrico de máquinas – Requisitos generales	2006 (+correct 2010)
EN 61000-6-2	Compatibilidad electromagnética (EMC) – Estándares genéricos – Inmunidad para entornos industriales	2005
EN 61000-6-4	Compatibilidad electromagnética (EMC) – Estándares genéricos – Emisiones estándar para entornos industriales	2007
EN 61439-1	Conjuntos de equipos de distribución y control de baja tensión – Reglas generales	2014
EN 61439-2	Conjuntos de equipos de distribución y control de baja tensión – Aparamenta y conjuntos de equipos de control	2011
2014/35/EU	Directiva de baja tensión	2014
2014/30/EU	Directiva EMC	2014

### 12.3.4. CALIDAD

NORMA	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN
EN ISO 9001	Sistemas de gestión de calidad – Requisitos	2015

### 12.3.5. SEGURIDAD Y SALUD

NORMA	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN
2006/42/EC	Directiva de maquinaria	2006
EN 50308	Aerogeneradores - Medidas de protección - Requisitos para el diseño, operación y mantenimiento	2004

OSHA 2005	Requisitos para espacios libres en puertas, escotillas y jaulas	2005
EN ISO 12100	Seguridad de las máquinas - Conceptos básicos, principios generales para el diseño – Evaluación y reducción de riesgos	2011
EN ISO 13849-1	Seguridad de las máquinas – Partes del sistema de control relacionadas con la seguridad – Principios generales de diseño	2015
EN ISO 13849-2	Seguridad de las máquinas – Partes del sistema de control relacionadas con la seguridad – Validación	2013

### 12.3.6. CORROSIÓN

NORMA	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN
EN ISO 12944-1	Pinturas y barnices – Protección contra la corrosión de estructuras de acero mediante sistemas de pintura protectora – Introducción general (clase C3 a C4)	2017

## 12.4. PRESTACIONES

A continuación, se detallan principales prestaciones del aerogenerador.

### 12.4.1. CONDICIONES DE ARRANQUE Y PARADA POR VELOCIDAD DE VIENTO

Las condiciones de arranque y parada del aerogenerador SG 5 MW - 170 por velocidad de viento son las siguientes:

- Velocidad mínima de viento de corte (Cut-In): 3 m/s
- Velocidad máxima de viento de corte (Cut-Out): 25 m/s
- Velocidad de viento para reinicio tras corte (Re-Cut): 22 m/s
- Velocidad constante de viento sin turbulencia: 11 m/s

### 12.4.2. CONDICIONES PARA CURVA DE POTENCIA Y VALORES CT

<b>Wind Shear (10min average)</b>	$\leq 0.3$
<b>Turbulence intensity TI [%] for bin i</b>	$5\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i} < TI_i < 12\% \frac{(0.75v_i + 5.6)}{v_i}$
<b>Terrain</b>	Not complex according to IEC 61400-12-1
<b>Upflow <math>\beta</math> [°]</b>	$-2^\circ \leq \beta \leq +2^\circ$
<b>Grid frequency [Hz]</b>	$\pm 0.5$ Hz

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

SG 5.0-170 Power curves [kW]									
Ws hub [m/s]	Air density [kg/m³]								
	1,225	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
3,0	89	75	77	80	82	85	88	90	93
3,5	178	145	151	157	163	169	175	181	187
4,0	328	272	282	292	302	312	323	333	343
4,5	522	439	454	470	485	500	515	530	545
5,0	758	644	665	686	706	727	748	769	789
5,5	1040	888	916	944	971	999	1027	1054	1082
6,0	1376	1179	1215	1250	1286	1322	1358	1394	1430
6,5	1771	1521	1566	1612	1657	1703	1748	1794	1839
7,0	2230	1919	1976	2032	2089	2146	2202	2259	2315
7,5	2757	2377	2446	2516	2585	2654	2723	2792	2860
8,0	3344	2893	2976	3059	3141	3223	3304	3384	3464
8,5	3953	3451	3547	3641	3733	3823	3911	3995	4078
9,0	4512	4013	4115	4211	4304	4391	4473	4550	4623
9,5	4952	4522	4617	4704	4783	4856	4921	4982	5000
10,0	5000	4929	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
10,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
11,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
11,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
12,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
12,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
13,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
13,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
14,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
14,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
15,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
15,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
16,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
16,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
17,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
17,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
18,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
18,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
19,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
19,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
20,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
20,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
21,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
21,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
22,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
22,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
23,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
23,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
24,0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
24,5	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
25,0	4964	4964	4964	4964	4964	4964	4964	4964	4964

## 12.5. 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.

## 13. MEDIDAS PREVISTAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 13.1. 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).



### 13.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. NORMAS GENERALES

#### 13.3.1. 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.

#### 13.3.2. 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.

### 13.3.3. 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 CO<sub>2</sub>, 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.

### 13.3.4. 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 CO<sub>2</sub>, 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.

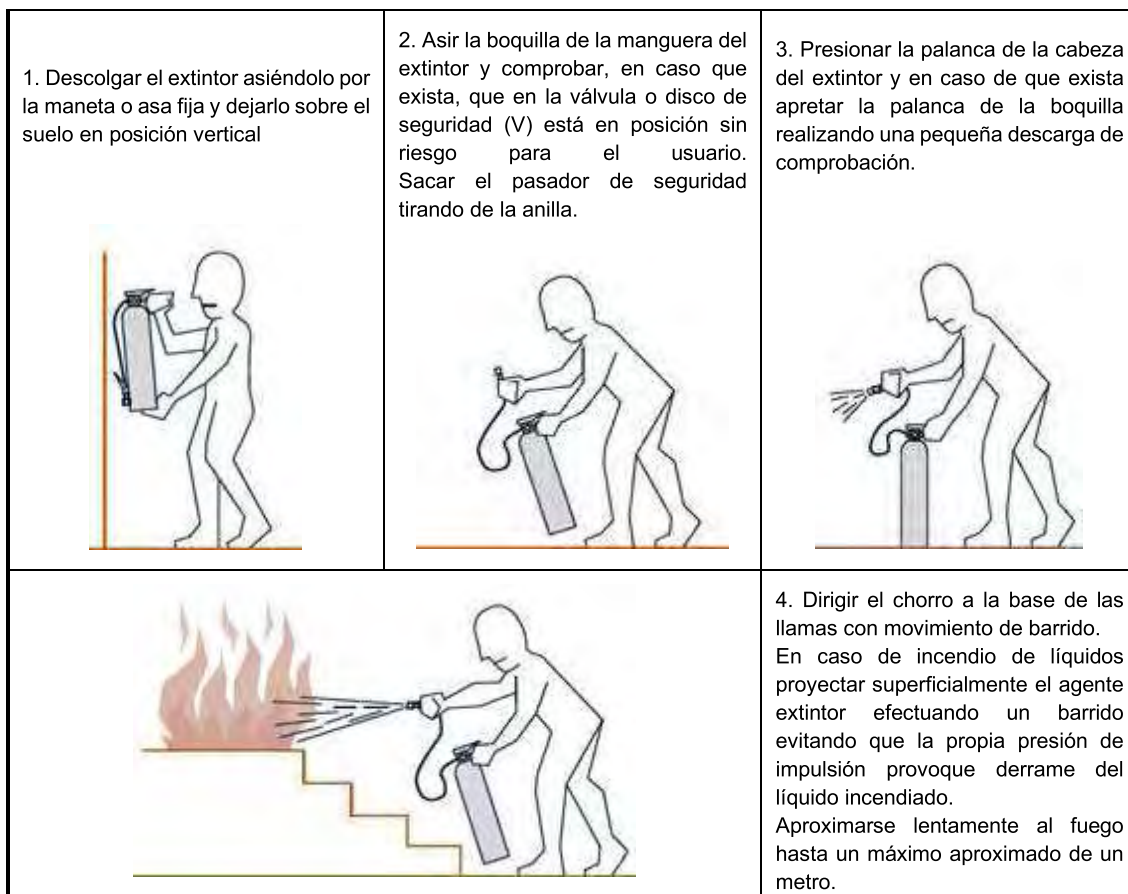


Figura 6: Reglas generales de uso de un extintor de incendios portátil

- 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.

## 13.5. EQUIPOS DE EXTINCIÓN.

### 13.5.1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

En el centro de seccionamiento se instalarán los siguientes equipos:

- 1 Extintor 5Kg CO<sub>2</sub> – Eficacia 89B (Equipos Eléctricos)
- 1 Extintor 6Kg Polvo ABC – Eficacia 27A/183B (Fuegos Exteriores)

### 13.5.2. 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

### 13.5.3. 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.

### 13.5.4. EXTINTOR MONTADO EN LA BASE DE LA TORRE

El extintor montado en la base de la torre será de 5 kg de CO<sub>2</sub>, 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.

### 13.5.5. EXTINTOR MONTADO EN LA NACELLE

El extintor montado en la nacelle será de 5 kg de CO<sub>2</sub>, 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.

### 13.5.6. 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  $60^{\circ}\text{C}$  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:

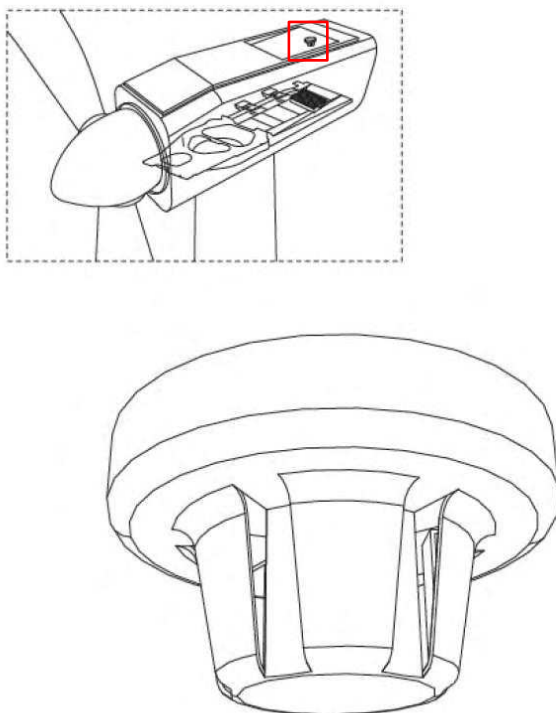


Figura 7: Ubicación sensor de humos en nacelle



### 13.5.7. 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.

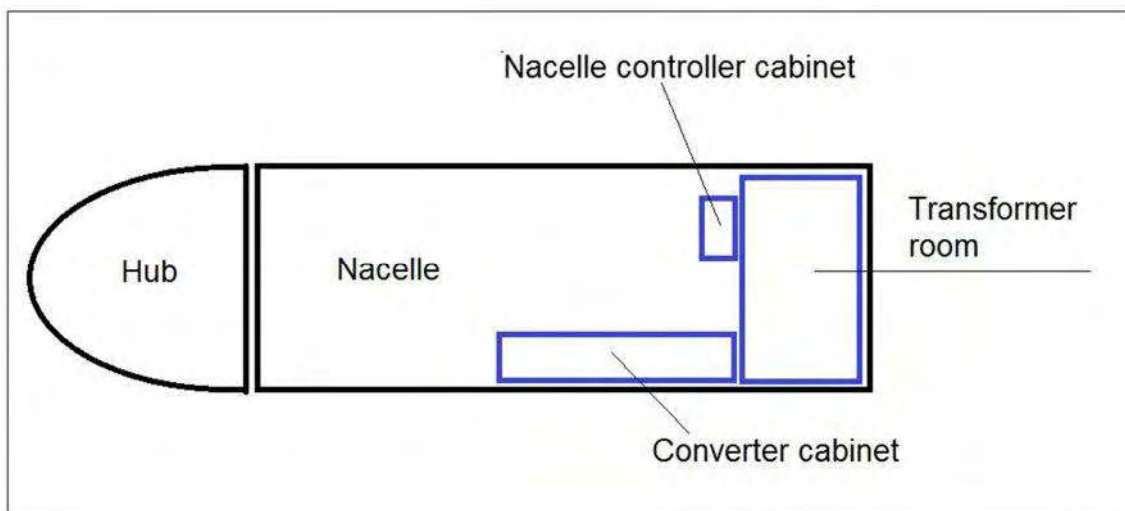


Figura 8: Zonas de instalación del FSS

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.

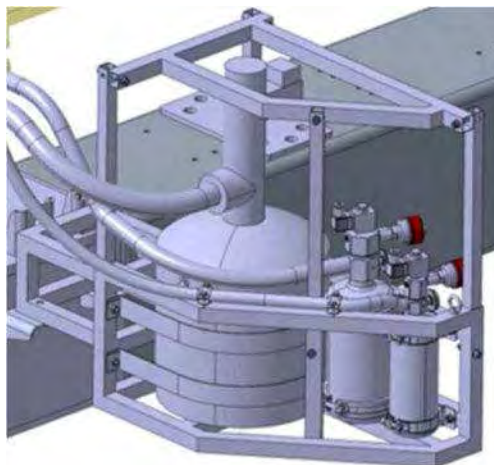


Figura 9: Tanques de almacenamiento de agente supresor

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.

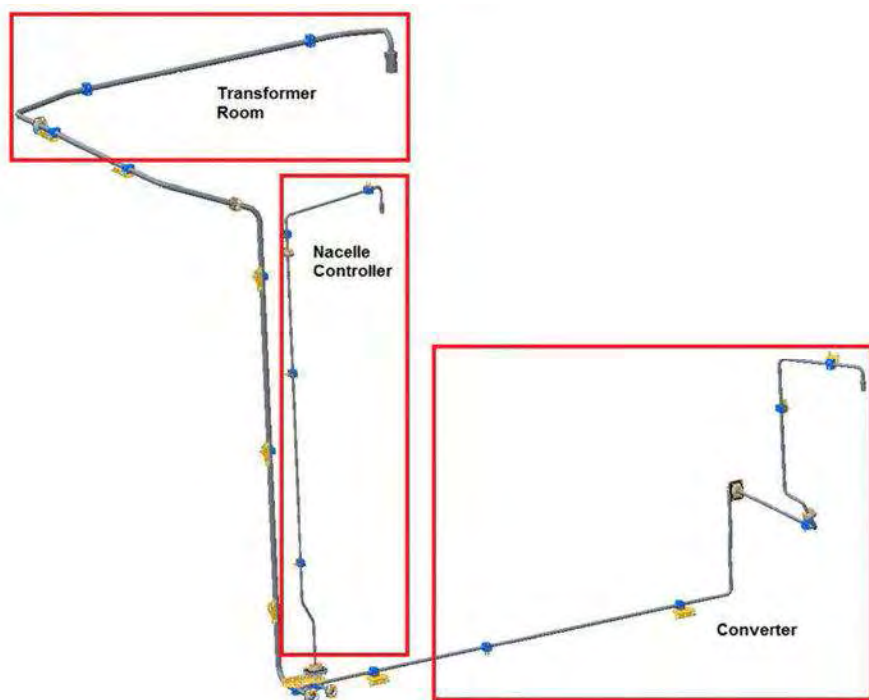


Figura 10: Sistema de tuberías para distribución de agente supresor

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.

## 14. ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES A LAS DISPOSICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

### 14.1. 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.

## 14.2. NORMAS DE SEGURIDAD DE ESPACIOS DE TRABAJO EN GENERAL

### 14.2.1. 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 m<sup>2</sup> de superficie libre por trabajador.
- 10 m<sup>3</sup>, 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, rejillas 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.

#### 14.2.2. 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.

#### 14.2.3. 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.

#### 14.2.4. 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.

#### 14.2.5. 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.

#### 14.2.6. 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.

#### 14.2.7. 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.

#### 14.2.8. 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.

#### 14.2.9. 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.

#### 14.2.10. 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.

#### 14.2.11. 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.

#### 14.2.12. 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.

#### **14.2.13. 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.

#### **14.2.14. 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.

### 14.3. 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.

#### 14.3.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA

##### 14.3.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

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

##### 14.3.1.2. 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.

##### 14.3.1.3. 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.

#### 14.3.1.4. 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.

#### 14.3.2. CAMIÓN GRÚA

##### 14.3.2.1. 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.

##### 14.3.2.2. 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.

##### 14.3.2.3. 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.

#### 14.3.2.4. 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.

#### 14.3.3. RETROEXCAVADORA

##### 14.3.3.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

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

##### 14.3.3.2. 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.

##### 14.3.3.3. 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.

#### 14.3.3.4. 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.

#### 14.3.4. GRÚA TORRE. GRÚA MÓVIL

##### 14.3.4.1. 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, arriostamiento deficiente, etc.

##### 14.3.4.2. 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.

#### 14.3.4.3. 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.

#### 14.3.4.4. 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.

### 14.3.5. SOLDADURA

#### 14.3.5.1. 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.

#### 14.3.5.2. 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.

**14.3.5.3. 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.

**14.3.6. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO**

**14.3.6.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES**

- Proyección de partículas y polvo.



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

#### 14.3.6.2. 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.

#### 14.3.6.3. PROTECCIONES PERSONALES

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

#### 14.3.6.4. 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.

### 14.3.7. COMPRESOR

#### 14.3.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

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

#### 14.3.7.2. 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.

#### 14.3.8. SIERRA CIRCULAR

##### 14.3.8.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

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

##### 14.3.8.2. 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.

##### 14.3.8.3. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad.

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

#### 14.3.8.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

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

## 14.4. 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.

### 14.4.1. 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.

### 14.4.2. 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.

#### 14.4.3. 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.

#### 14.4.4. 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.

#### 14.4.5. 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.

#### 14.4.5.1. 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

#### 14.4.5.2. 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.

#### 14.4.5.3. 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.

#### 14.4.5.4. 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.



#### 14.4.5.5. 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.

#### 14.4.5.6. 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.

#### 14.4.6. 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.

## 14.5. NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN AEROGENERADORES

### 14.5.1. 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.

### 14.5.2. 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.

### 14.5.3. 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 desgarro, 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.

#### 14.5.4. 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.

#### 14.5.5. 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.

#### 14.5.6. 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.

#### 14.5.7. 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.



#### 14.6. 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.

## 14.7. 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.

#### 14.8. 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 "Hoyalta" 50 MW

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, Julio de 2.022



## ***Proyecto de Ejecución***

# ***II. Pliego de Condiciones***

**Parque Eólico “Hoyalta” 50 MW**

**Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios (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/mm<sup>2</sup>.
  - 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/m<sup>3</sup> 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/cm<sup>2</sup>. 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/mm<sup>2</sup> de conductor en los cables de cobre ni 3 Kg/mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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 "Hoyalta" 50 MW

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, Julio de 2.022



## ***Proyecto de Ejecución***

# ***III. Presupuesto***

**Parque Eólico “Hoyalta” 50 MW**

**Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios (Teruel)**

## Presupuesto. Proyecto de Ejecución Parque Eólico "Hoyalta" 50 MW

### Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

#### CAPITULO A1: OBRA CIVIL

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A1.1	15.242	Ml. Viales	13,50	205.767,00
A1.2	0	Ml. Adecuación viales existentes	7,50	0,00
A1.3	9.248	Ml. zanja canalización eléctrica	12,50	115.600,00
A1.4	10	Plataformas de montaje aerogeneradores	22.500,00	225.000,00
A1.5	10	Cimentaciones Aerogeneradores	56.250,00	562.500,00
A1.6	80	Ml. Zanjas protegidas en cruces de caminos, etc...	35,00	2.800,00
A1.7	1	Accesos parques, movimiento de tierras	16.875,00	16.875,00
A1.8	1	Accesos parques, drenajes y afirmado	18.750,00	18.750,00
A1.9	1	Accesos parques, señalización	4.688,00	4.688,00
A1.10	4.435	m2 desbroce capa vegetal SET	1,75	7.761,25
A1.11	1.700	m3 desmonte, relleno y compactación 95% SET	8,40	14.280,00
A1.12	1	Cimentaciones pórtico, alumbrado y aparamenta SET	11.875,00	11.875,00
A1.13	1	Ud. bancada transformador de potencia	9.000,00	9.000,00
A1.14	1	Ud. Playa de aproximación de transformador de potencia	3.750,00	3.750,00
A1.15	1	Ud. Suministro e instalación depósito para almacenamiento de aceite	7.500,00	7.500,00
A1.16	700	m2 vial interior SET	31,25	21.875,00
A1.17	204	m2 cerramiento perimetral SET	81,25	16.575,00
A1.18	1	Ud. Puerta acceso principal y de servicio SET	2.000,00	2.000,00
A1.19	1	Edificio de control SET	112.500,00	112.500,00
A1.20	198	m cuneta perimetral SET para desvío de aguas pluviales hasta cauce natural	93,75	18.562,50
A1.21	150	m canalización prefabricada para cables de control y de potencia	187,50	28.125,00
A1.22	2.426	m2 extendido capa de grava SET	2,25	5.458,50
<b>Total CAPITULO A1: OBRA CIVIL</b>				<b>1.411.242,25</b>

#### CAPITULO A2: MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A2.1	10	Transporte, montaje, instalación y puesta en marcha aerogenerador	237.500,00	2.375.000,00
<b>Total CAPITULO A2: MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES</b>				<b>2.375.000,00</b>

### CAPITULO A3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A3.1	10	Descarga, instalación, nivelación, anclaje, conexonado y puesta en marcha de transformador de distribución	0,00 *	0,00 *
A3.2	300	Ml. Suministro y tendido de bandeja galvanizada tipo Rejiband, de 400 mm ancho y 63 mm alto	0,00 *	0,00 *
A3.3	3.600	Suministro, tendido y conexonado de cable de Aluminio RHZ1 12/20kV 1x95mm2 Al para enlace entre celda y	0,00 *	0,00 *
A3.4	10	Suministro, instalación y montaje de red de tierras del Centro de Transformación	312,50	3.125,00
<b>Total CAPITULO A3: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN</b>				<b>3.125,00</b>

(\*: 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	53.345	Ml. Suministro y tendido Cable 12/20 kV	9,38	500.376,10
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	30	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	4.687,50
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	16	Conexionado cable 12 F.O. a aerogeneradores	100,00	1.600,00
A4.9	4	Conexionado cable 12 F.O. a SET	100,00	400,00
<b>Total CAPITULO A4: RED DE MEDIA TENSIÓN</b>				<b>577.554,10</b>

## CAPITULO A.5: SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
A5.1	3.200	m conductor de cobre desnudo de 120 mm2, enterrado a 0,8 m de profundidad	12,75	40.800,00
A5.2	160	m conductor de cobre desnudo de 95 mm2, tendido en canalizaciones como tierra de acompañamiento	2,40	384,00
A5.3	5	Montaje celdas 24 kV	450,00	2.250,00
A5.4	1	Celda alojamiento trafo servicios auxiliares	2.310,00	2.310,00
A5.5	1	Puente de cables celda general - trafo	18.750,00	18.750,00
A5.6	2	Ud. Caja de formación de corriente alterna CFA, continua CFC de parque, intensidades y tensiones	1.500,00	3.000,00
A5.7	1	Ud. Estructuras metálicas soporte de apartamento, incluido suministro y montaje	30.000,00	30.000,00
A5.8	1	Ud. Estructuras metálicas transformadores de potencia, incluido suministro y montaje	1.560,00	1.560,00
A5.9	1	Ud. Estructura metálica galvanizada para cajas de formación de corriente continua y alterna de parque, incluido suministro y montaje	375,00	375,00
A5.10	20	ml. tubo de cobre 50x5, para montaje en intemperie. (salida transformador 20 kV)	2,75	55,00
A5.11	120	ml. conductor de aluminio - acero LA-545 (CARDINAL)	5,32	638,40
A5.12	1	Ud. Piezas de conexión 220 kV, cable LA-545	1.750,00	1.750,00
A5.13	3	ml. cable cobre desnudo conexión embarrado lado de 20 kV con autoválvulas	3,00	9,00
A5.14	1	Ud piezas de conexión salida transformador lado 20 kV	250,00	250,00
A5.15	250	ml. conexiones transformador - celdas	10,63	2.657,50
A5.16	1	Partida botellas terminal	175,00	175,00
A5.17	1	Ud. Conexionado de transformador de potencia	5.625,00	5.625,00
A5.18	5	Ud. montaje de seccionador 220 kV	500,00	2.500,00
A5.19	3	Ud. montaje de interruptor 220 kV	350,00	1.050,00
A5.20	9	Ud. montaje pararrayos autoválvulas 220KV	95,00	855,00
A5.21	9	Ud. montaje de transformador de intensidad de 220 kV	100,00	900,00
A5.22	3	Ud. montaje de transformador de tensión de 220 kV	100,00	300,00
A5.23	3	Ud. montaje de pararrayos autoválvula de 24 kV	50,00	150,00
A5.24	1	Ud. Interconexión equipos	2.500,00	2.500,00
A5.25	1	Ud. Pruebas	2.062,50	2.062,50
<b>Total CAPITULO A.5: SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA</b>				<b>120.906,40</b>

## Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Capitulo	TOTAL EUR
A1 OBRA CIVIL	1.411.242,25
A2 MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES	2.375.000,00
A3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	3.125,00
A4 RED DE MEDIA TENSIÓN	577.554,10
A5 SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA	120.906,40
<b>Total Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)</b>	<b>4.487.827,75</b>

## Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

### CAPITULO B1: TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B1.1	10	Transformador trifásico de distribución, seco encapsulado, 6.220 KVA, 20/0'69 kV	0,00 *	0,00 *
B1.2	1	Transformador 220/20 50 MVA ONAN / 60 MVA ONAF	500.000,00	500.000,00
<b>Total CAPITULO B1: TRANSFORMADORES DE POTENCIA</b>				<b>500.000,00</b>

(\*: 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	10	Torre metálica en tramos embridados	474.125,00	4.741.250,00
B2.2	10	Nacelle, rotor y cuadros ground	1.538.276,00	15.382.760,00
<b>Total CAPITULO B2: AEROGENERADORES</b>				<b>20.124.010,00</b>

### CAPITULO B3: APARAMENTA Y EQUIPOS SUBESTACIÓN

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
B3.1	5	Seccionadores 245KV con cuchillas p.a.t.	11.250,00	56.250,00
B3.2	3	Interruptores SF6 245KV, 40KA, In=2.500A	45.000,00	135.000,00
B3.3	9	Pararrayos autoválvulas, 220KV, 10KA	1.190,00	10.710,00
B3.4	9	Transformadores de intensidad 245KV, 5 secundarios	10.000,00	90.000,00
B3.5	3	Transformadores de tensión 245KV	10.000,00	30.000,00
B3.6	1	Celdas 24KV (Salida a trafo)	19.500,00	19.500,00
B3.7	3	Celdas 24KV (Alineación de ae)	12.000,00	36.000,00
B3.8	1	Celda 24 kV protección Trafo Servicios Auxiliares	5.940,00	5.940,00
B3.9	1	Transformador servicios auxiliares	5.625,00	5.625,00
B3.10	3	Pararrayos autoválvulas, 24KV, 10KA	500,00	1.500,00
B3.11	9	Ud. Contador de descargas autoválvulas pararrayos	188,00	1.692,00
B3.12	1	Cuadros de control	10.000,00	10.000,00
B3.13	1	Protecciones	17.815,00	17.815,00
B3.14	1	Cuadro servicios auxiliares	7.500,00	7.500,00
B3.15	1	Baterías CC	18.125,00	18.125,00
B3.16	1	Equipos de medida	4.000,00	4.000,00
B3.17	1	Alumbrado	5.625,00	5.625,00
<b>Total CAPITULO B3: APARAMENTA Y EQUIPOS SUBESTACIÓN</b>				<b>455.282,00</b>

## Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Capítulo	TOTAL EUR
B1 TRANSFORMADORES DE POTENCIA	500.000,00
B2 AEROGENERADORES	20.124.010,00
B3 APARAMENTA Y EQUIPOS SUBESTACIÓN	455.282,00
<b>Total Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (EUR)</b>	<b>21.079.292,00</b>



## Apartado C) OTROS

### CAPITULO C1: HONORARIOS PROFESIONALES

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
C1.1	p/a	Honorarios profesionales (Proyecto)	958.800,00	958.800,00
C1.2	p/a	Honorarios profesionales (Dirección Obra)	639.200,00	639.200,00
Total CAPITULO C1: HONORARIOS PROFESIONALES				1.598.000,00

### CAPITULO C2: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL

Partida	Uds.	Descripción	EUR/Ud.	TOTAL EUR
C2.1	p/a	Gastos generales	2.556.750,00	2.556.750,00
C2.2	p/a	Beneficio industrial	3.835.100,00	3.835.100,00
Total CAPITULO C2: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL				6.391.850,00

## Apartado C) OTROS

Capitulo	TOTAL EUR
C1 HONORARIOS PROFESIONALES	1.598.000,00
C2 GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	6.391.850,00
Total Apartado C) OTROS (EUR)	7.989.850,00

## Presupuesto. Proyecto de Ejecución Parque Eólico "Hoyalta" 50 MW

Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		TOTAL EUR
A1	OBRA CIVIL	1.411.242,25
A2	MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES	2.375.000,00
A3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	3.125,00
A4	RED DE MEDIA TENSIÓN	577.554,10
A5	SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA	120.906,40
<b>Total Apartado A) PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (EUR)</b>		<b>4.487.827,75</b>
Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS		TOTAL EUR
B1	TRANSFORMADORES DE POTENCIA	500.000,00
B2	AEROGENERADORES	20.124.010,00
B3	APARAMENTA Y EQUIPOS SUBESTACIÓN	455.282,00
<b>Total Apartado B) PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS (EUR)</b>		<b>21.079.292,00</b>
Apartado C) OTROS		TOTAL EUR
C1	HONORARIOS PROFESIONALES	1.598.000,00
C2	GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL	6.391.850,00
<b>Total Apartado C) OTROS (EUR)</b>		<b>7.989.850,00</b>
<b>Total PRESUPUESTO</b>		
A	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	4.487.827,75
B	PRESUPUESTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	21.079.292,00
C	OTROS	7.989.850,00
<b>Total PRESUPUESTO (EUR)</b>		<b>33.556.969,75</b>

El presente presupuesto, que comprende la instalación de 10 aerogeneradores, sus correspondientes centros de transformación, red de media tensión, accesos y subestación transformadora, asciende a la cantidad de **33.556.969,75** Euros

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**  
Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717  
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja  
Zaragoza, Julio de 2.022



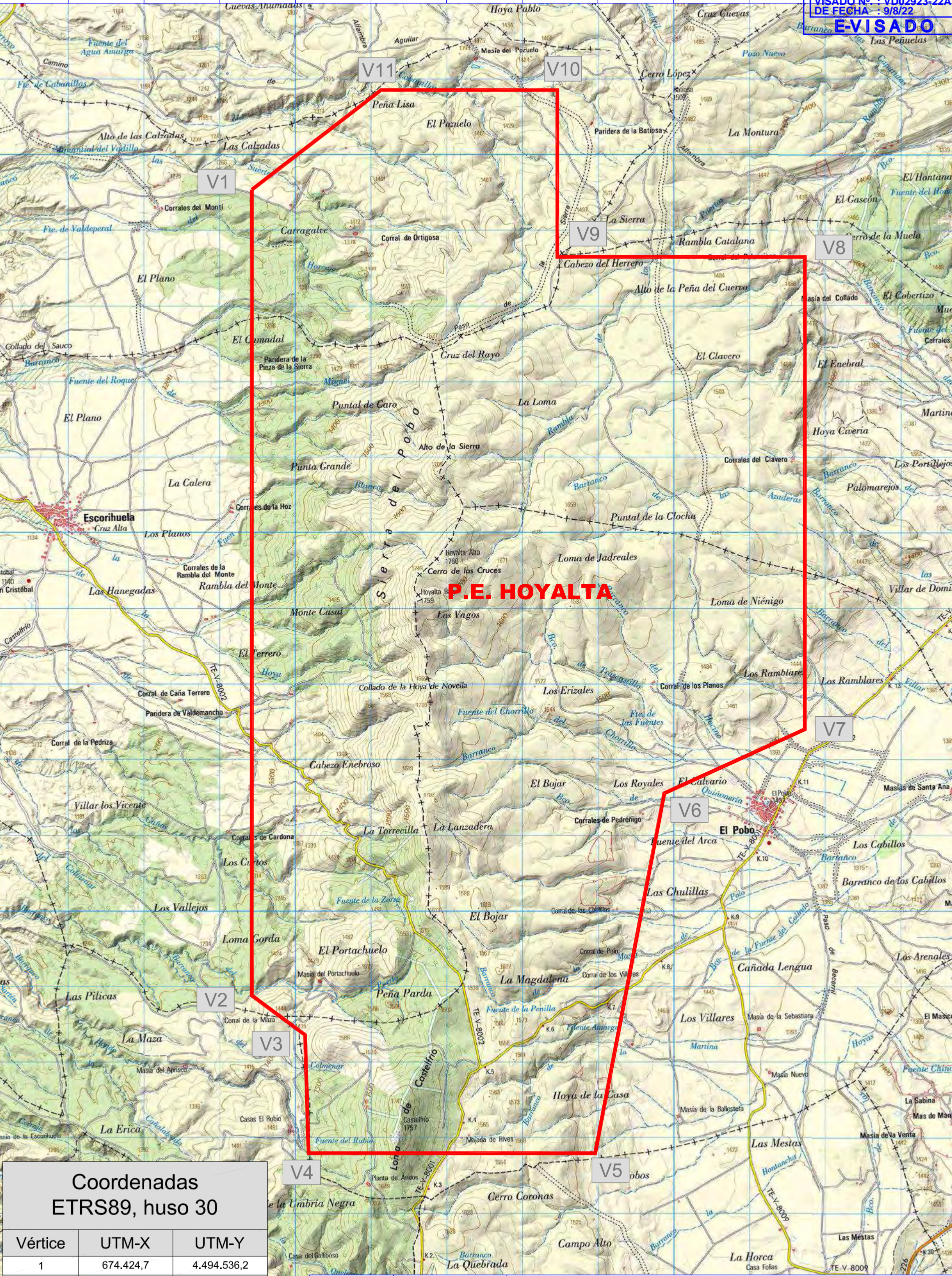
## ***Proyecto de Ejecución***

# ***IV. Planos***

**Parque Eólico “Hoyalta” 50 MW**

**Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios (Teruel)**





Coordenadas ETRS89, huso 30		
Vértice	UTM-X	UTM-Y
1	674.424,7	4.494.536,2
2	674.424,7	4.483.879,2
3	675.127,9	4.483.360,0
4	675.174,6	4.481.795,6
5	678.963,6	4.481.795,6
6	679.877,6	4.486.554,3
7	681.734,7	4.487.400,1
8	681.734,7	4.493.646,9
9	678.463,8	4.493.646,9
10	678.463,8	4.495.854,4
11	676.132,1	4.495.854,4



FIRMA:



D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

**PARQUE EÓLICO HOYALTA**

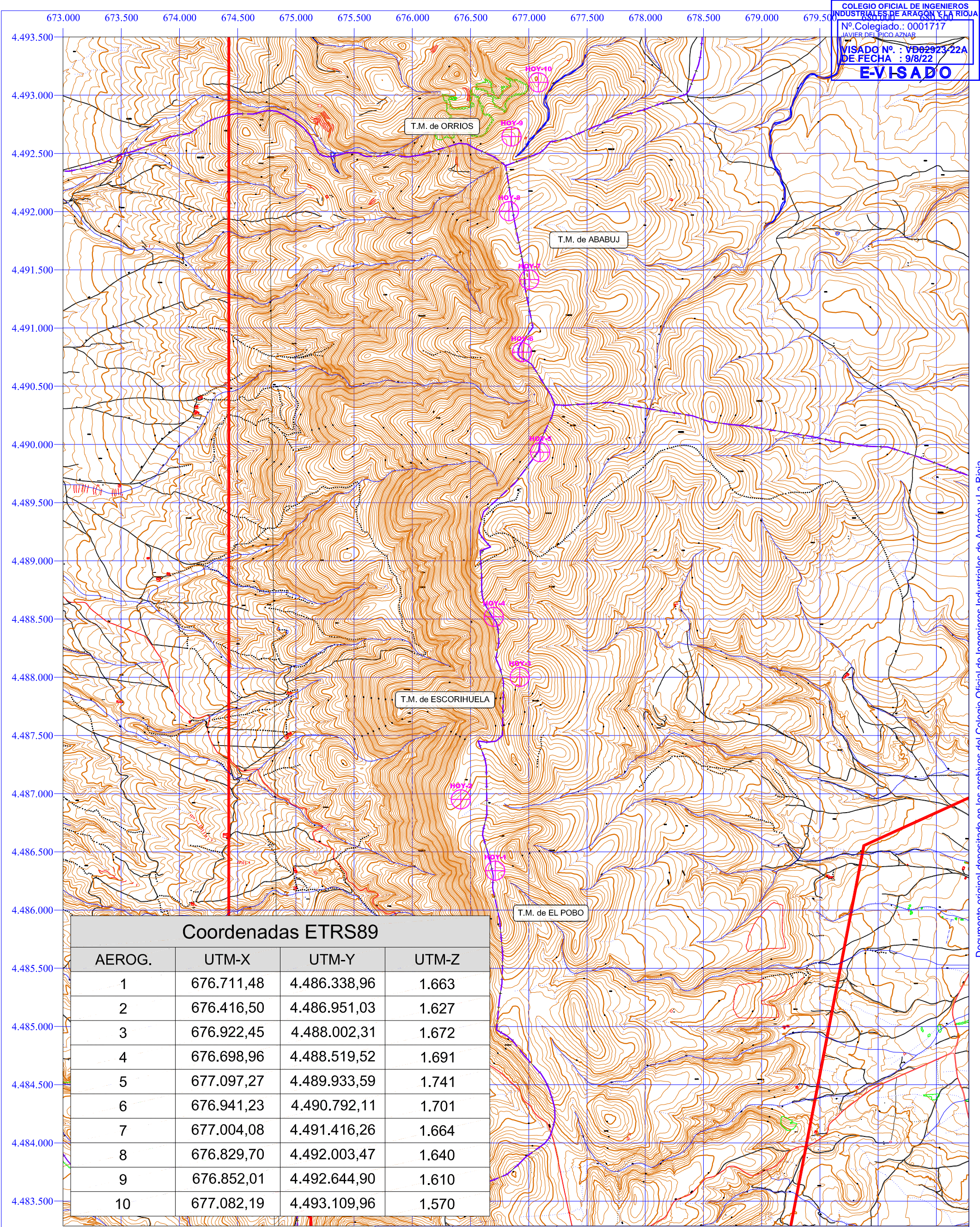
**TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)**

**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

Fecha: 03/06/22  
Nombre: S.S.M.  
Dibujado: 03/06/22  
Comprobado: 03/06/22  
Aprobado: 03/06/22  
O.L.  
J.D.P.

Escala: 1:50.000  
Nº plano: 01





 Poligonal



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

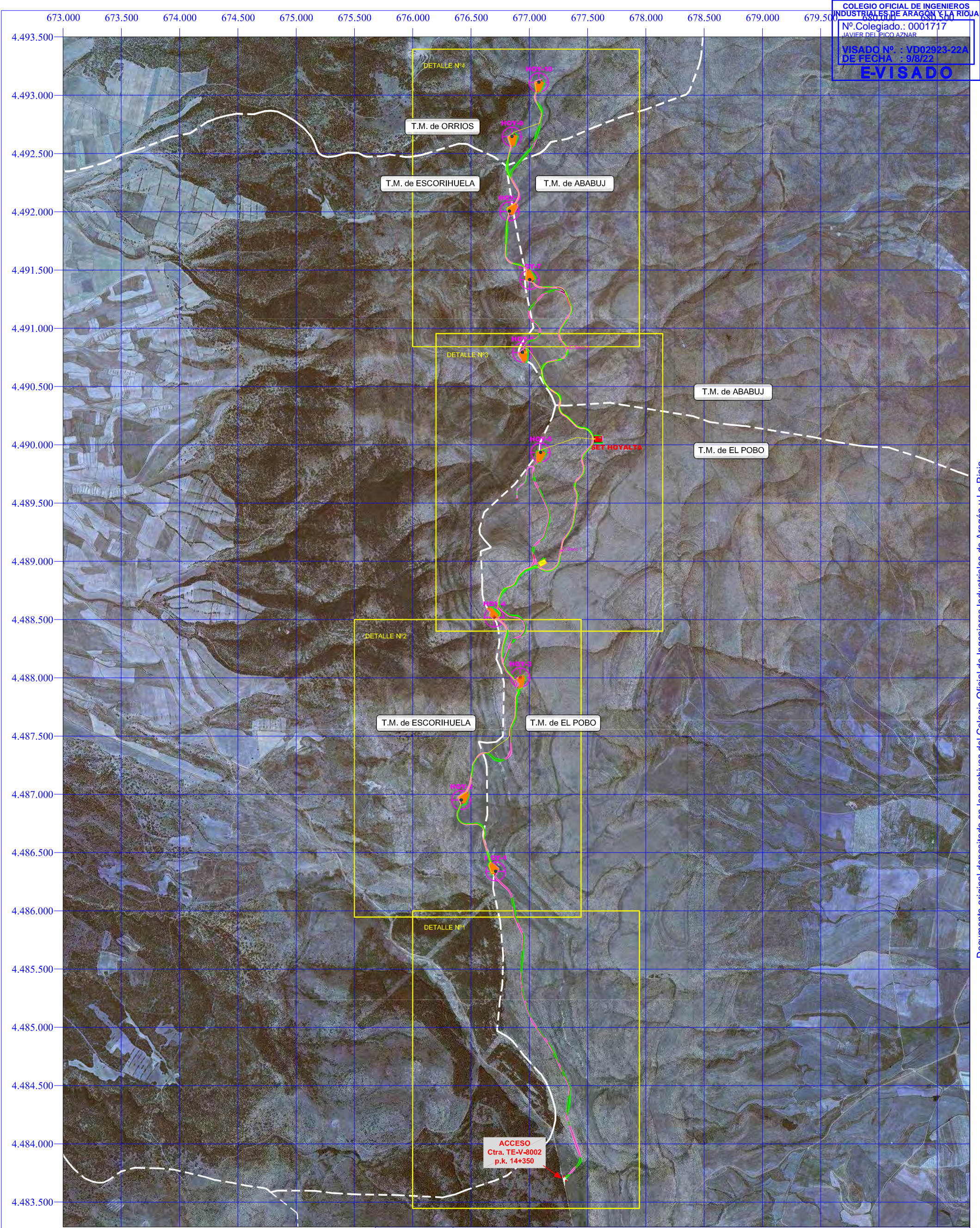
TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

SITUACIÓN DE AEROGENERADORES

Escala:
1:30.000
Nº plano: 02





Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Camino nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

SET Hoyalta

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

S.S.M.

Comprobado:

O.L.

Aprobado:

J.D.P.

LOCALIZACIÓN PUNTO DE ACCESO EN CARRETERA TE-V-8002

Escala:

1:30.000

Nº plano:

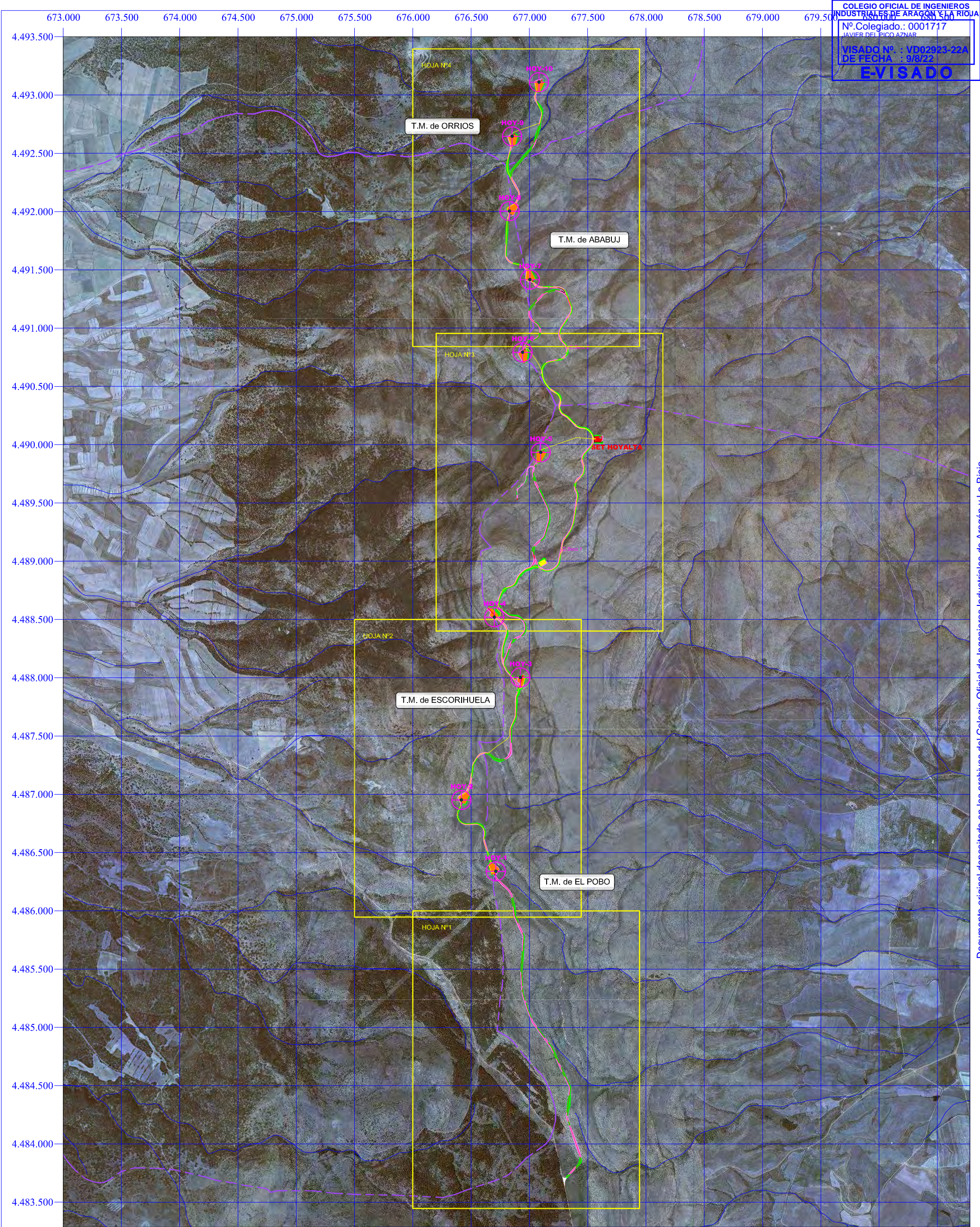
03.00

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coi.ar.e-gestion.es>









 Zona de acopio y montaje

 Zanjas Red Media Tensión

 Caminos nuevos

 Talud desmonte

 Talud terraplén

 Centro de Seccionamiento

 Cimentación aerogenerador

 Límite término municipal

 Plataforma aerogenerador

 Superficie vuelo aerogenerador

 SET Hoyalta

**MOLINOS DEL EBRO**

FIRMA:



D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

Comprobado:

Aprobado:

03/06/2022

03/06/2022

03/06/2022

S.S.M.

O.L.

J.D.P.

**PARQUE EÓLICO HOYALTA**

**TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)**

**INFRAESTRUCTURAS DEL PARQUE EÓLICO (VISTA GENERAL)**

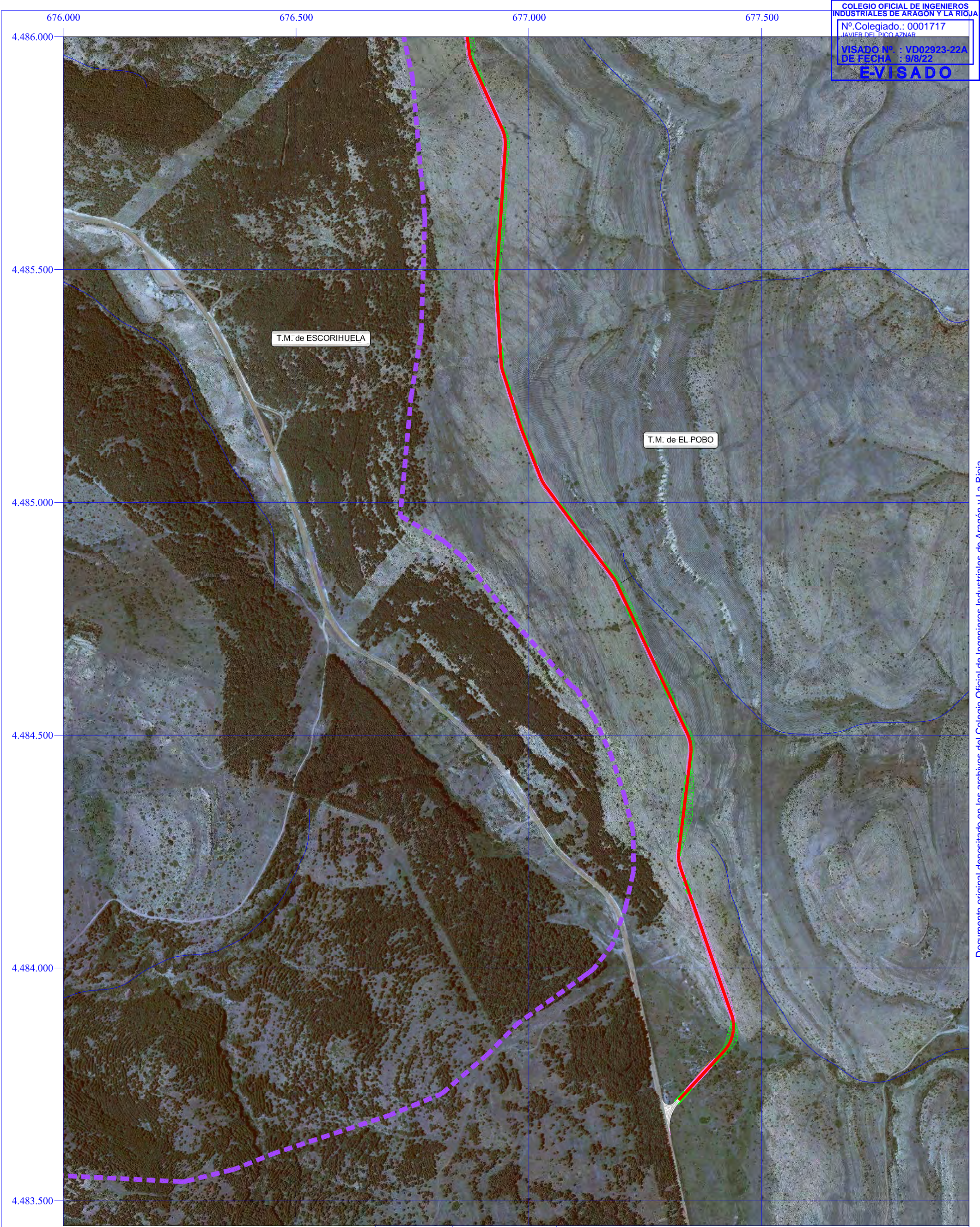
Escala:

1:30.000

Nº plano: 04.00

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coi.ar.e-gestion.es>





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR  
VISADO Nº.: VD02923-22A  
DE FECHA.: 9/8/22  
**E-VISADO**

 Zona de acopio y montaje

 Zanjas Red Media Tensión

 Caminos nuevos

 Talud desmonte

 Talud terraplén

 Centro de Seccionamiento

 Cimentación aerogenerador

 Límite término municipal

 Plataforma aerogenerador

 Superficie vuelo aerogenerador

 SET Hoyalta



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

03/06/2022

S.S.M.

Comprobado:

03/06/2022

O.L.

Aprobado:

03/06/2022

J.D.P.

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

INFRAESTRUCTURAS DEL PARQUE EÓLICO (HOJA Nº 1)

Escala:

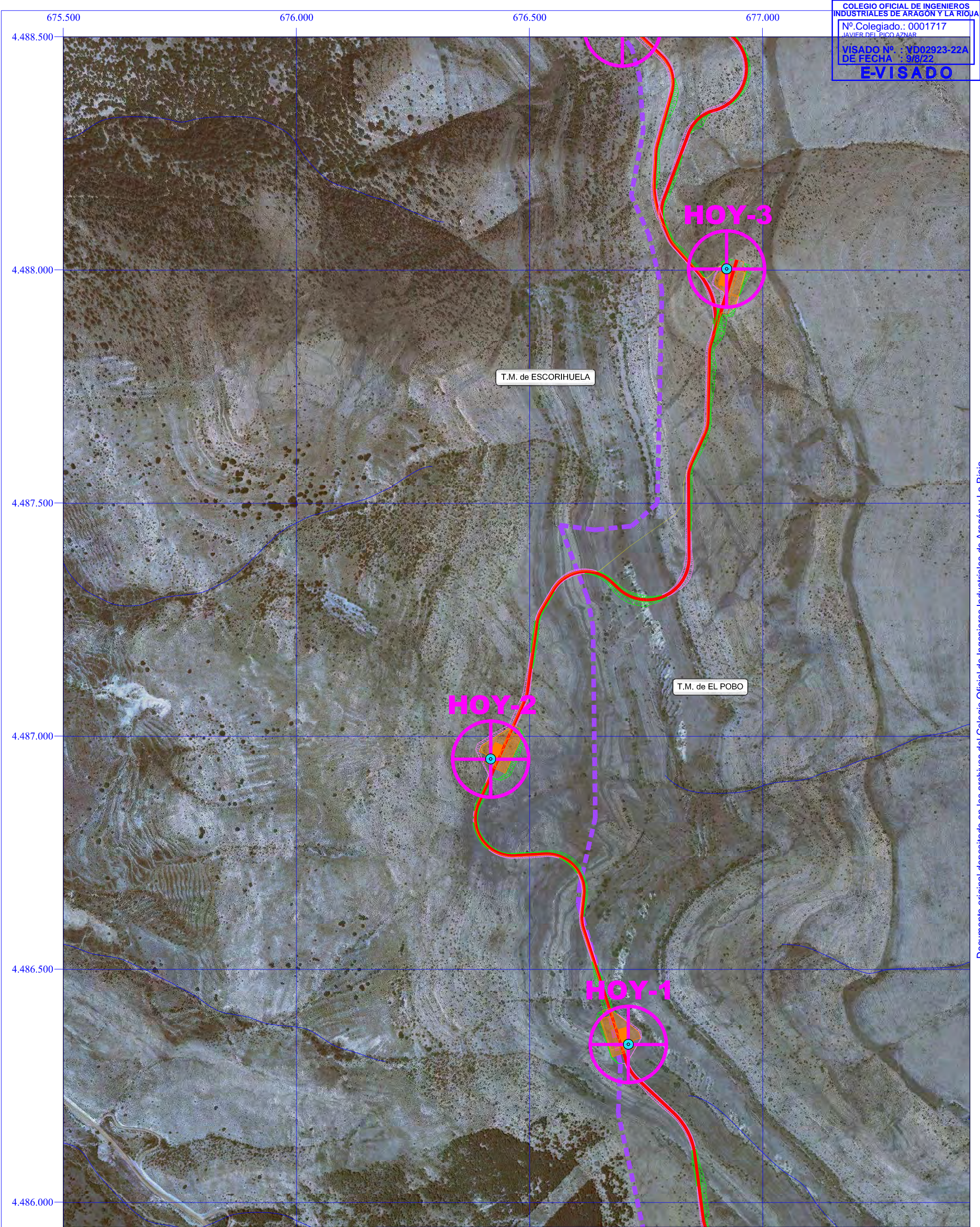
1:7.500

Nº plano:

04.01

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coiia.r.e-gestion.es>





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº. Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR

VISADO Nº. : VD02923-22A  
DE FECHA : 9/8/22

**E-VISADO**

 Zona de acopio y montaje	 Plataforma aerogenerador
 Zanjas Red Media Tensión	 Superficie vuelo aerogenerador
 Caminos nuevos	 SET Hoyalta
 Talud desmonte	
 Talud terraplén	
 Centro de Seccionamiento	
 Cimentación aerogenerador	
 Límite término municipal	



**FIRMA:**



D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

**PARQUE EÓLICO HOYALTA**

**TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)**

	<i>Fecha:</i>	<i>Nombre:</i>	<b>INFRAESTRUCTURAS DEL PARQUE EÓLICO (HOJA Nº 2)</b>	<i>Escala:</i>
<i>Dibujado:</i>	03/06/2022	S.S.M.		1:7.500
<i>Comprobado:</i>	03/06/2022	O.L.		
<i>Aprobado:</i>	03/06/2022	J.D.P.		<i>Nº plano:</i> 04.02

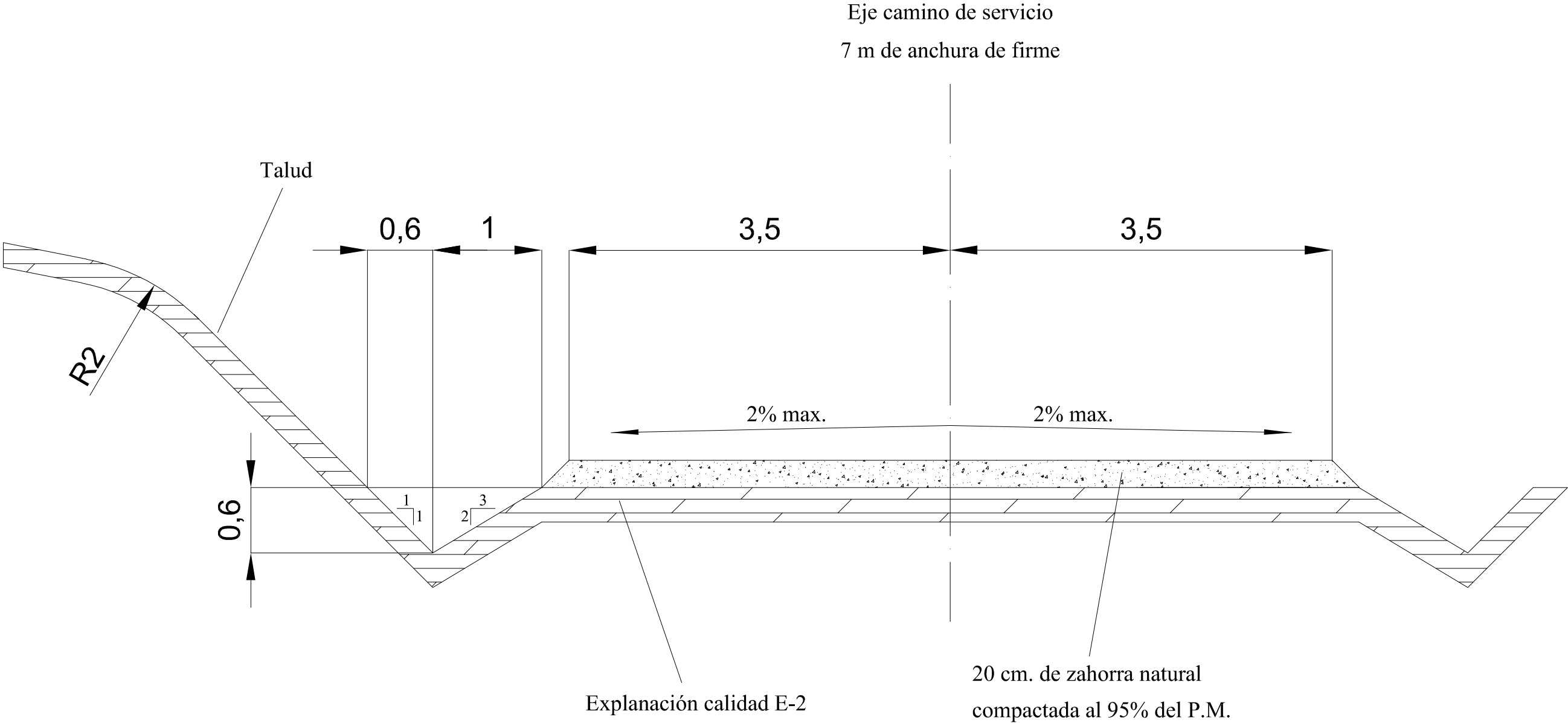





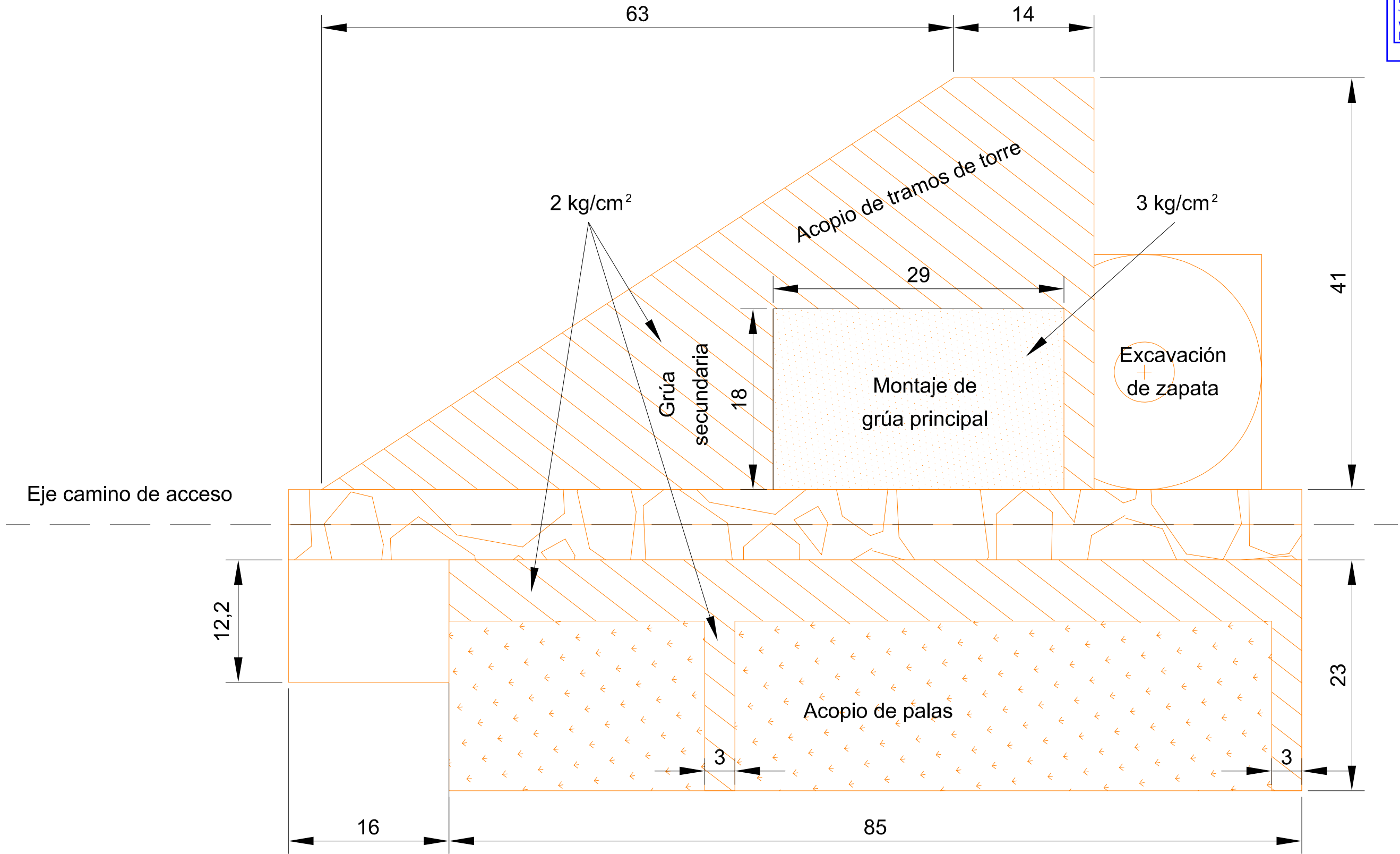


<div><div></div><div>Zona de acopio y montaje</div></div> <div><div></div><div>Zanjas Red Media Tensión</div></div> <div><div></div><div>Caminos nuevos</div></div> <div><div></div><div>Talud desmonte</div></div> <div><div></div><div>Talud terraplén</div></div> <div><div></div><div>Centro de Seccionamiento</div></div> <div><div></div><div>Cimentación aerogenerador</div></div> <div><div></div><div>Límite término municipal</div></div>	<div><div></div><div>Plataforma aerogenerador</div></div> <div><div></div><div>Superficie vuelo aerogenerador</div></div> <div><div></div><div>SET Hoyalta</div></div>	<div></div>	<div><div>FIRMA:</div><div></div><div>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado N° 1.717 COIAR</div></div>	<div>PARQUE EÓLICO HOYALTA</div> <div>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</div>	
		<div><div></div><div>Fecha:</div><div>Nombre:</div></div> <div><div>Dibujado:</div><div>03/06/2022</div><div>S.S.M.</div></div> <div><div>Comprobado:</div><div>03/06/2022</div><div>O.L.</div></div> <div><div>Aprobado:</div><div>03/06/2022</div><div>J.D.P.</div></div>	<div>INFRAESTRUCTURAS DEL PARQUE EÓLICO (HOJA N° 4)</div>		<div>Escala:</div> <div>1:7.500</div> <div>N° plano: 04.04</div>





		<div>FIRMA:</div>  <div>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</div>		<div>PARQUE EÓLICO HOYALTA</div> <div>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</div>		
	Fecha:	Nombre:	SECCIÓN CAMINOS DE SERVICIO			Escala:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.				S/E
Comprobado:	03/06/2022	O.L.				
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.				Nº plano: 05



FIRMA:  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

## PARQUE EÓLICO HOYALTA

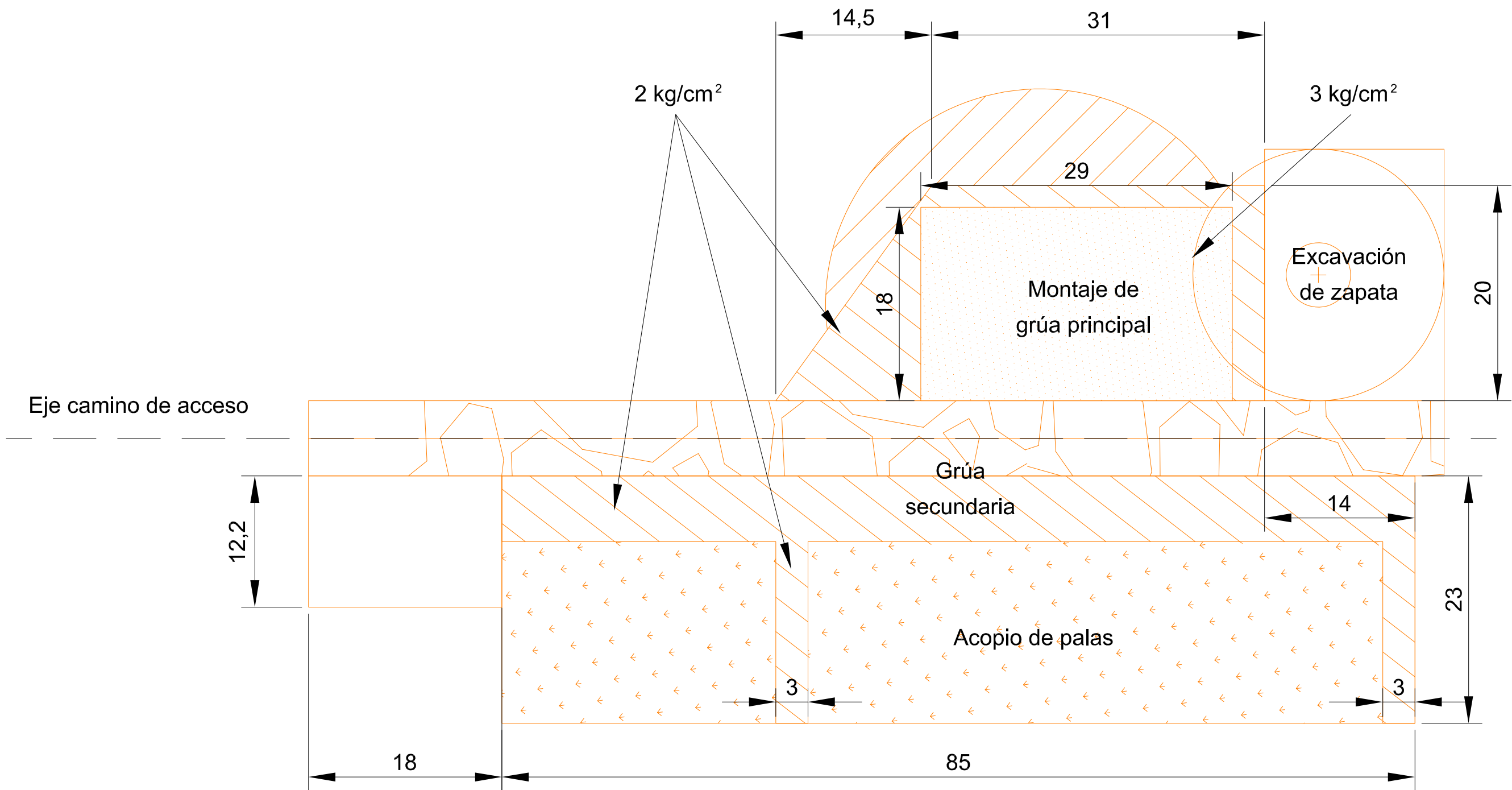
TT.MM. de ABABUI, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

PLATAFORMA DE MONTAJE DE  
AEROGENERADOR  
(MONTAJE EN DOS FASES)

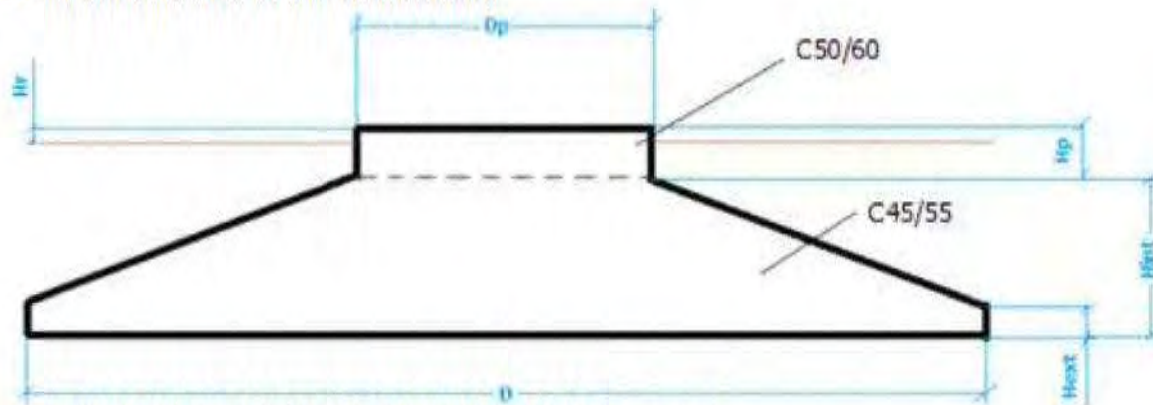
Escala:	1:400
Nº plano:	06.00





		<div>FIRMA:</div>  <div>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</div>		<div>PARQUE EÓLICO HOYALTA</div> <div>TT.MM. de ABABUI, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</div>	
	Fecha:	Nombre:	<div>PLATAFORMA DE MONTAJE DE AEROGENERADOR (MONTAJE JUST IN TIME)</div>		Escala:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.			1:400
Comprobado:	03/06/2022	O.L.			
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.			Nº plano: 06.01

Main dimensions of the foundation:



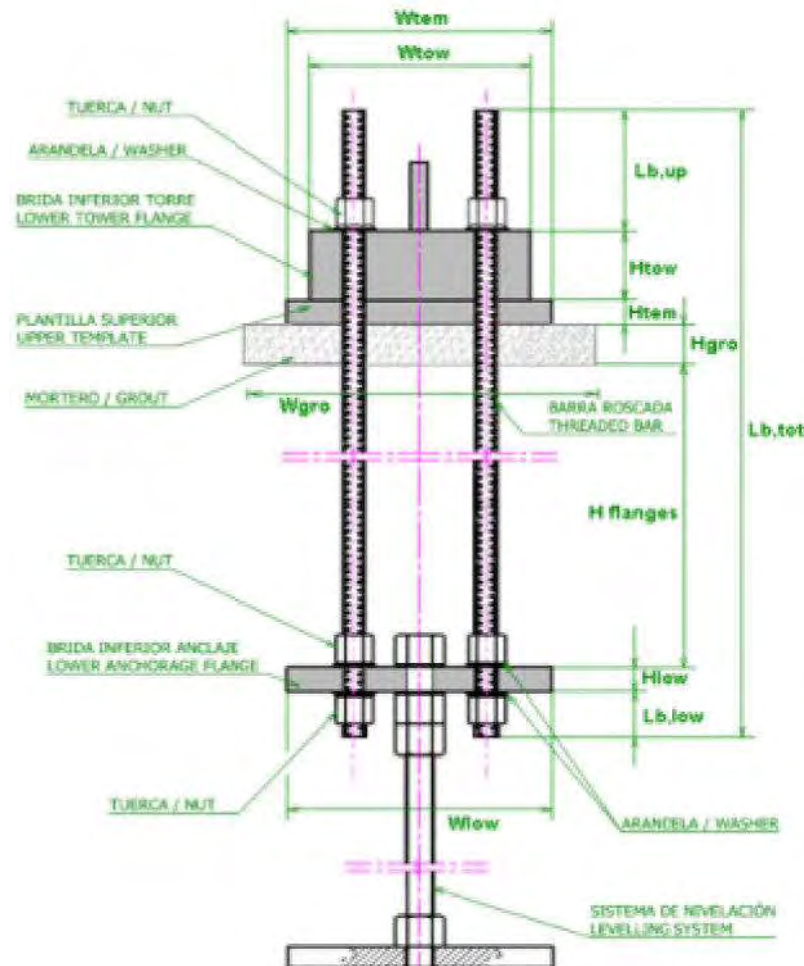
This foundation design needs 4000mm bolts length.

Material estimation:

D [m]	23.4
Hext [m]	0.5
Hint [m]	3.5
Dp [m]	6.0
Hp [m]	0.6
Hr [m]	0.1

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:



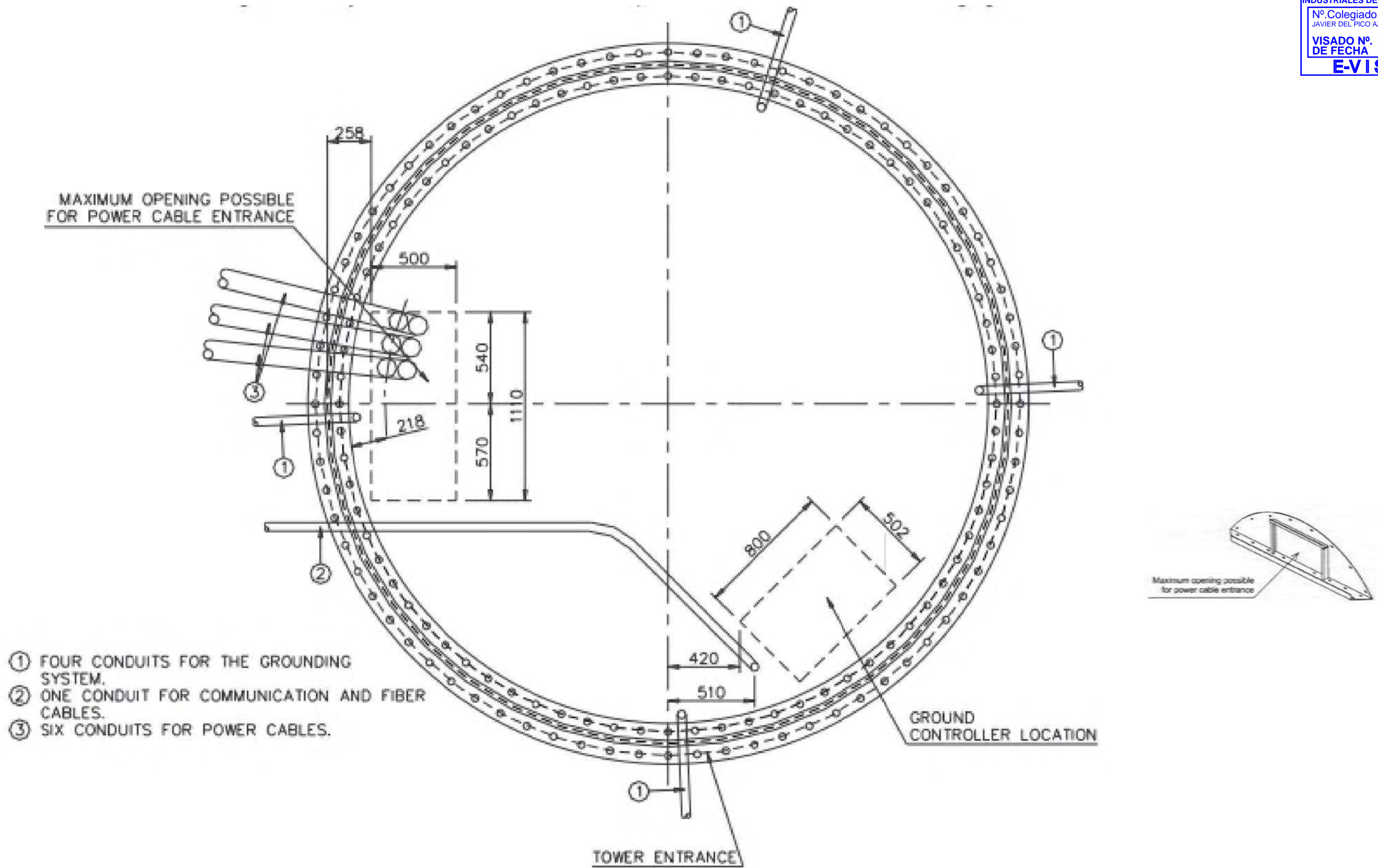
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:	CIMENTACIÓN DE AEROGENERADOR: DIMENSIONES	Escala:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.		S/E
Comprobado:	03/06/2022	O.L.		
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.		Nº plano: 07.00





FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

## PARQUE EÓLICO HOYALTA

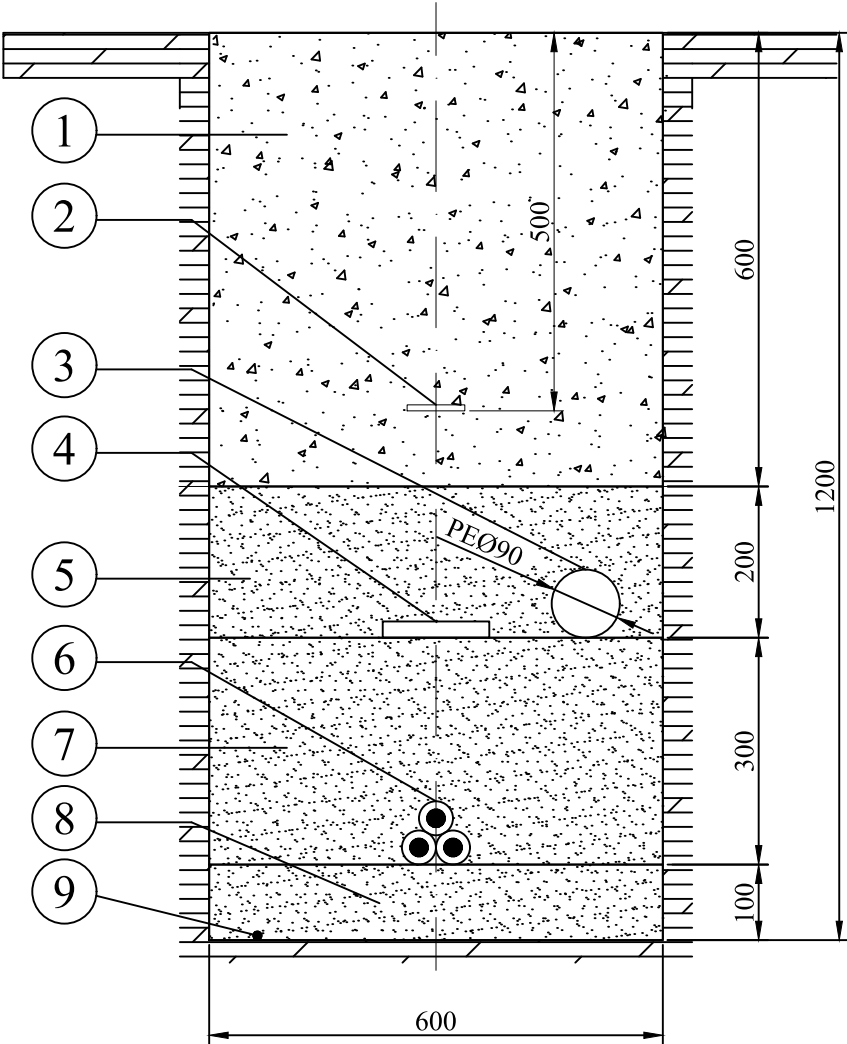
TT.MM. de ABABUI, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

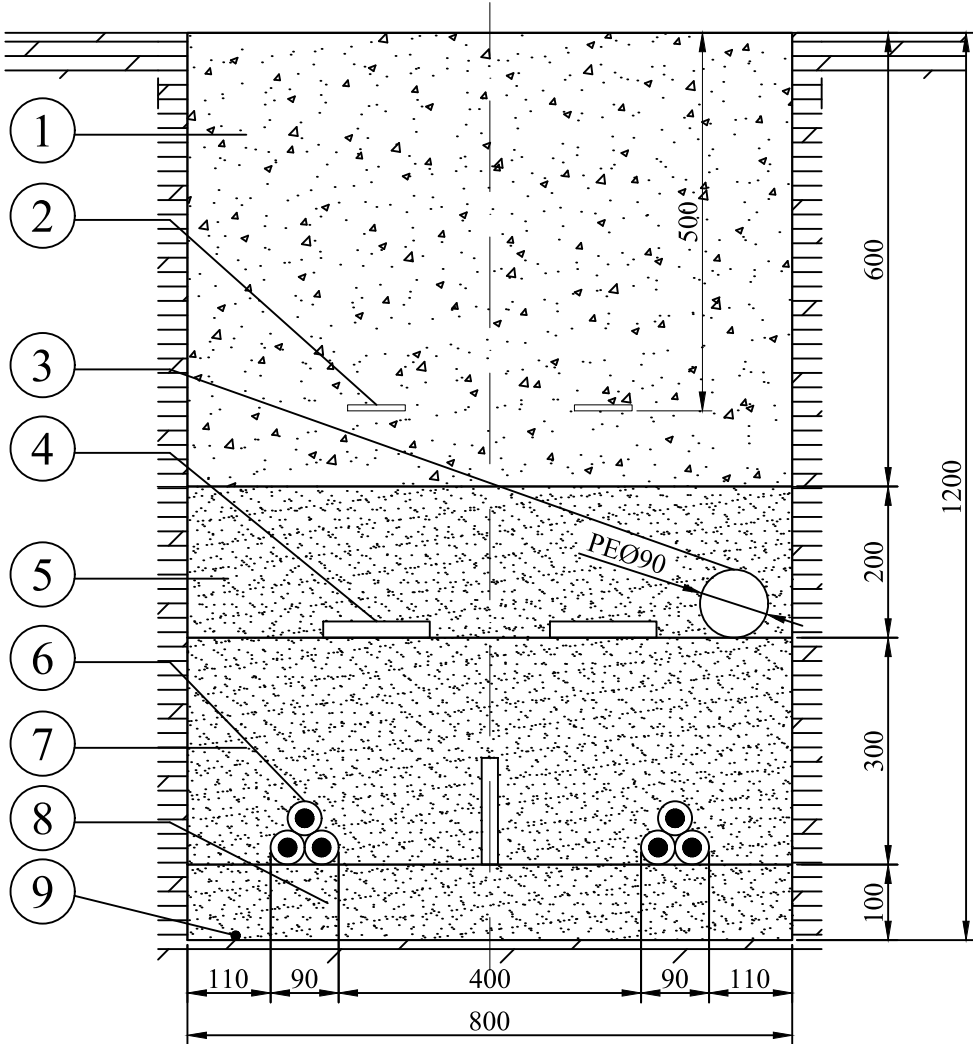
CIMENTACIÓN DE AEROGENERADOR:  
DIAGRAMA DE  
CONDUCTOS ELÉCTRICOS

Escala:	S/E
Nº plano:	07.01

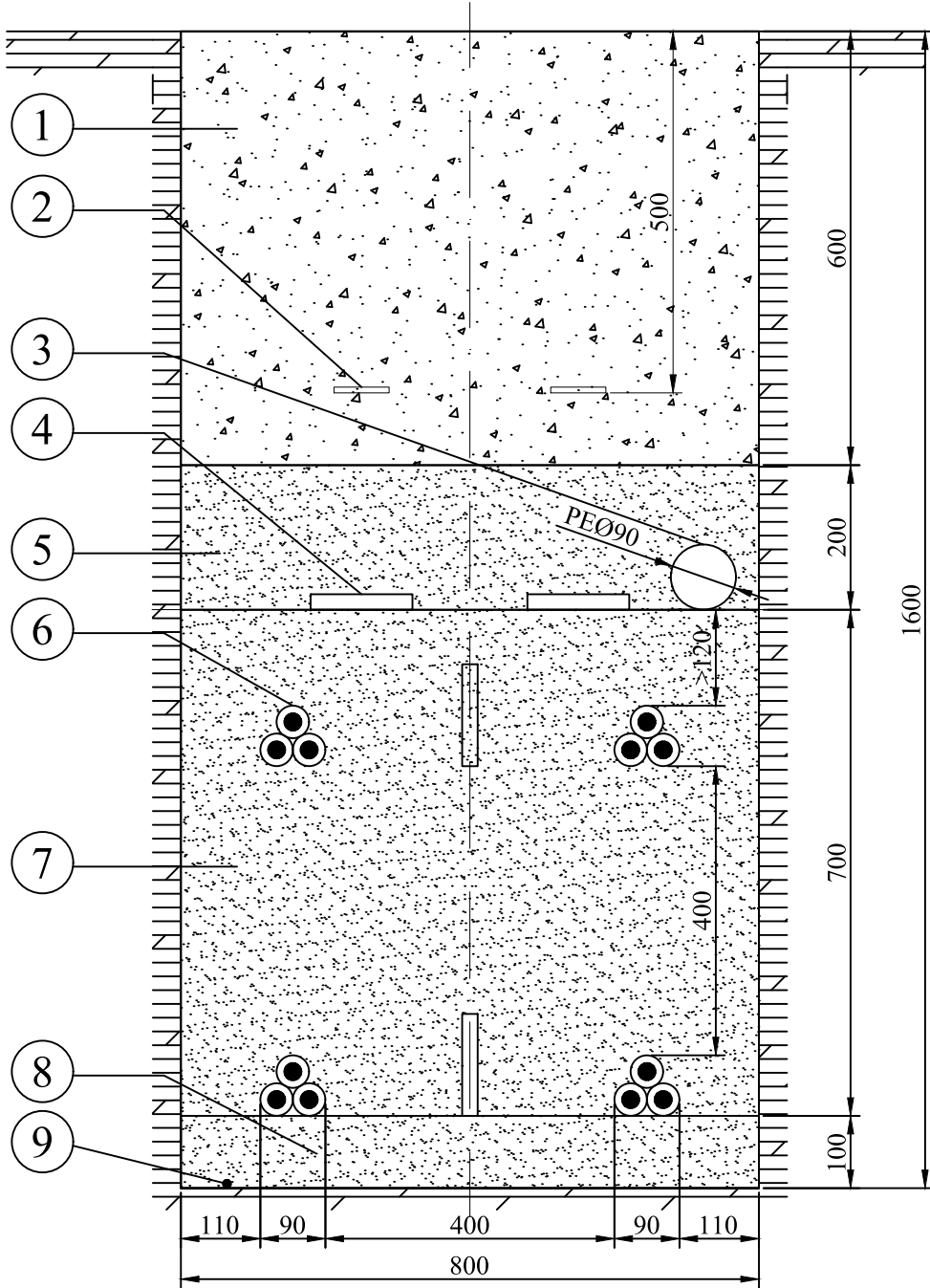
1 TERNA



2 TERNAS



3-4 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 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 HOYALTA

TT.MM. de ABABUI, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

SECCIONES DE ZANJAS  
(I)

Escala:

1:10

Nº plano:

08.00

Dibujado:  
Comprobado:  
Aprobado:



Fecha:  
03/06/2022  
03/06/2022  
03/06/2022

Nombre:  
S.S.M.  
O.L.  
J.D.P.

Technical drawing of a cross-section of a composite structure, showing a total height of 1600 and a total width of 1400. The structure is divided into three main horizontal layers. The top layer (600 high) contains a dense pattern of small triangles and is divided into three sub-layers (1, 2, 3) by horizontal lines. The middle layer (200 high) contains a dense pattern of small dots and is divided into two sub-layers (4, 5) by a horizontal line. The bottom layer (400 high) contains a dense pattern of small dots and is divided into two sub-layers (6, 7) by a horizontal line. The structure is further divided into three vertical sections (90, 500, 90 wide) by vertical lines. The bottom layer (6, 7) contains three groups of three circles (8) and three groups of three squares (9). A diagonal line labeled 'PEØ90' is shown in the middle layer (5). Dimensions are indicated by arrows and numbers: 600 (total height of top layer), 500 (height of sub-layer 1), 200 (height of middle layer), 400 (height of bottom layer), 1400 (total width), 90 (width of side sections), 500 (width of middle section), 65 (width of end sections), 100 (height of sub-layer 4), 120 (height of sub-layer 6), 90 (height of sub-layer 8), 65 (height of sub-layer 9).

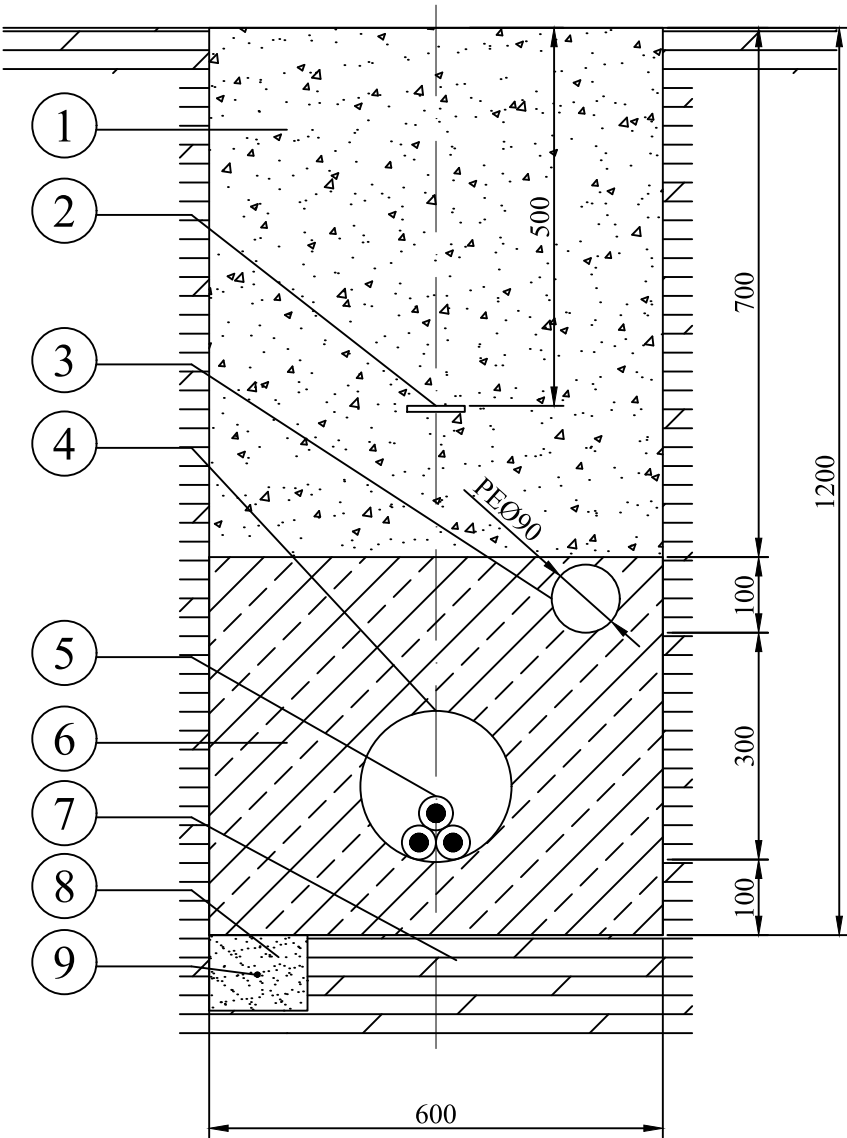
REFERENCIA	DENOMINACIÓN
1	MATERIAL ADECUADO COMPACTADO AL 95% P.M.
2	CINTA DE PVC PARA SEÑALIZACION
3	TUBO PE DN90 mm PARA COMUNICACIONES
4	PLACA ENGARZABLE PARA PROTECCIÓN MECÁNICA
5	ARENA TAMIZADA CAPA SUPERIOR
6	CABLES AISLADOS DE POTENCIA
7	ARENA TAMIZADA CAPA INTERMEDIA
8	ARENA TAMIZADA CAPA INFERIOR
9	CABLE DE TIERRA

- 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.

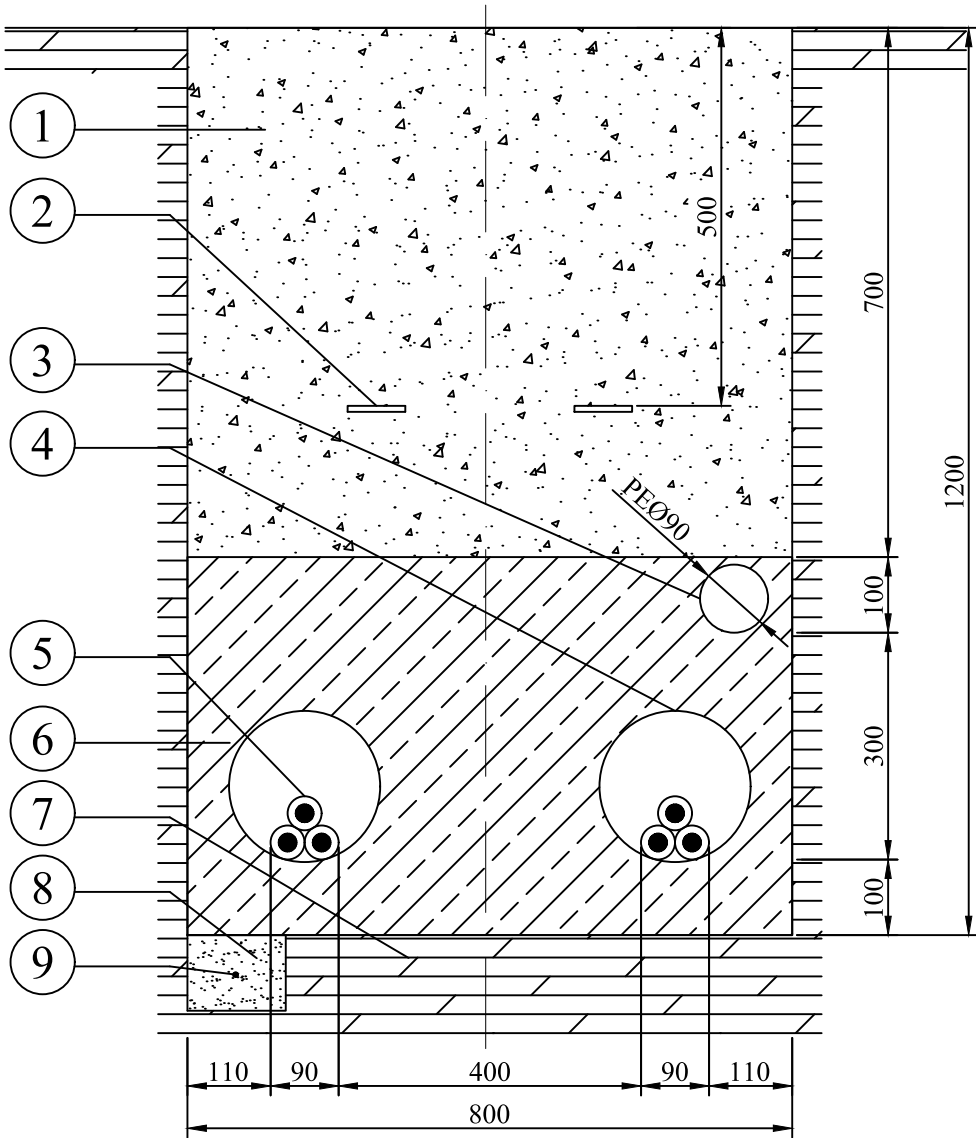
		<p>FIRMA:</p>  <p>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</p>		<h1>PARQUE EÓLICO HOYALTA</h1> <h2>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</h2>	
	Fecha:	Nombre:	<h1>SECCIONES DE ZANJAS</h1> <h2>(II)</h2>		Escala:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.			1:10
Comprobado:	03/06/2022	O.L.			
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.			Nº plano: 08.01



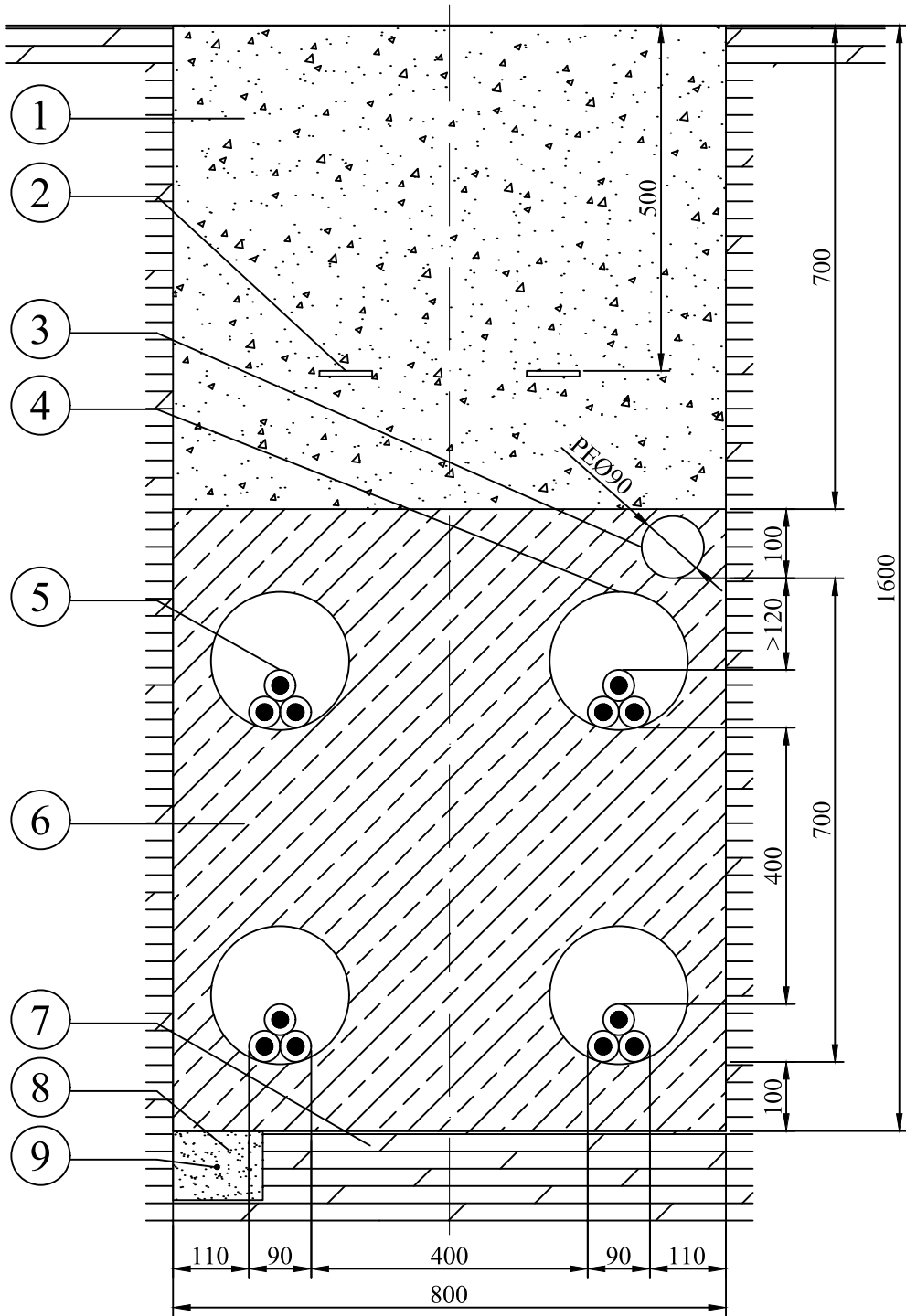
1 TERNA



2 TERNAS



4 TERNAS



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 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.



FIRMA:  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUI, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

SECCIONES DE ZANJAS  
PASOS REFORZADOS  
CRUCE CON CAMINOS (I)

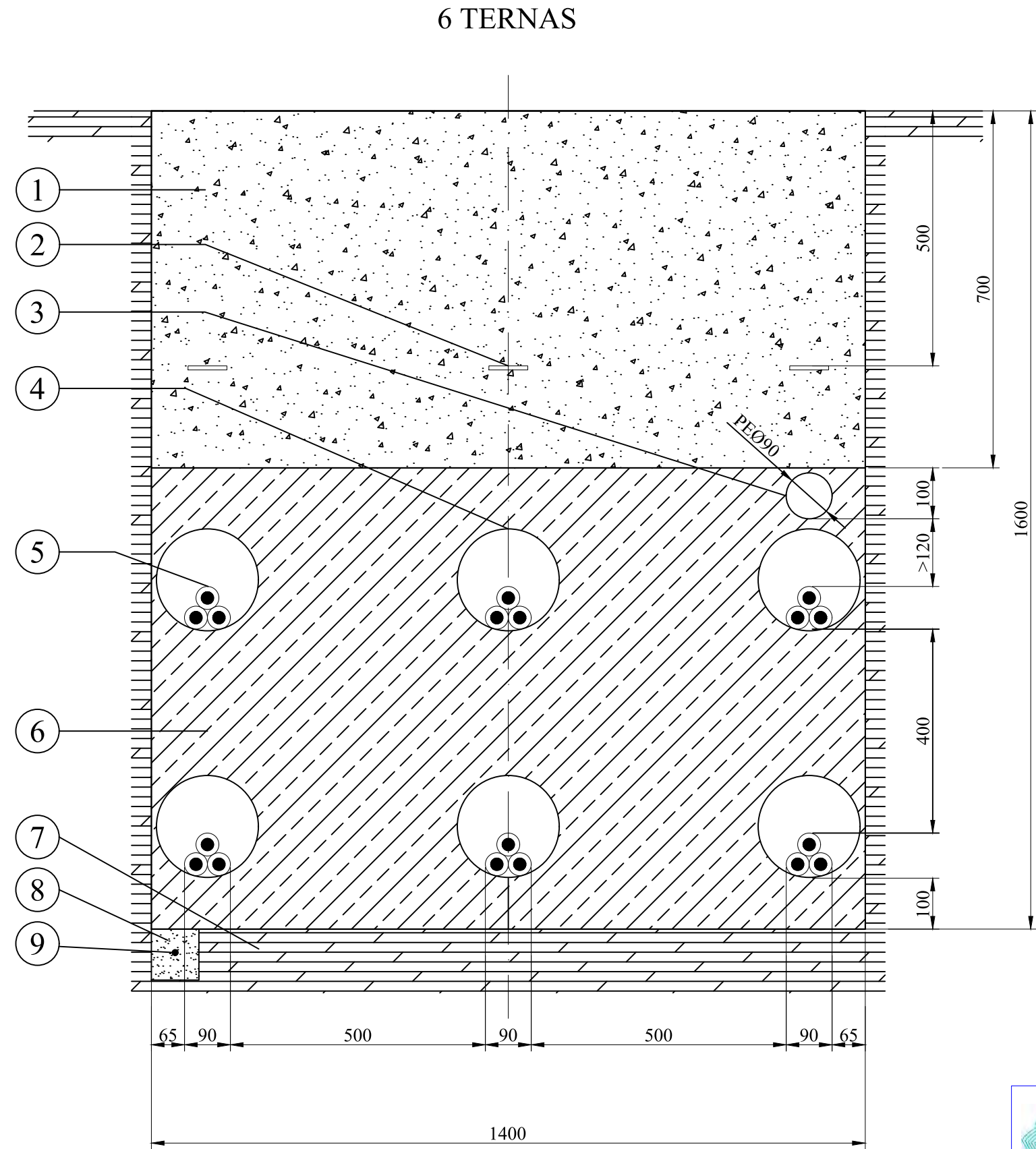
Escala:

1:10

Nº plano:

09.00





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.

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUI, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

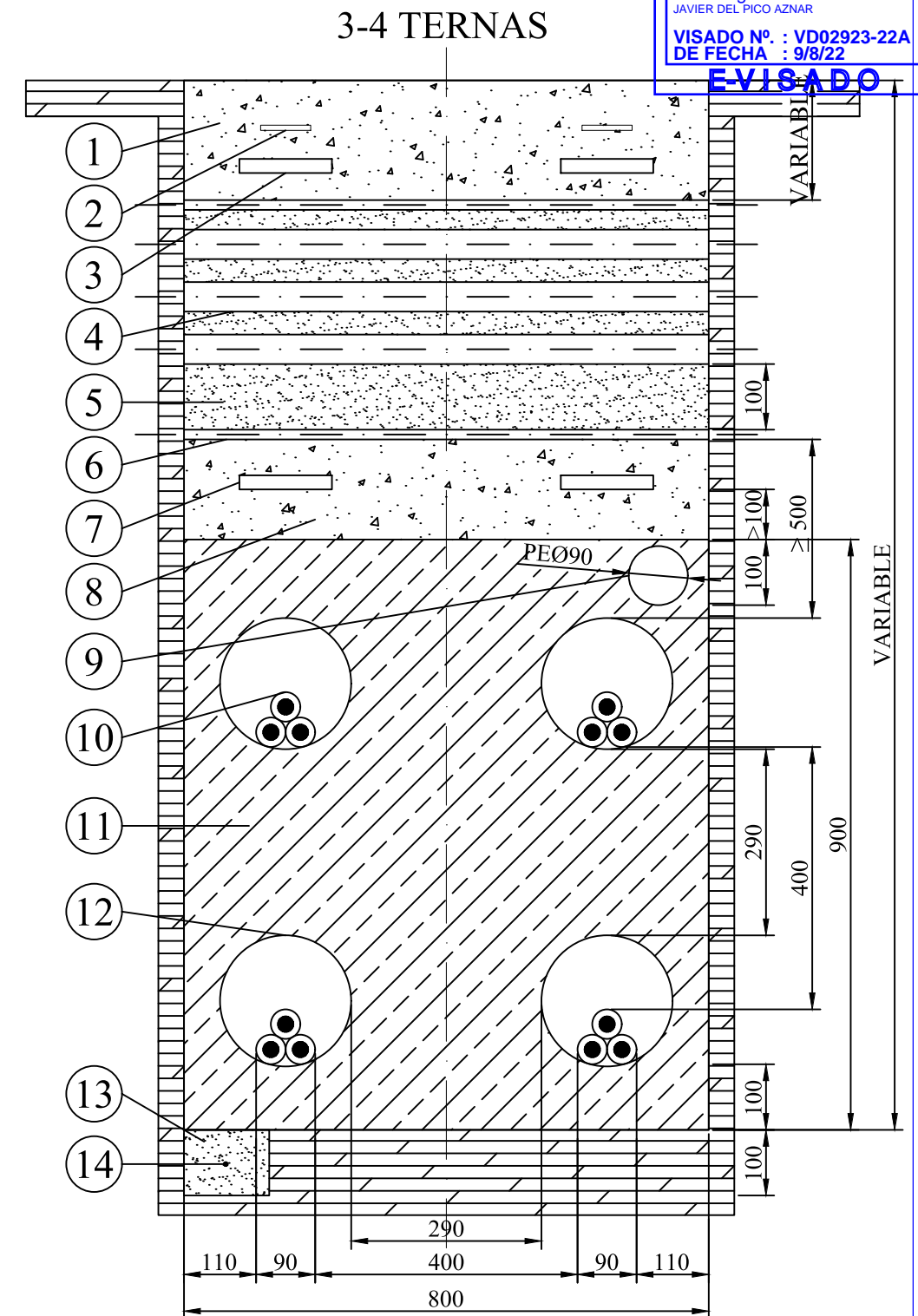
	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

SECCIONES DE ZANJAS  
PASOS REFORZADOS  
CRUCE CON CAMINOS (II)

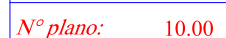
Escala:



1:10

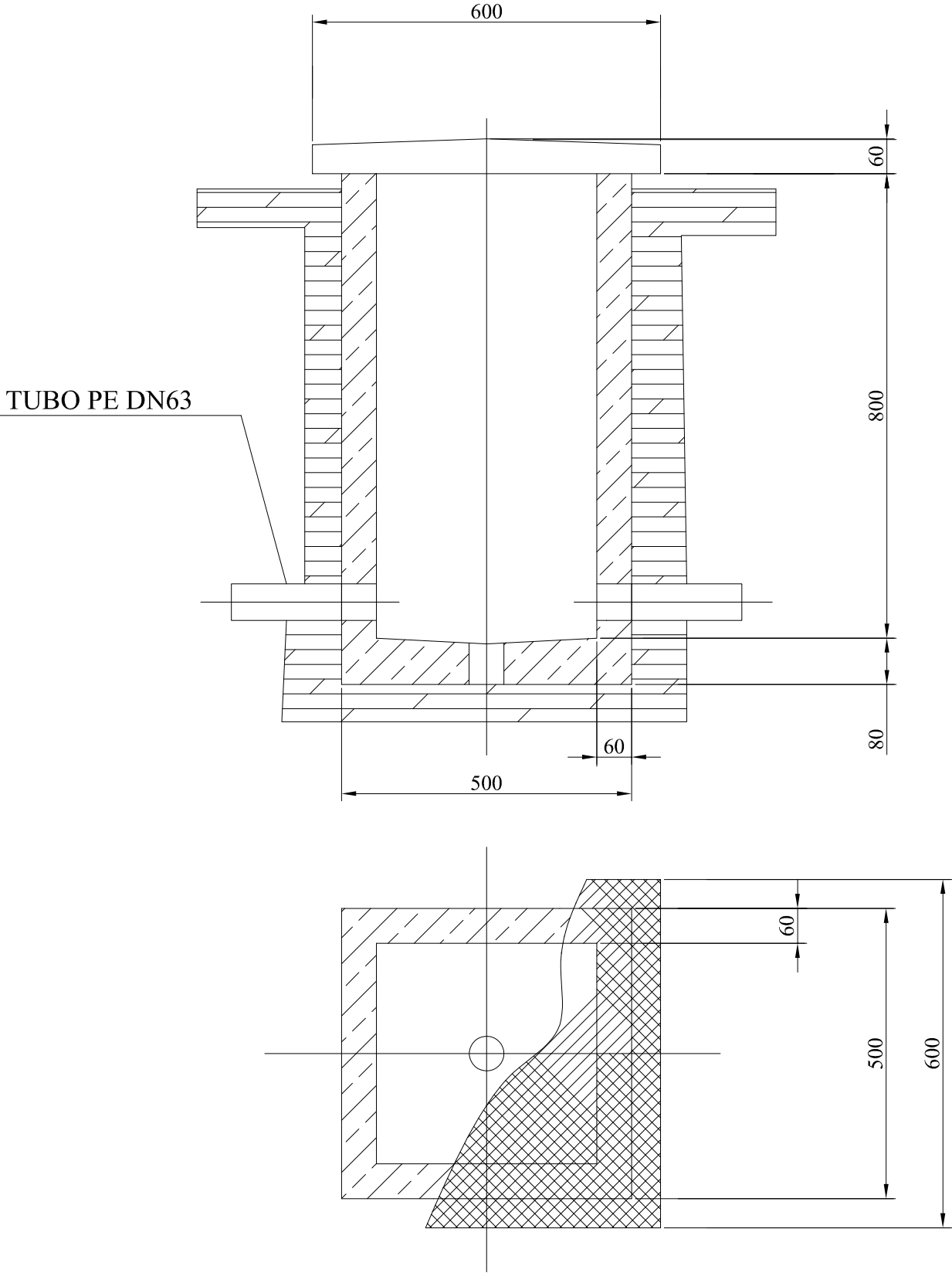
Nº plano: 09.01



- 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.



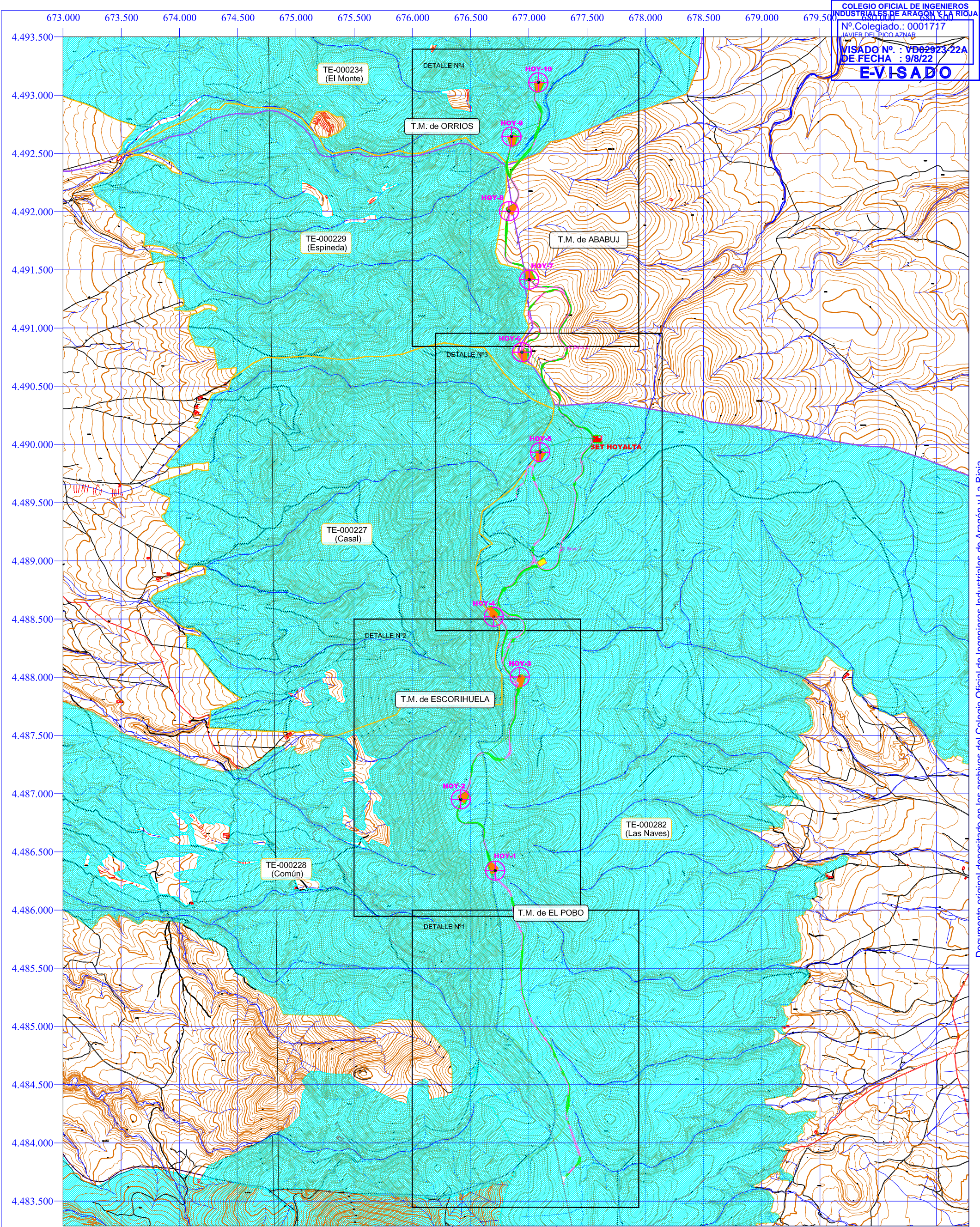
		<p>FIRMA:</p>  <p>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</p>		<h1>PARQUE EÓLICO HOYALTA</h1> <p>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</p>	
	Fecha:	Nombre:	<h2>SECCIONES DE ZANJAS PASOS REFORZADOS CRUCE CON RED MT (II)</h2>		Escala:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.			1:10
Comprobado:	03/06/2022	O.L.			
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.			Nº plano: 10.01



NOTA: UNA ARQUETA COMO MINIMO  
CADA 50 m.

		<div>FIRMA:</div>  <div>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</div>		<div>PARQUE EÓLICO HOYALTA</div> <div>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</div>	
	Fecha:	Nombre:	ARQUETA CABLE DE COMUNICACIONES		Escala:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.			1:10
Comprobado:	03/06/2022	O.L.			Nº plano:
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.			11





Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Límite término municipal

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Monte de Utilidad Pública (MUP)

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA  
EN EL ENTORNO DEL PARQUE EÓLICO  
"TE0234", "TE0229", "TE0227", "TE0228", "TE0282"

Fecha: 03/06/2022  
Dibujado: 03/06/2022  
Comprobado: 03/06/2022  
Aprobado: 03/06/2022

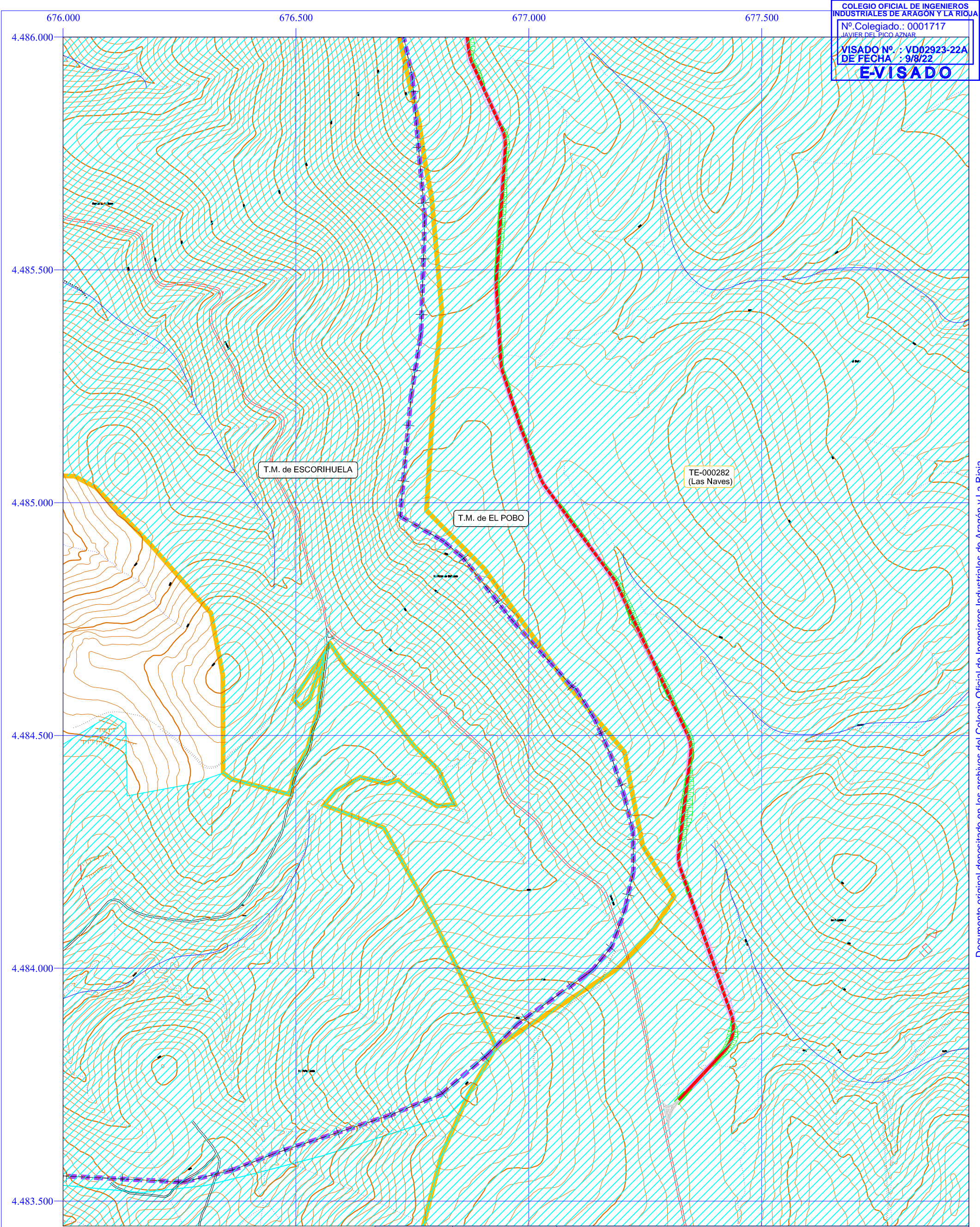
Nombre: S.S.M.  
O.L.  
J.D.P.

Escala: 1:30.000

Nº plano: 12.00

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en https://coi.ar.e-gestion.es





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR  
VISADO Nº.: VD02923-22A  
DE FECHA.: 9/8/22  
**E-VISADO**

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmante

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Límite término municipal

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Monte de Utilidad Pública (MUP)

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

03/06/2022

S.S.M.

Comprobado:

03/06/2022

O.L.

Aprobado:

03/06/2022

J.D.P.

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

DETALLE Nº 1 AFECCIÓN A MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA "TE0282"

Escala:

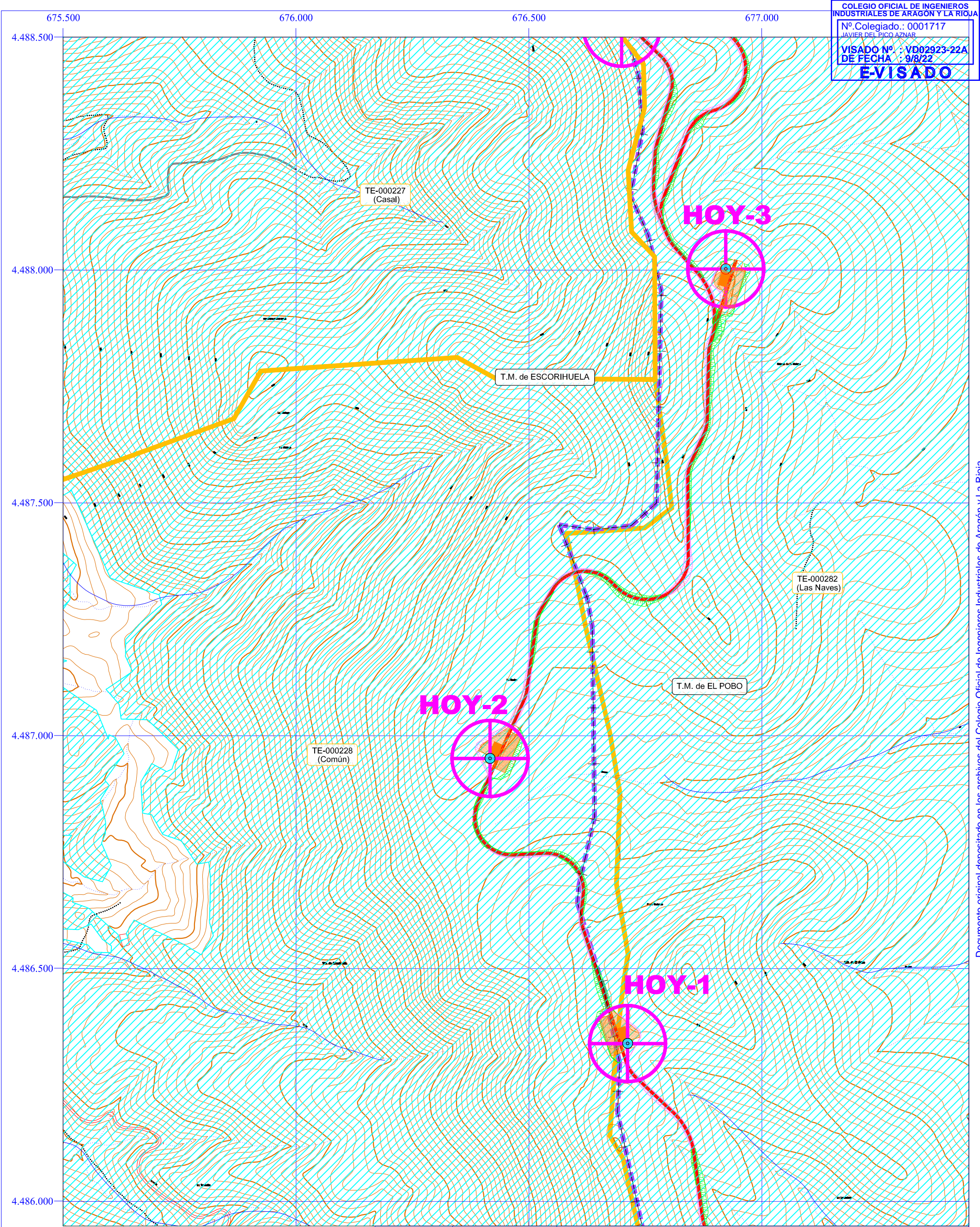
1:7.500

Nº plano:

12.01

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = F77FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coiia.r.e-gestion.es>





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0001717

JAVIER DEL PICO AZNAR

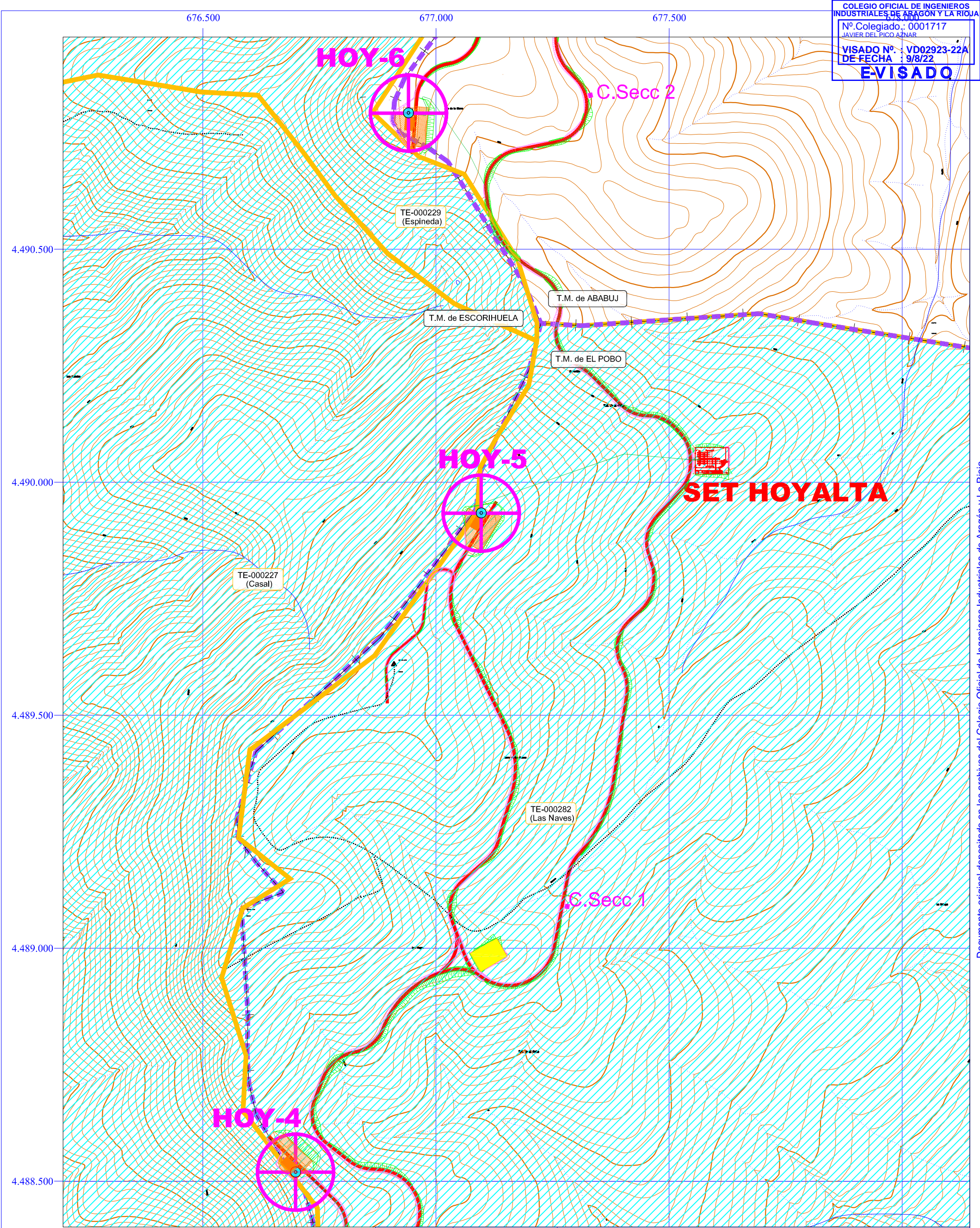
VISADO Nº.: VD02923-22A

DE FECHA.: 9/8/22

E-VISADO

<div><div><div><div><div></div><div>Zona de acopio y montaje</div></div><div><div></div><div>Zanjas Red Media Tensión</div></div><div><div></div><div>Caminos nuevos</div></div><div><div></div><div>Talud desmante</div></div><div><div></div><div>Talud terraplén</div></div><div><div></div><div>Centro de Seccionamiento</div></div><div><div></div><div>Cimentación aerogenerador</div></div><div><div></div><div>Límite término municipal</div></div></div><div><div><div><div></div><div>Plataforma aerogenerador</div></div><div><div></div><div>Superficie vuelo aerogenerador</div></div><div><div></div><div>Monte de Utilidad Pública (MUP)</div></div></div></div></div></div>	<div><div><div><div></div><div>MOLINOS DEL EBRO</div></div><div><div>FIRMA:</div><div></div><div>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</div></div></div></div>	<div><div>PARQUE EÓLICO HOYALTA</div><div>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</div></div>	<div><div>DETALLE Nº 2 AFECCIÓN A MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA "TE0282", "TE0228" y "TE0227"</div><div><div>Fecha:</div><div>Nombre:</div><div>Dibujado:</div><div>Comprobado:</div><div>Aprobado:</div><div>03/06/2022</div><div>03/06/2022</div><div>03/06/2022</div><div>S.S.M.</div><div>O.L.</div><div>J.D.P.</div></div></div>	<div><div>Escala:</div><div>1:7.500</div><div>Nº plano:</div><div>12.02</div></div>
---	---	--	---	---





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR  
VISADO Nº.: VD02923-22A  
DE FECHA: 9/8/22  
**E-VISADO**

 Zona de acopio y montaje

 Zanjas Red Media Tensión

 Caminos nuevos

 Talud desmante

 Talud terraplén

 Centro de Seccionamiento

 Cimentación aerogenerador

 Límite término municipal

 Plataforma aerogenerador

 Superficie vuelo aerogenerador

 Monte de Utilidad Pública (MUP)



FIRMA:



D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

**PARQUE EÓLICO HOYALTA**

**TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)**

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

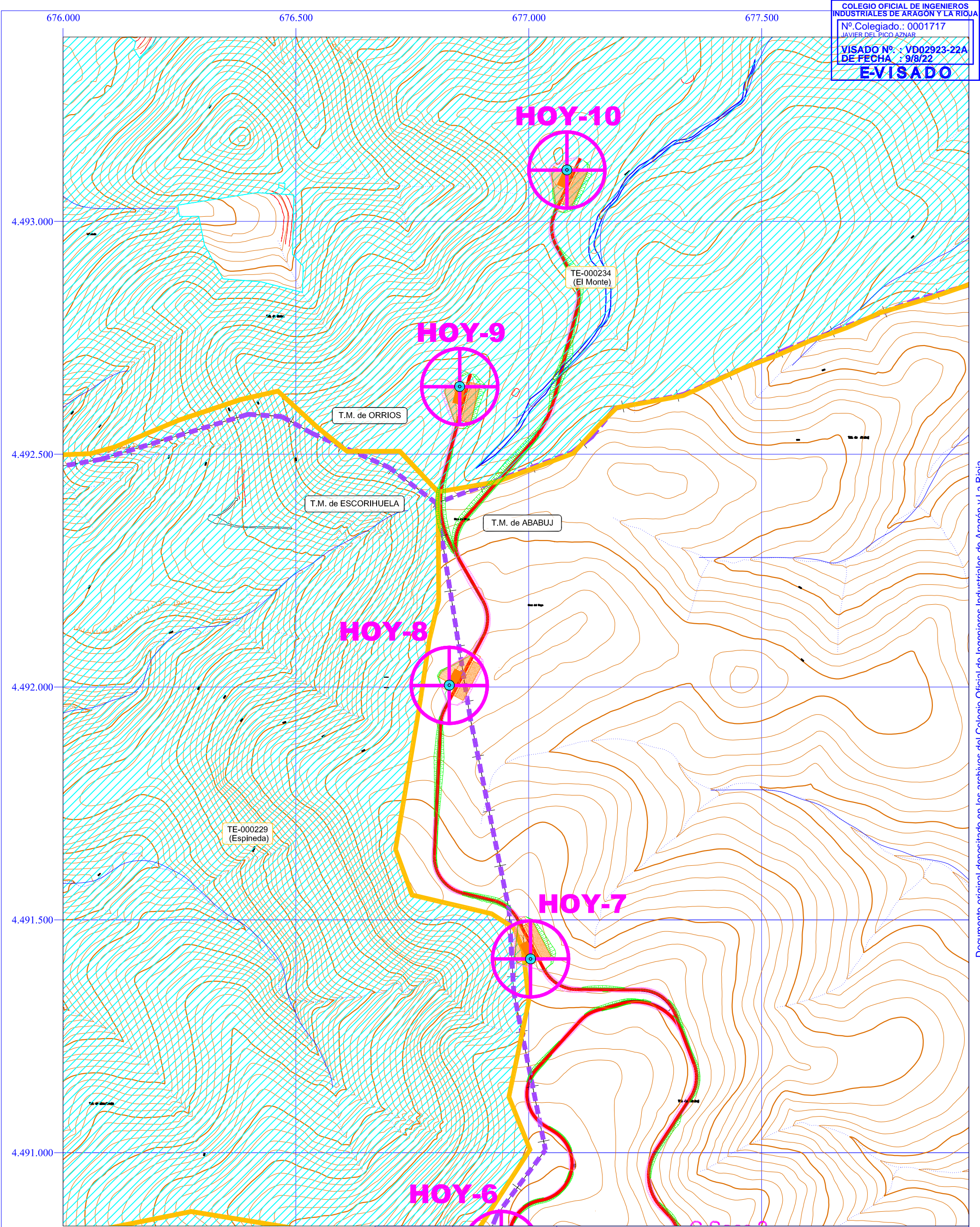
**DETALLE Nº 3 AFECCIÓN A MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA "TE0282", "TE0227" y "TE0229"**

Escala:

**1:7.500**

Nº plano: 12.03





 Zona de acopio y montaje	 Plataforma aerogenerador
 Zanjas Red Media Tensión	 Superficie vuelo aerogenerador
 Caminos nuevos	 Monte de Utilidad Pública (MUP)
 Talud desmonte	
 Talud terraplén	
 Centro de Seccionamiento	
 Cimentación aerogenerador	
 Límite término municipal	



FIRMA:



D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

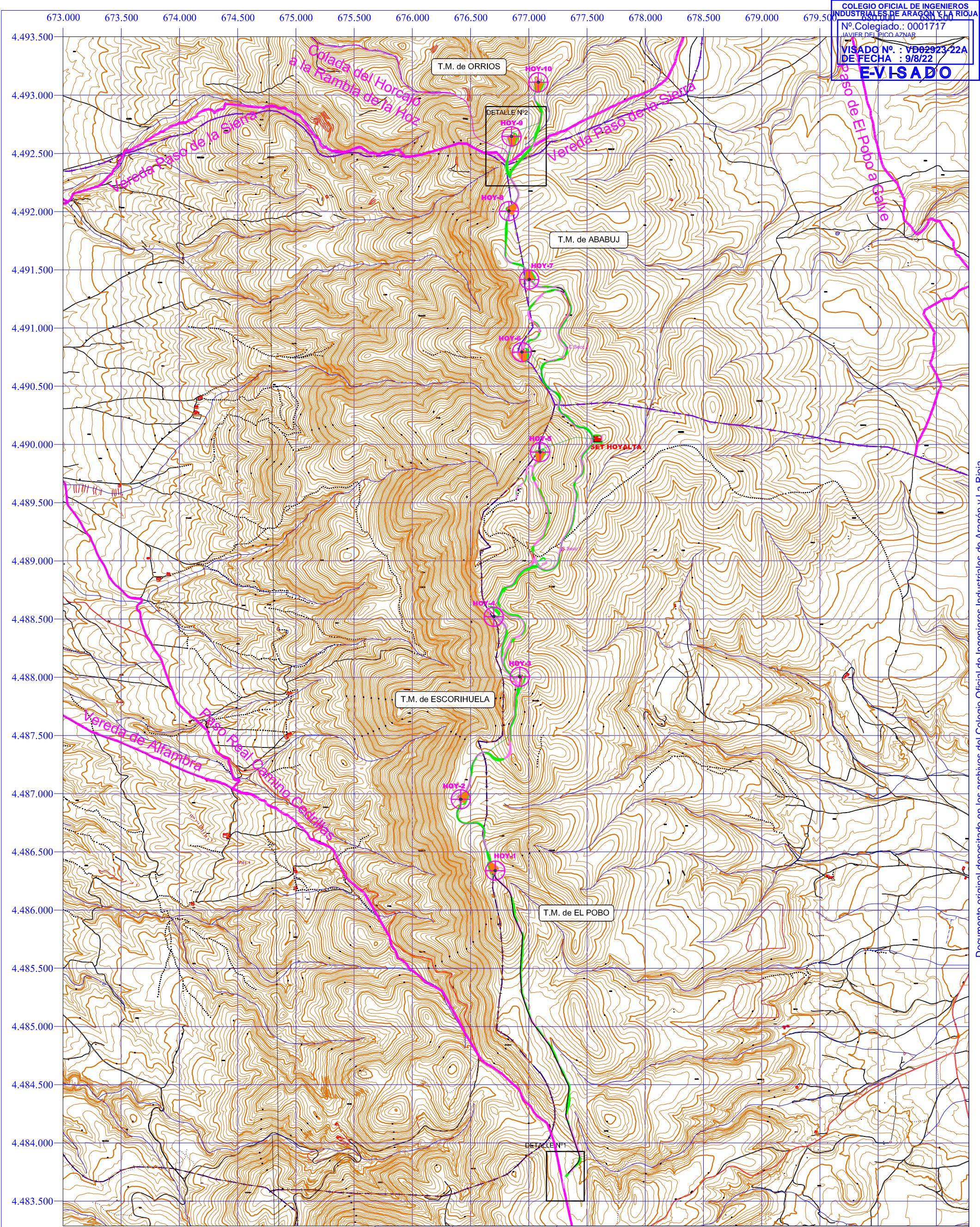
DETALLE Nº 4 AFECCIÓN A MONTE DE UTILIDAD PÚBLICA "TE0229" y "TE0234"

Escala:

1:7.500

Nº plano: 12.04





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR  
VISADO Nº.: VD02923/22A  
DE FECHA.: 9/8/22  
E-VISADO

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmante

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Vía Pecuaria

Límite término municipal

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

VÍAS PECUARIAS  
EN EL ENTORNO DEL PARQUE EÓLICO

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

Comprobado:

Aprobado:

Escala:

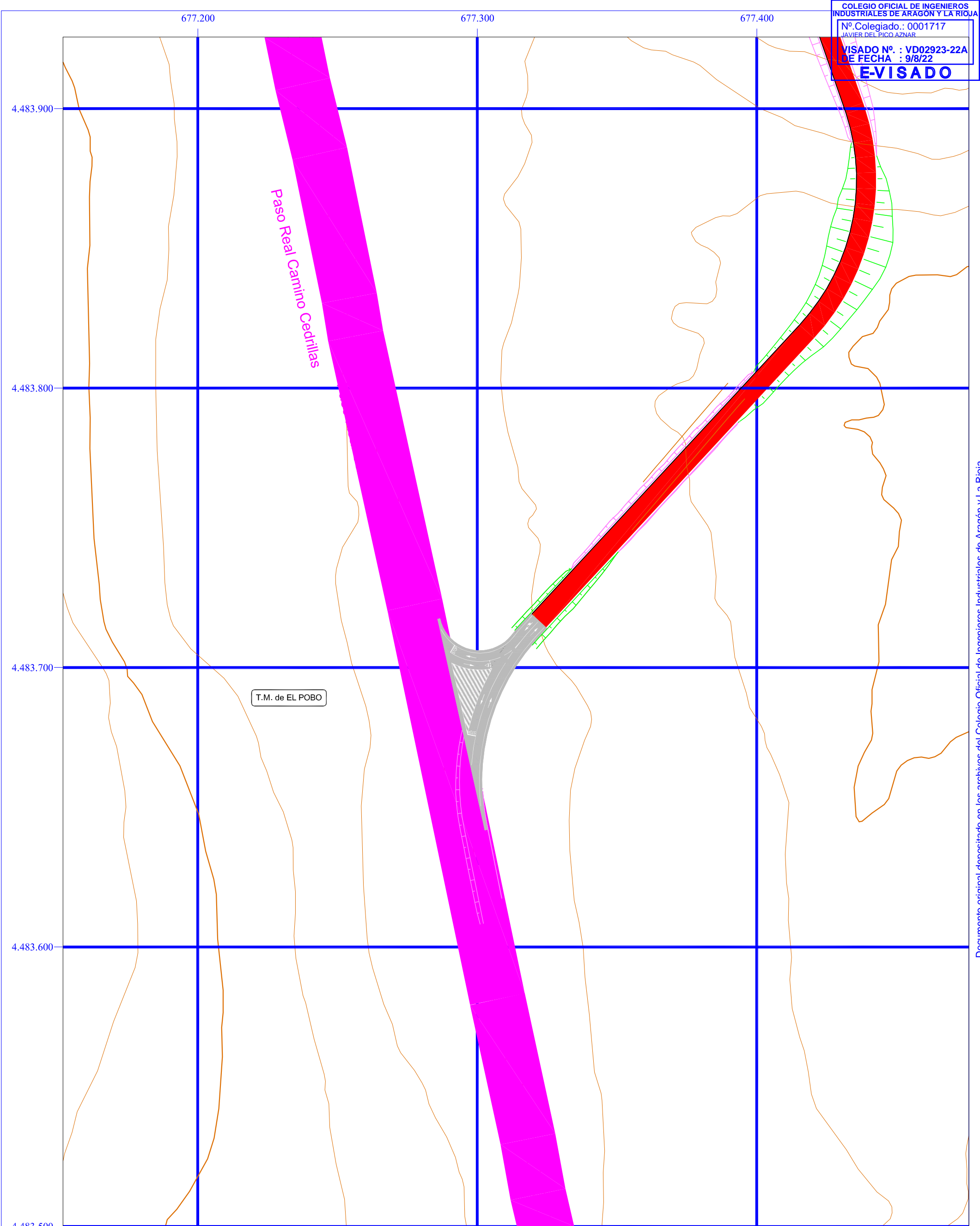
1:30.000

Nº plano:

13.00

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR  
VISADO Nº. : VD02923-22A  
DE FECHA : 9/8/22  
**E-VISADO**

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Camino nuevo

Talud desmante

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Vía Pecuaria

Límite término municipal

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

03/06/2022

S.S.M.

Comprobado:

03/06/2022

O.L.

Aprobado:

03/06/2022

J.D.P.

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

DETALLE Nº 1 AFECCIÓN A VÍA PECUARIA "PASO REAL CAMINO CEDRILLAS"

Escala:

1:1.250

Nº plano:

13.01

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coiia.r.e-gestion.es>



TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

*Escala:*

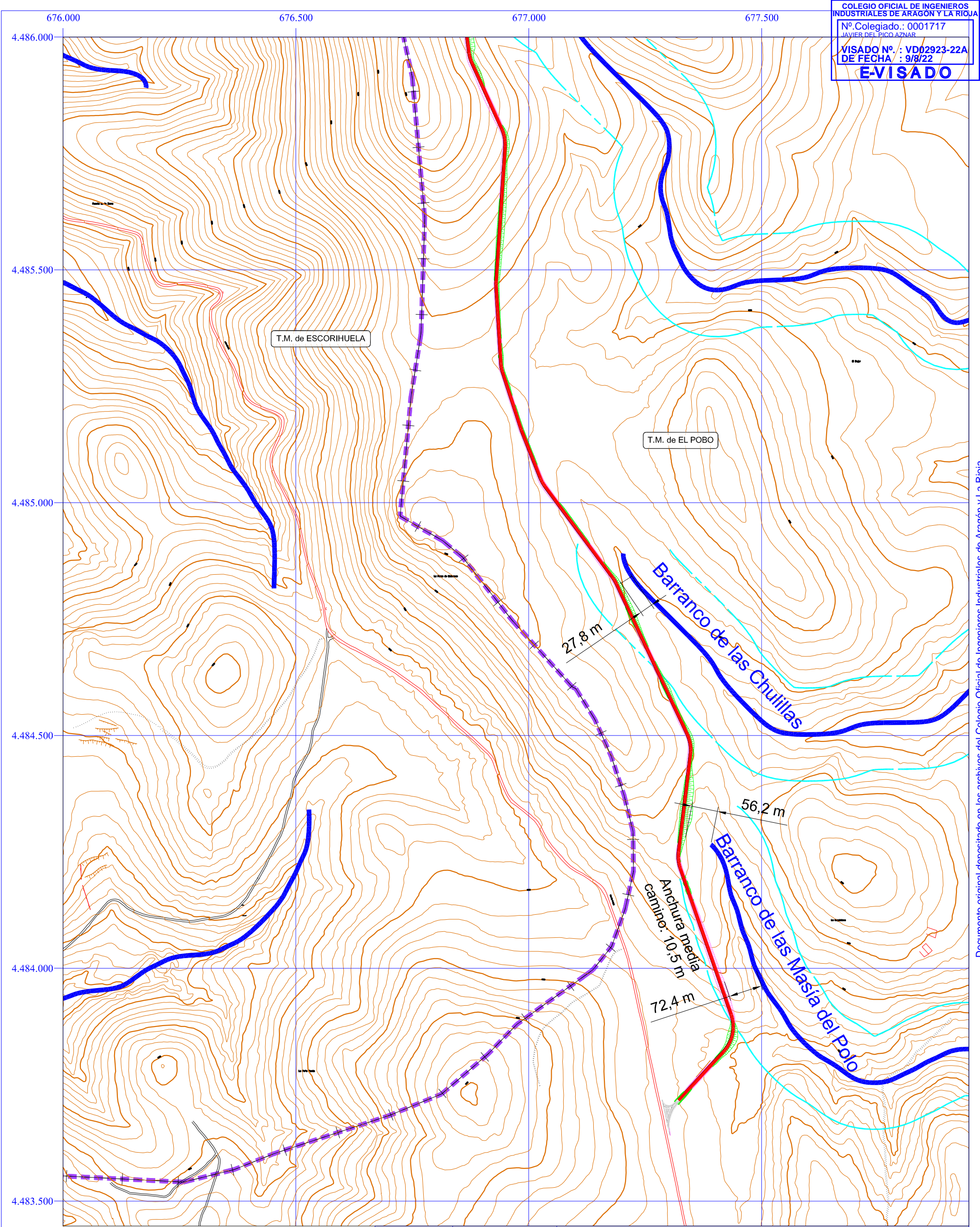
1:2.000

*N° plano:* 13.02









COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº. Colegiado.: 0001717

JAVIER DEL PICO AZNAR

VISADO Nº.: VD02923-22A

DE FECHA.: 9/8/22

E-VISADO

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Límite término municipal

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Cauce red DPH y Zona de Policía

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

DETALLE Nº 1 AFECCIÓN A RED DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO "BARRANCO DE LAS CHULILLAS" y "BARRANCO DE LA MASÍA DEL POLO"

Fecha: 03/06/2022

Nombre: S.S.M.

Comprobado: 03/06/2022

O.L.

Aprobado: 03/06/2022

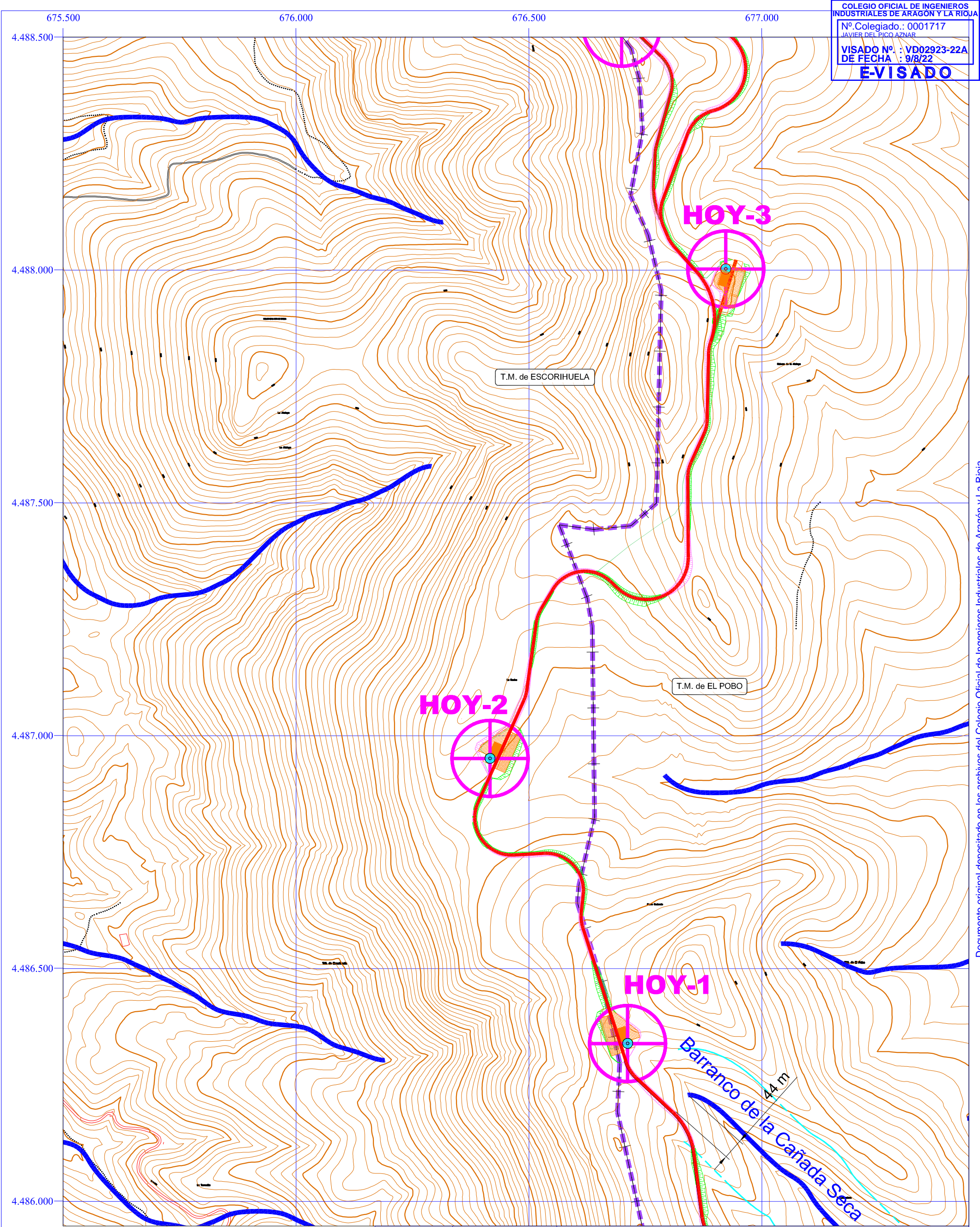
J.D.P.

Escala: 1:7.500

Nº plano: 14.01

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coiia.r.e-gestion.es>





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR  
VISADO Nº.: VD02923-22A  
DE FECHA.: 9/8/22  
**E-VISADO**

Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Camino nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Límite término municipal

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Cauce red DPH y Zona de Policía

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

DETALLE Nº 2 AFECCIÓN A RED DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO "BARRANCO DE LA CAÑADA SECA"

Fecha: 03/06/2022

Nombre: S.S.M.

Comprobado: 03/06/2022

O.L.

Aprobado: 03/06/2022

J.D.P.

Escala: 1:7.500

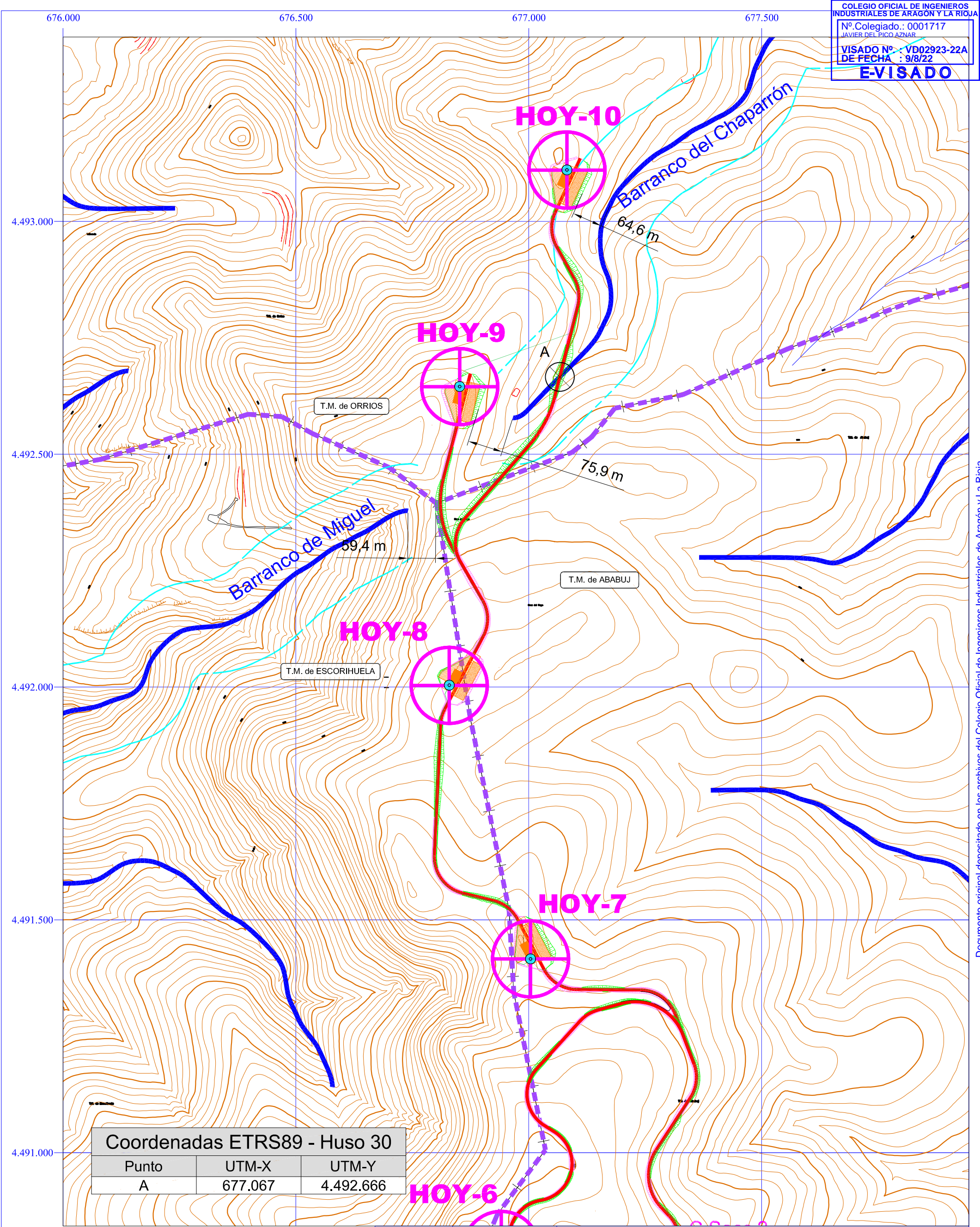
Nº plano: 14.02

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en <https://coi.ia.e-gestion.es>









Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Caminos nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Límite término municipal

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Cauce red DPH y Zona de Policía

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

DETALLE Nº 4 AFECCIÓN A RED DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO "BARRANCO DEL CHAPARRÓN" y "BARRANCO DE MIGUEL"

Fecha: 03/06/2022

Nombre: S.S.M.

Comprobado: 03/06/2022

O.L.

Aprobado: 03/06/2022

J.D.P.

Escala: 1:7.500

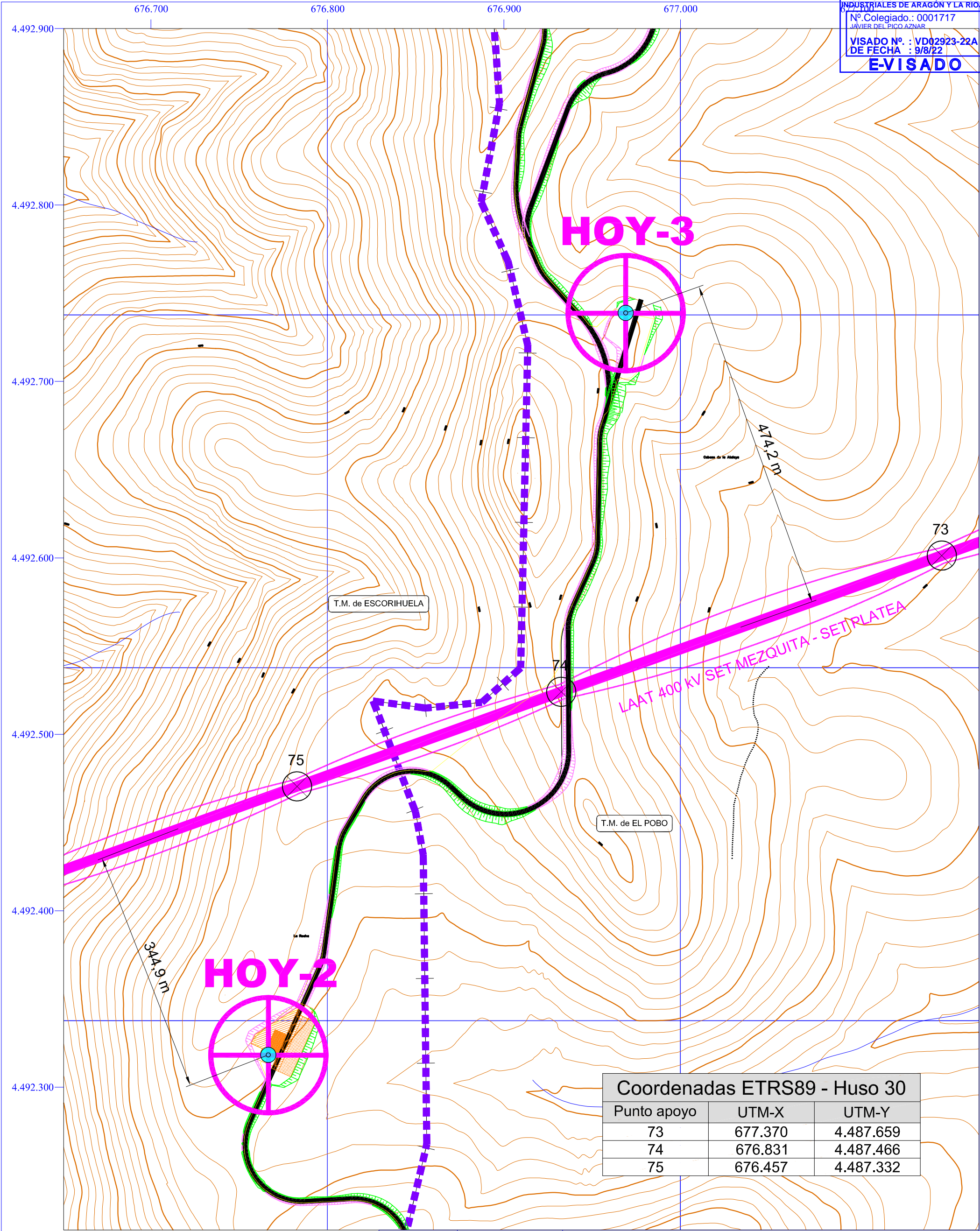
Nº plano: 14.04

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en https://coi.iar.e-gestion.es









Zona de acopio y montaje

Zanjas Red Media Tensión

Camino nuevos

Talud desmonte

Talud terraplén

Centro de Seccionamiento

Cimentación aerogenerador

Límite término municipal

Plataforma aerogenerador

Superficie vuelo aerogenerador

Línea eléctrica aérea AT

MOLINOS DEL EBRO

FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

DETALLE Nº 1 AFECCIÓN A LAAT 400 kV SET MEZQUITA - SET PLATEA

Fecha: 03/06/2022

Nombre: S.S.M.

Comprobado: 03/06/2022

O.L.

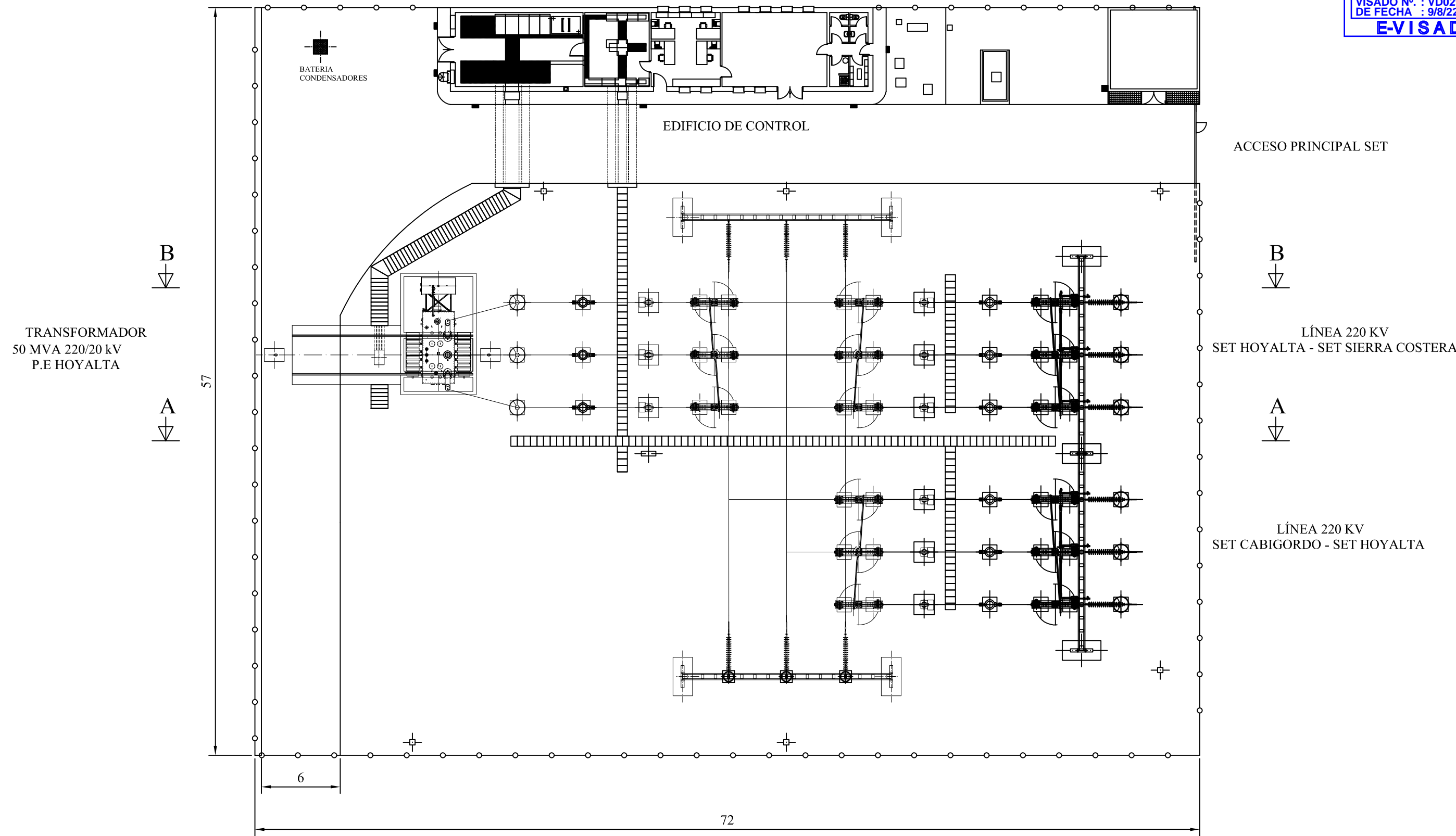
Aprobado: 03/06/2022

J.D.P.

Escala: 1:5.000

Nº plano: 15.01

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03788-22 y VISADO electrónico VD02923-22A de 09/08/2022. CSV = FV7FF56N9NJF4EUF verificable en https://coi.iar.e-gestion.es



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

## PARQUE EÓLICO HOYALTA

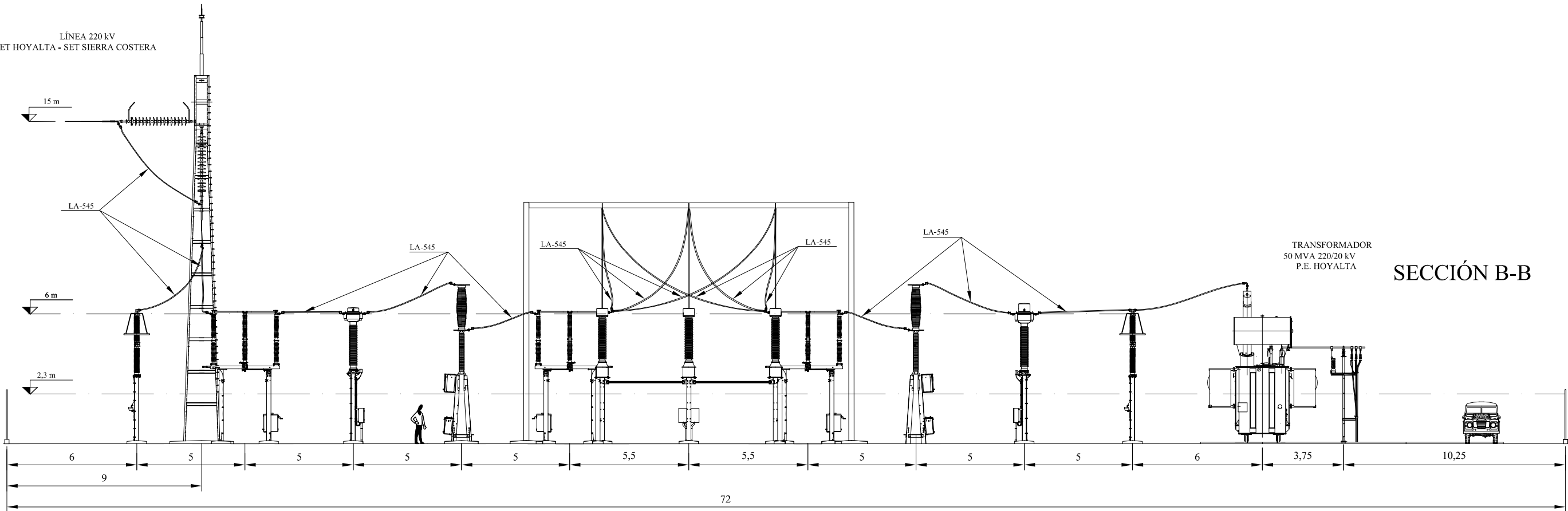
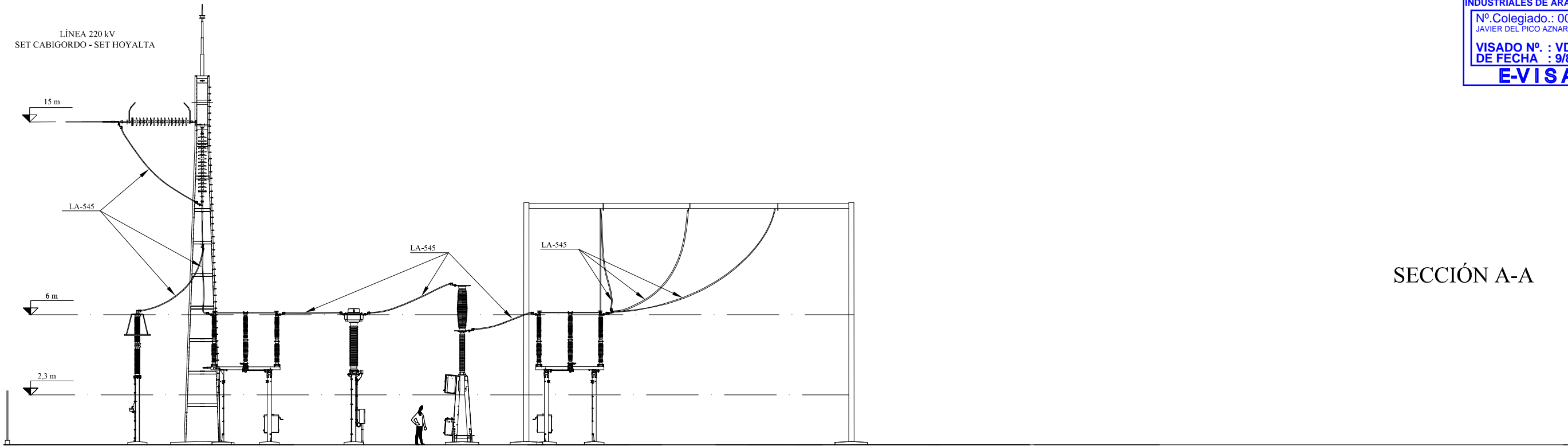
TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

PLANTA GENERAL SET

Escala:	1:300
Nº plano:	16





FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

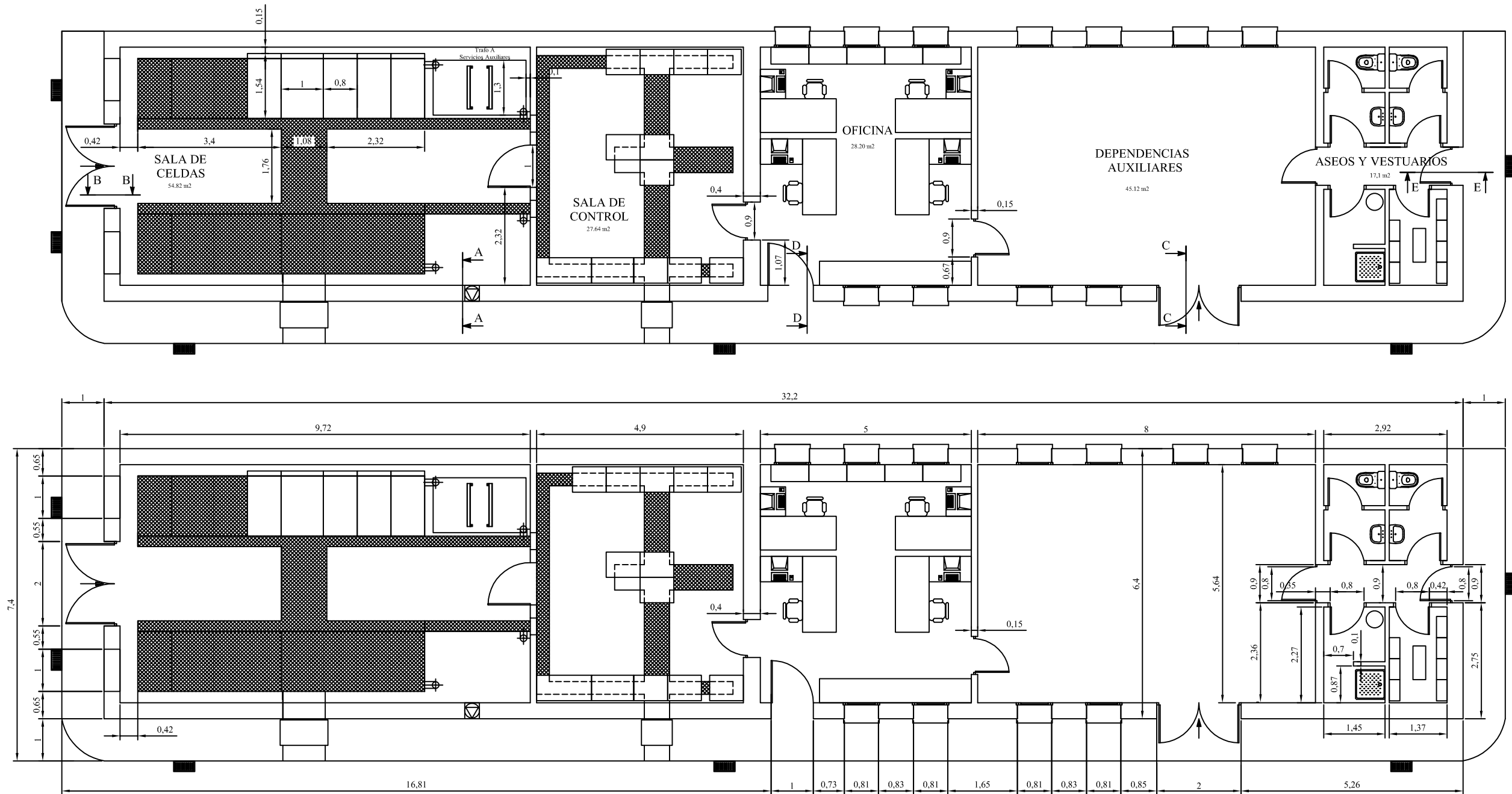
PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

ALZADO SET  
SECCIONES A-A y B-B

Escala:	1:200
Nº plano:	17



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

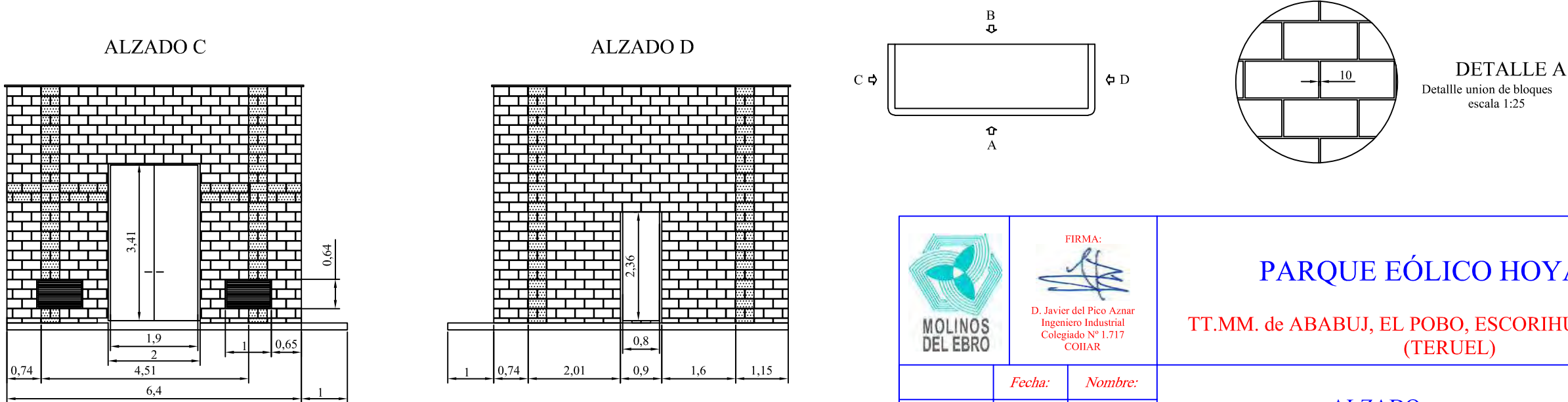
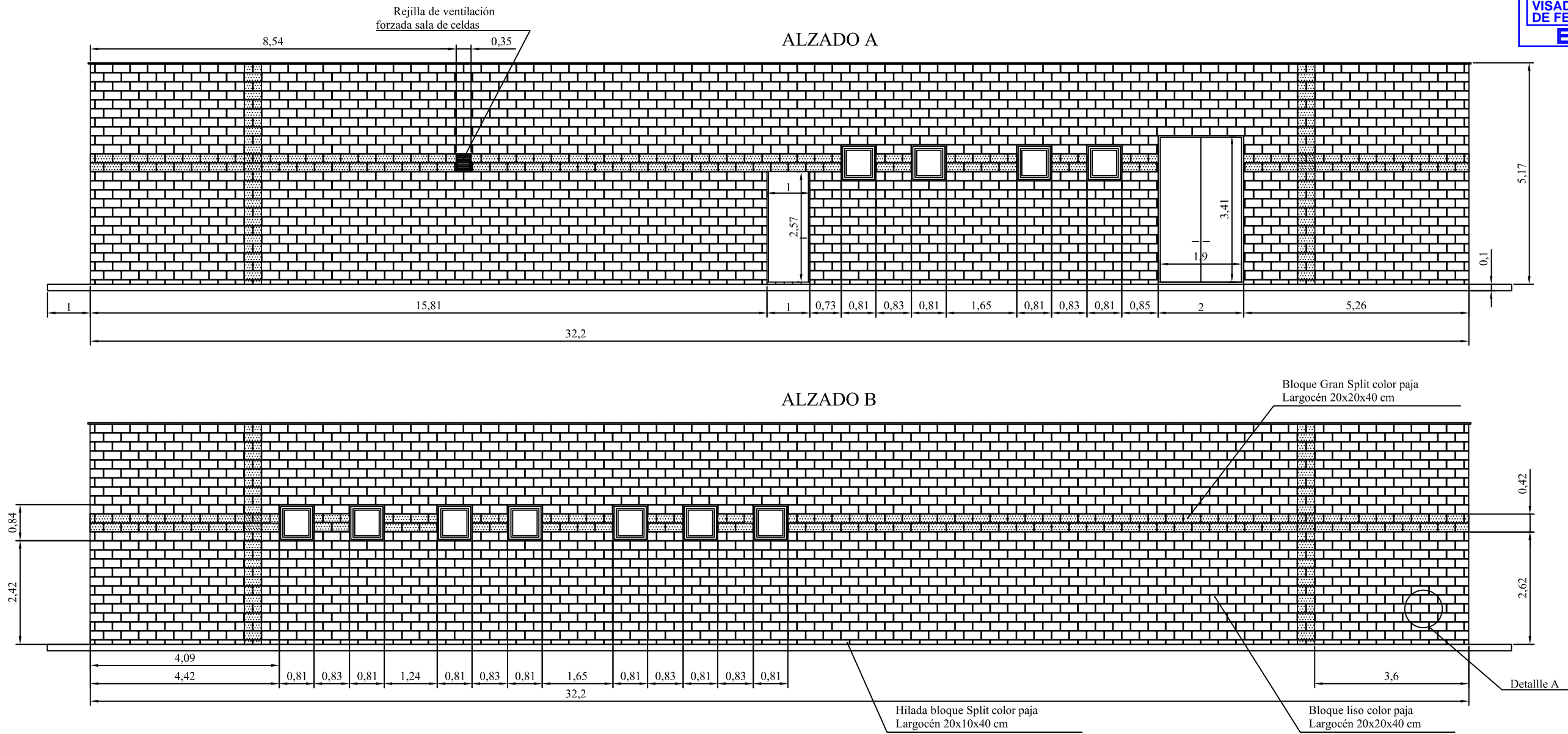
## PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

### PLANTA EDIFICIO DE CONTROL

Escala:	1:100
Nº plano:	18



FIRMA:

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

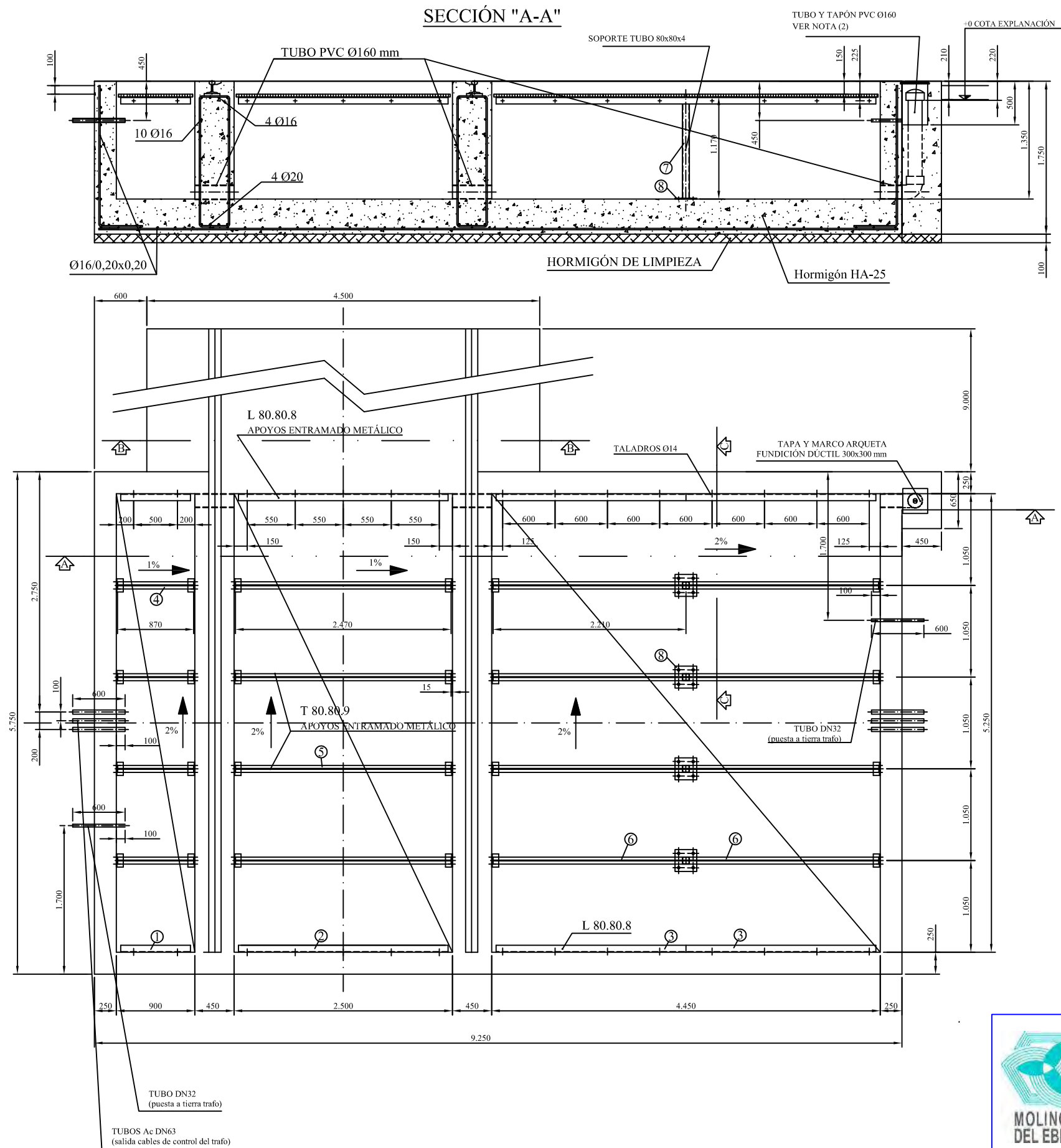
TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

ALZADO  
EDIFICIO DE CONTROL

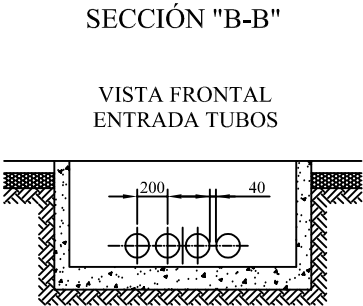
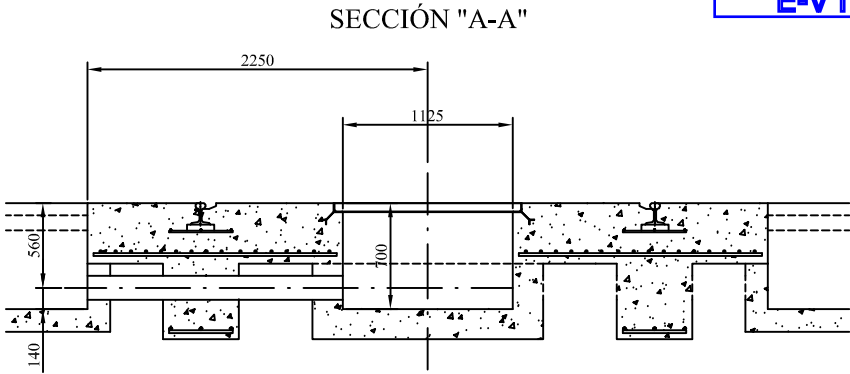
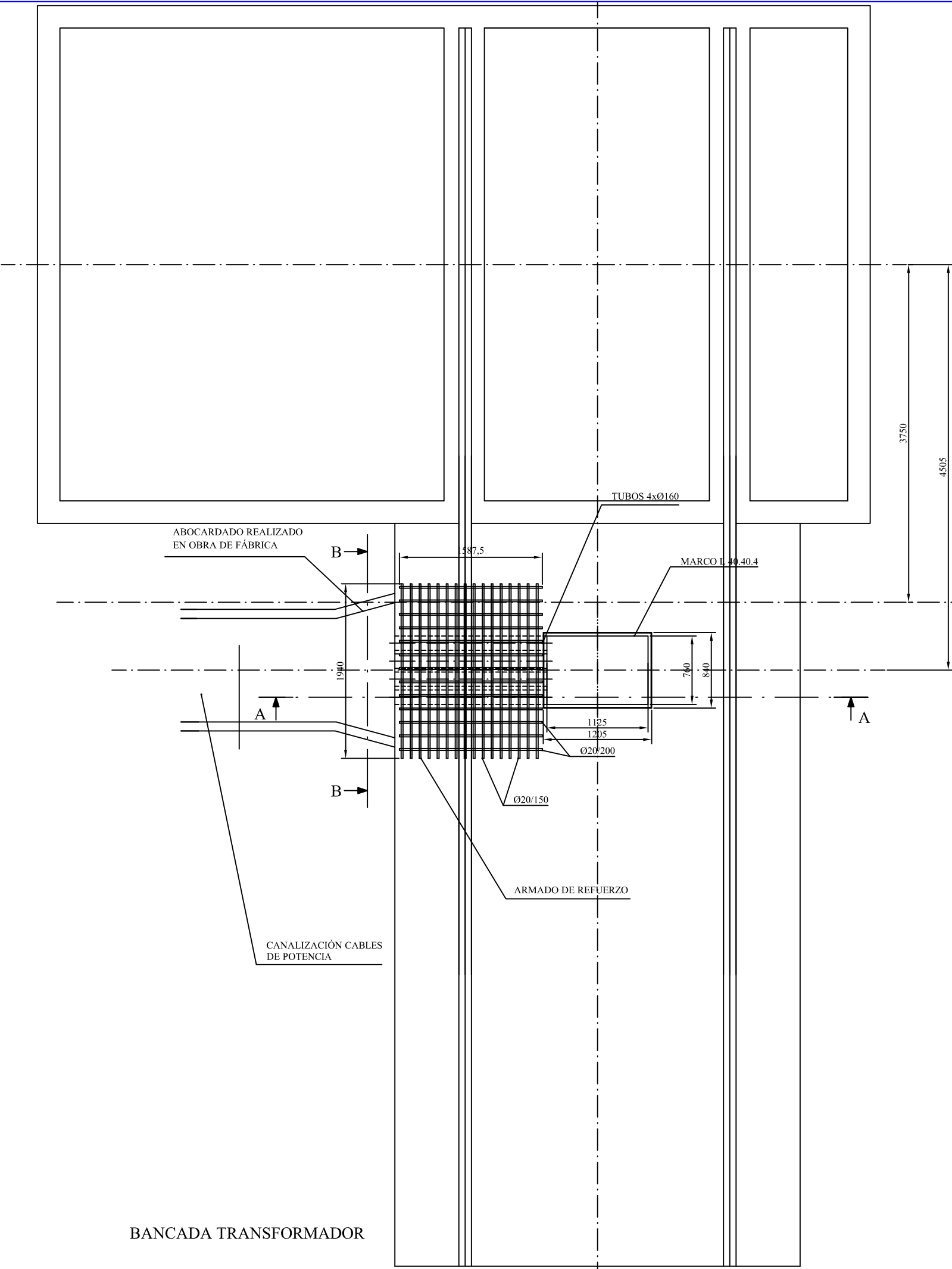
Escala:	1:100
Nº plano:	19





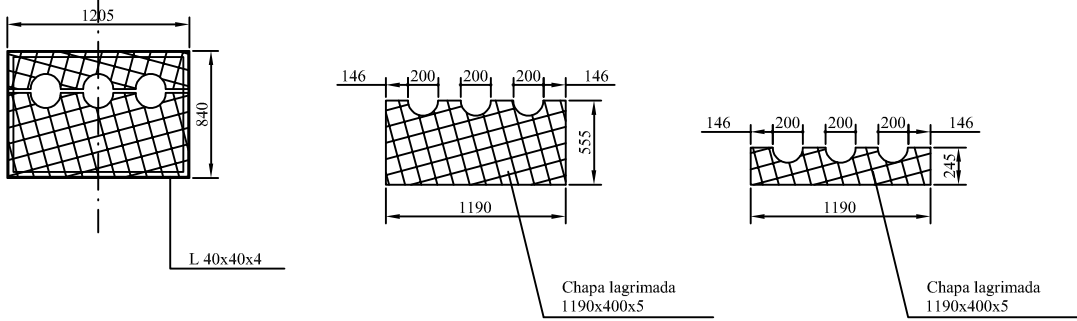
		<b>FIRMA:</b>  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR		<b>PARQUE EÓLICO HOYALTA</b>	
				<b>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</b>	
		<b>Fecha:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>BANCADA DE TRANSFORMADOR (I)</b>	
<b>Dibujado:</b>		03/06/2022	S.S.M.		
<b>Comprobado:</b>		03/06/2022	O.L.		
<b>Aprobado:</b>		03/06/2022	J.D.P.		
				<b>Escala:</b>	<b>1:50</b>
				<b>Nº plano:</b>	<b>20.00</b>





EJE ESTRUCTURA  
20 kV

DETALLE HUECO DE SALIDA CABLES DE POTENCIA CUBIERTO CON  
REJILLA SEGUN DISEÑO



NOTA: LAS CHAPAS SE GALVANIZARÁN EN CALIENTE



FIRMA:  
  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

**PARQUE EÓLICO HOYALTA**

**TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)**

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.
Comprobado:	03/06/2022	O.L.
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.

**DETALLES PLATAFORMA DE  
APROXIMACIÓN TRAFÓ**

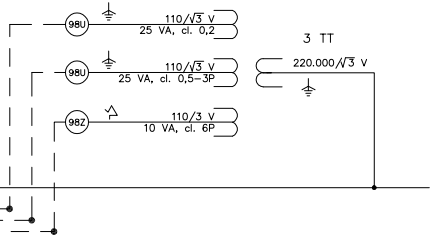
Escala:	1:50
Nº plano:	21



S.E.T. HOYALTA 220/20 kV

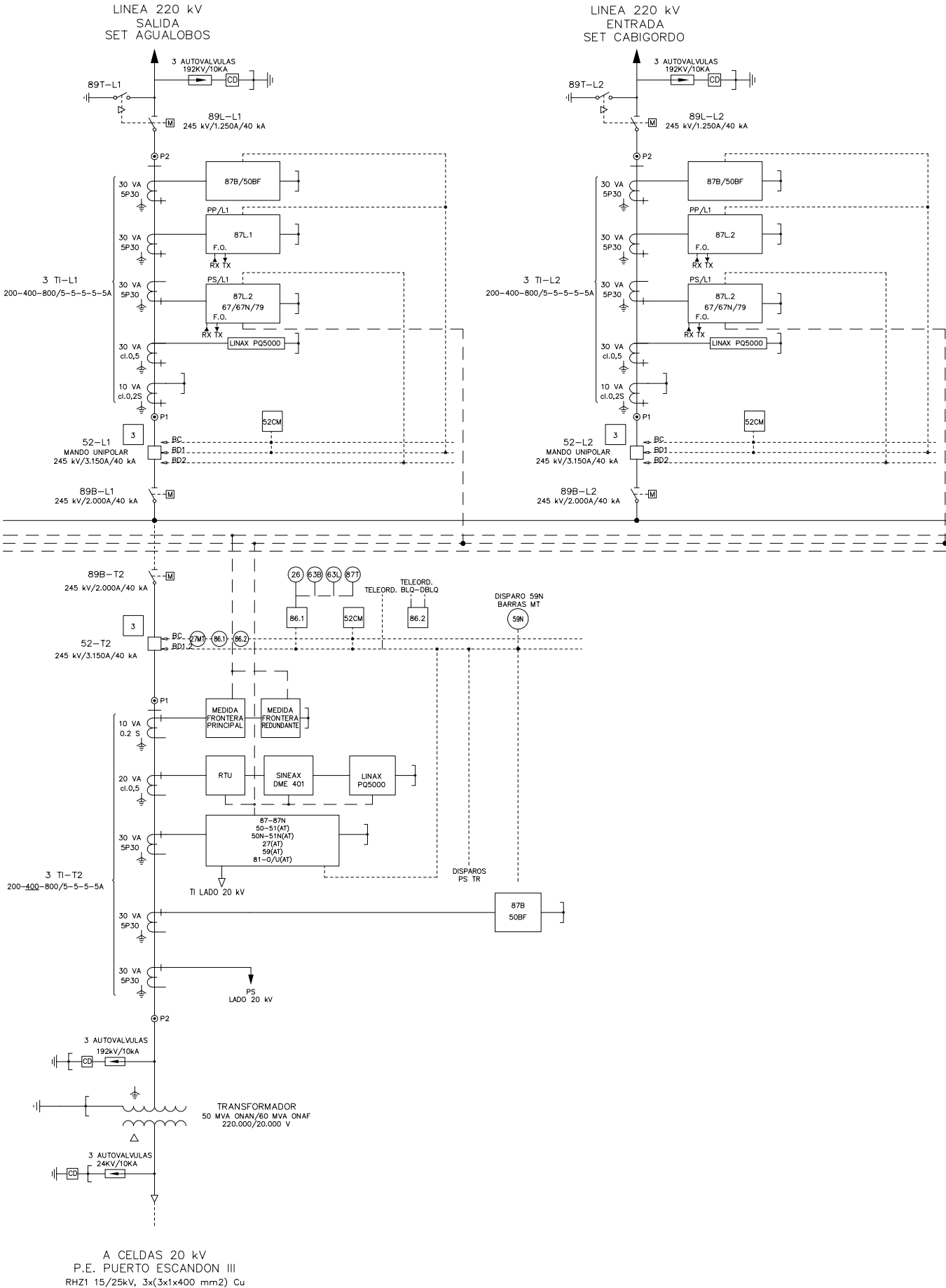
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO

- TENSION NOMINAL DE LA RED ..... 220 kV
- TENSION MÁXIMA EN SERVICIO ..... 245 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL ..... 245 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO ..... 1.050 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO ..... RÍGIDO A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL DE BARRAS ..... 2.000 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL ..... 40 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO ..... 1 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES ..... 125 V c.c. ; 400/230 V c.a.



LEYENDA

3	VIGILANCIA CIRCUITOS DE DISPARO
26	TERMÓMETRO TEMPERATURA DE ACEITE
27	PROTECCIÓN DE MÍNIMA TENSIÓN
50BF	PROTECCIÓN DE FALLO INTERRUPTOR
50-51	PROTECCIÓN DE SOBREENTENSIDAD DE FASES
50N-51N	PROTECCIÓN DE SOBREENTENSIDAD DE NEUTRO
52	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
52CM	CONMUTADOR DE MANDO DE INTERRUPTOR
59	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR
59N	PROTECCIÓN DE MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR DEL NEUTRO
63B	SOBREPRESIÓN (BUCHHOLZ)
63L	LIBERADOR DE PRESION
63BJ	RELÉ BUCHHOLZ CAMBIADOR DE TOMAS
63N	DETECTOR DE NIVEL DE ACEITE
67	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE FASES
67N	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE NEUTRO
79	REENGANCHADOR AUTOMÁTICO
81	PROTECCIÓN DE MÁXIMA / MÍNIMA FRECUENCIA
86	RELE DE DISPAROS CON BLOQUEO Y REARME
87B	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS
87L	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA
87T	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR
89	SECCIONADOR
90	REGULADOR DE TENSIÓN
98	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO



FIRMA:  
D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)

ESQUEMA UNIFILAR FUNCIONAL NIVEL 220 KV

Escala:

S/E

Nº plano: 22

Fecha:

Nombre:

Dibujado:

03/06/2022

S.S.M.

Comprobado:

03/06/2022

O.L.

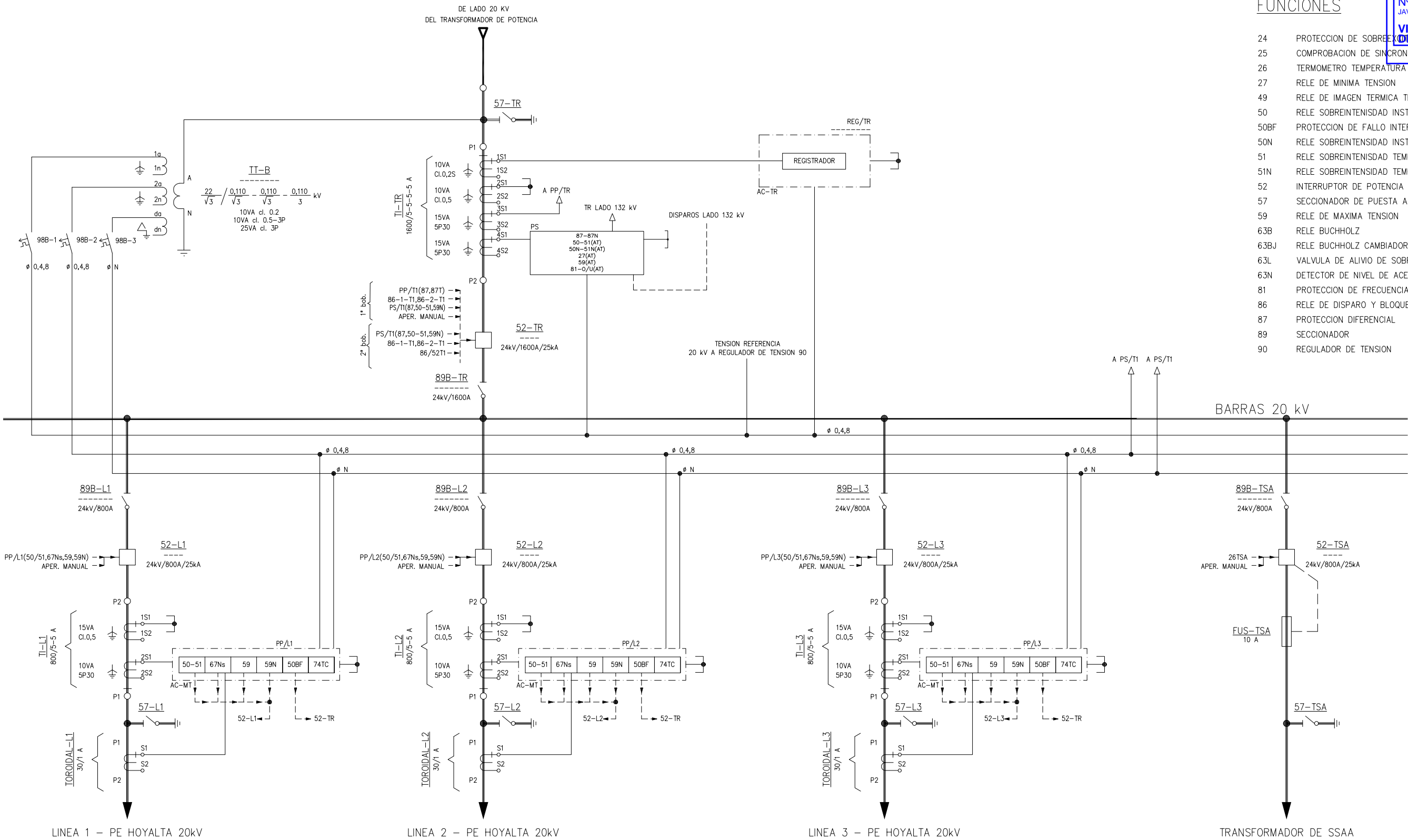
Aprobado:

03/06/2022

J.D.P.

FUNCIONES



- 24 PROTECCION DE SOBRECORRIENTE
- 25 COMPROBACION DE SINCRONISMO
- 26 TERMOMETRO TEMPERATURA ACEITE
- 27 RELE DE MINIMA TENSION
- 49 RELE DE IMAGEN TERMICA TEMPERATURA ARROLLAMIENTOS
- 50 RELE SOBREENTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES
- 50BF PROTECCION DE FALLO INTERRUPTOR
- 50N RELE SOBREENTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO
- 51 RELE SOBREENTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES
- 51N RELE SOBREENTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO
- 52 INTERRUPTOR DE POTENCIA
- 57 SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
- 59 RELE DE MAXIMA TENSION
- 63B RELE BUCHHOLZ
- 63BJ RELE BUCHHOLZ CAMBIADOR DE TOMAS
- 63L VALVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESION
- 63N DETECTOR DE NIVEL DE ACEITE
- 81 PROTECCION DE FRECUENCIA
- 86 RELE DE DISPARO Y BLOQUEO
- 87 PROTECCION DIFERENCIAL
- 89 SECCIONADOR
- 90 REGULADOR DE TENSION

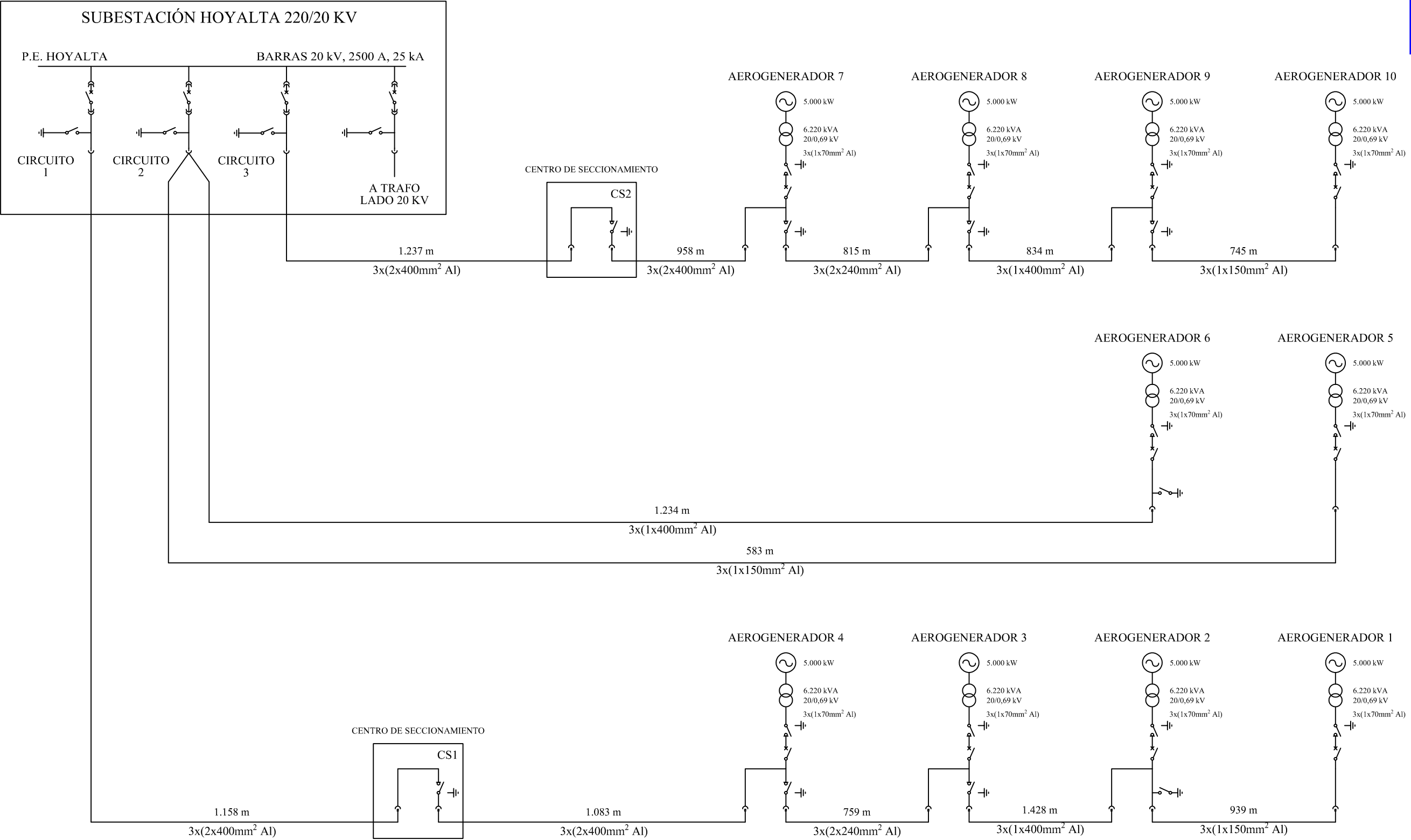


SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA  
HOYALTA 220/20 kV

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO

- TENSIÓN NOMINAL DE LA RED ..... 20 kV
- TENSION MÁXIMA EN SERVICIO ..... 24 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL ..... 24 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO ..... 125 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO ..... AISLADO
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS ..... 1600 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL ..... 25 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO ..... 3 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES ..... 125 V c.c. ; 400/230 V c.a.

 <div>FIRMA:  D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COHAR</div>			<b>PARQUE EÓLICO HOYALTA</b> <b>TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</b>	
	Fecha:	Nombre:	<b>ESQUEMA UNIFILAR FUNCIONAL NIVEL 20 kV -SUBESTACIÓN-</b>	Escala: <b>S/E</b>
Dibujado:	03/06/2022	S.S.M.		Nº plano: 23
Comprobado:	03/06/2022	O.L.		
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.		



C3

C2

C1

			<b>PARQUE EÓLICO HOYALTA</b>	
 D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR			<b>T.T.M.M de ESCORIHUELA, ABABUI, EL POBO Y ORRIOS (TERUEL)</b>	
	Fecha:	Nombre:	<b>ESQUEMA UNIFILAR FUNCIONAL NIVEL 20 kV -PARQUE EÓLICO-</b>	Escala:
Dibujado:	03/06/2022	A.A.G.		S/E
Comprobado:	03/06/2022	O.L.		
Aprobado:	03/06/2022	J.D.P.		Nº plano: 24



## Planos. Proyecto de Ejecución

### Parque Eólico "Hoyalta" 50 MW

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, Julio de 2.022



***Proyecto de Ejecución***

# ***V. Estudio de Seguridad y Salud***

**Parque Eólico “Hoyalta” 50 MW**

**Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios (Teruel)**

## 1. GENERAL

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta como anexo al Proyecto de Ejecución del Parque Eólico "Hoyalta", 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 tablones (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.
- Electrocuciones.

## 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 tapanán 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 anticlavo.
- 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 pales 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.

### 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 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.

#### 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 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 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 dumpers.
- 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 dumpers 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 75° 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 escalar 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 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 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 96°.
- 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 esta recogida y documentada.



## 13. PRESUPUESTO

El presupuesto, correspondiente a la Seguridad y Salud en el Trabajo de las obras del Parque Eólico "Hoyalta" 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
<b>TOTAL CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL</b>				<b>2.881'45</b>

### 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 indicativo 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
<b>TOTAL CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>2.237'90</b>

### 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
<b>TOTAL CAPÍTULO 3: PROTECCIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>895'90</b>

### 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
<b>TOTAL CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y...</b>				<b>5.665'50</b>

#### 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
<b>TOTAL CAPÍTULO 5: MEDICINA PREVENTIVA Y 1ºS AUXILIOS</b>				<b>485'00</b>

#### 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
<b>TOTAL CAPÍTULO 6: FORMACIÓN Y REUNIONES</b>				<b>750'00</b>

#### 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
<b>TOTAL PRESUPUESTO:</b>				<b>12.919'85</b>



PARQUE EÓLICO "HOYALTA" 50 MW  
TÉRMINOS MUNICIPALES DE ABADOLLA, ESCORIHUELA Y ORRIOS (TERUEL)



## 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 \_\_\_\_\_

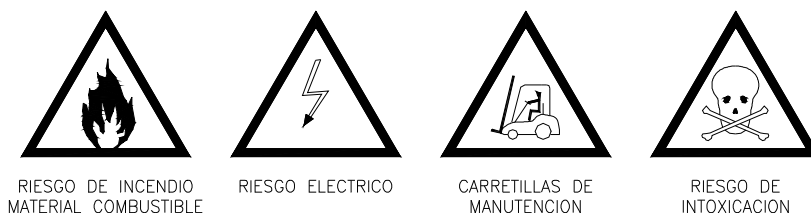
\_\_\_\_\_



## 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)



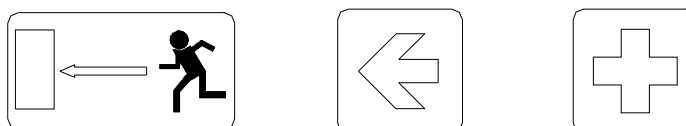
### SEÑALES DE OBLIGACIÓN

(Pictograma blanco sobre fondo azul)



### SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

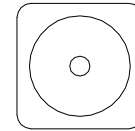
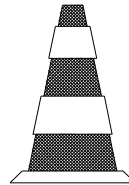
(Pictograma blanco sobre fondo verde)



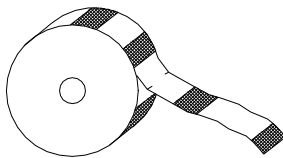
### 14.3. SEÑALIZACIÓN (II)



PANELES DIRECCIONALES  
PARA OBRAS Y CURVAS



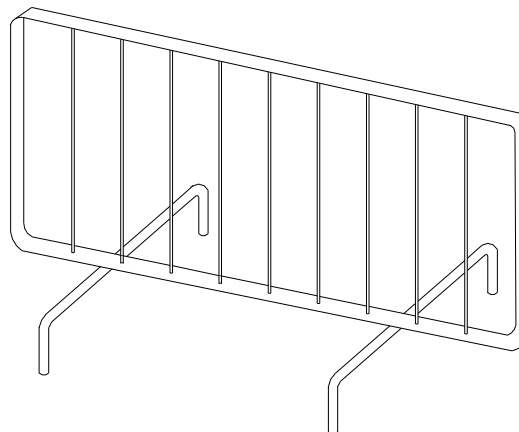
CONO



CINTA BALIZAMIENTO

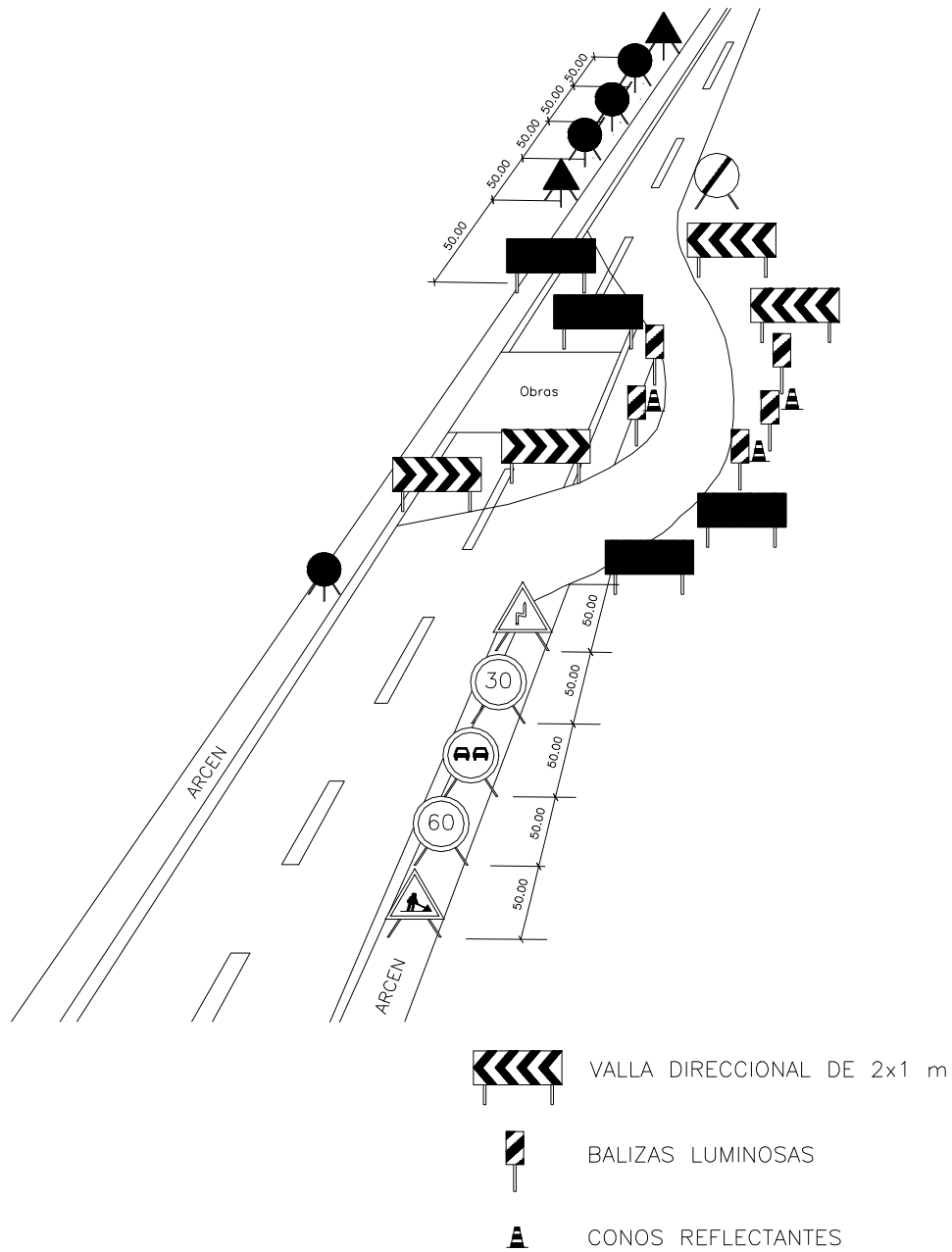


CORDON BALIZAMIENTO

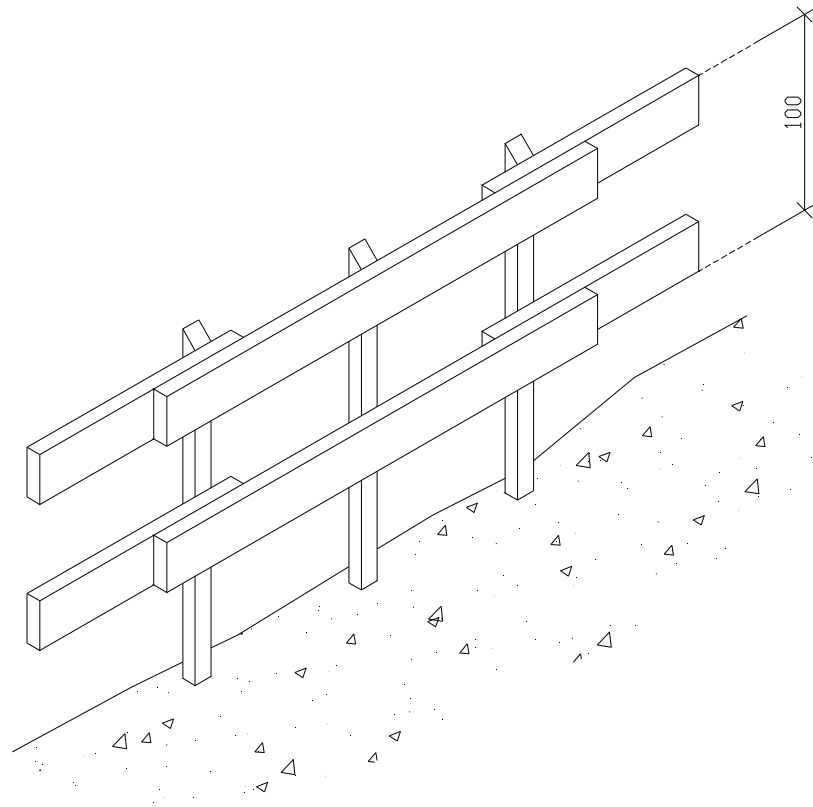


VALLA DESVIO TRAFICO

#### 14.4. BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

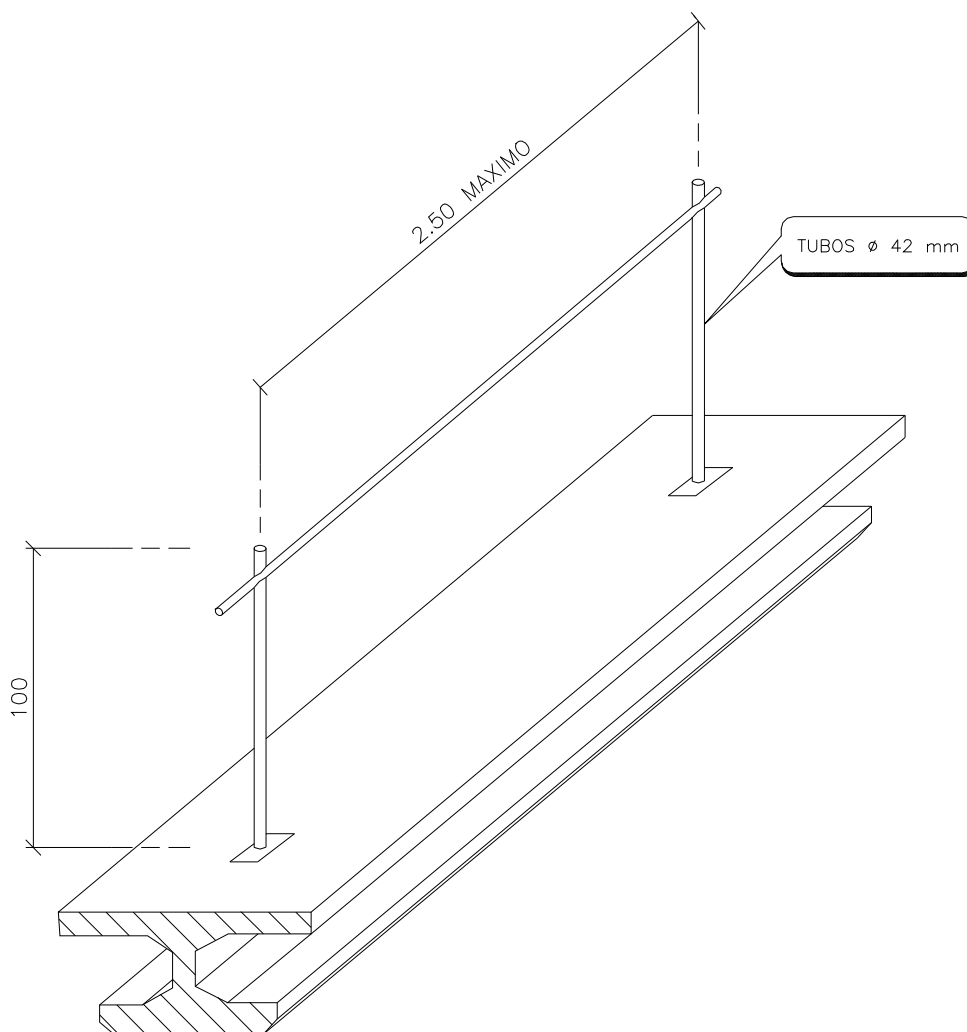


## 14.5. BARANDILLA DE PROTECCIÓN

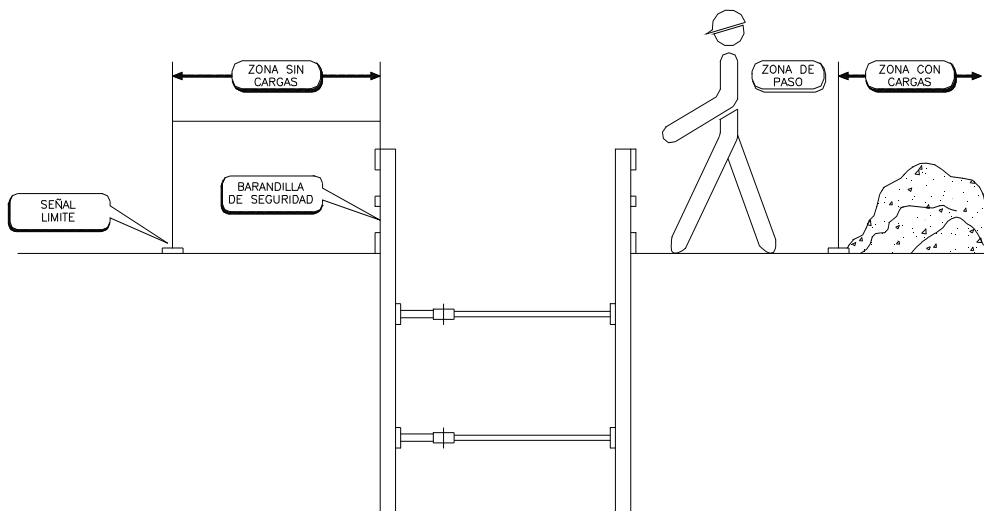




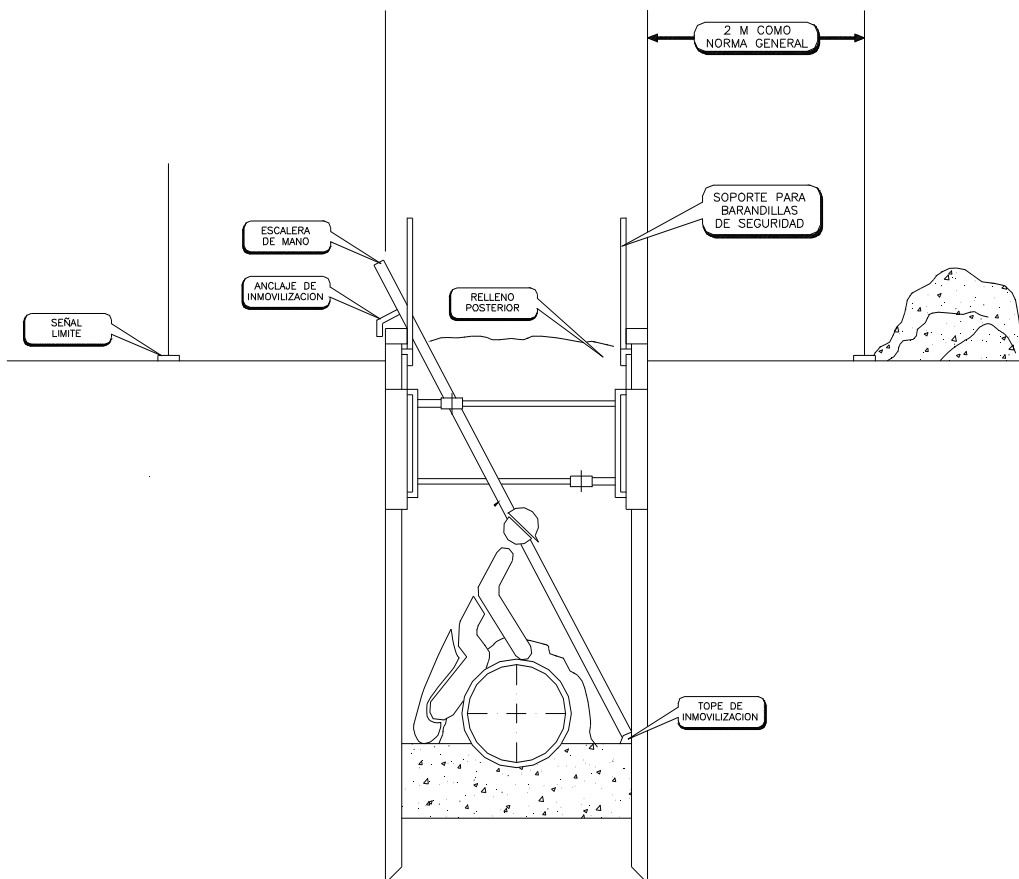
#### 14.6. LÍNEA DE ANCLAJE DE CINTURONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR SOBRE VIGAS DE PUENTES



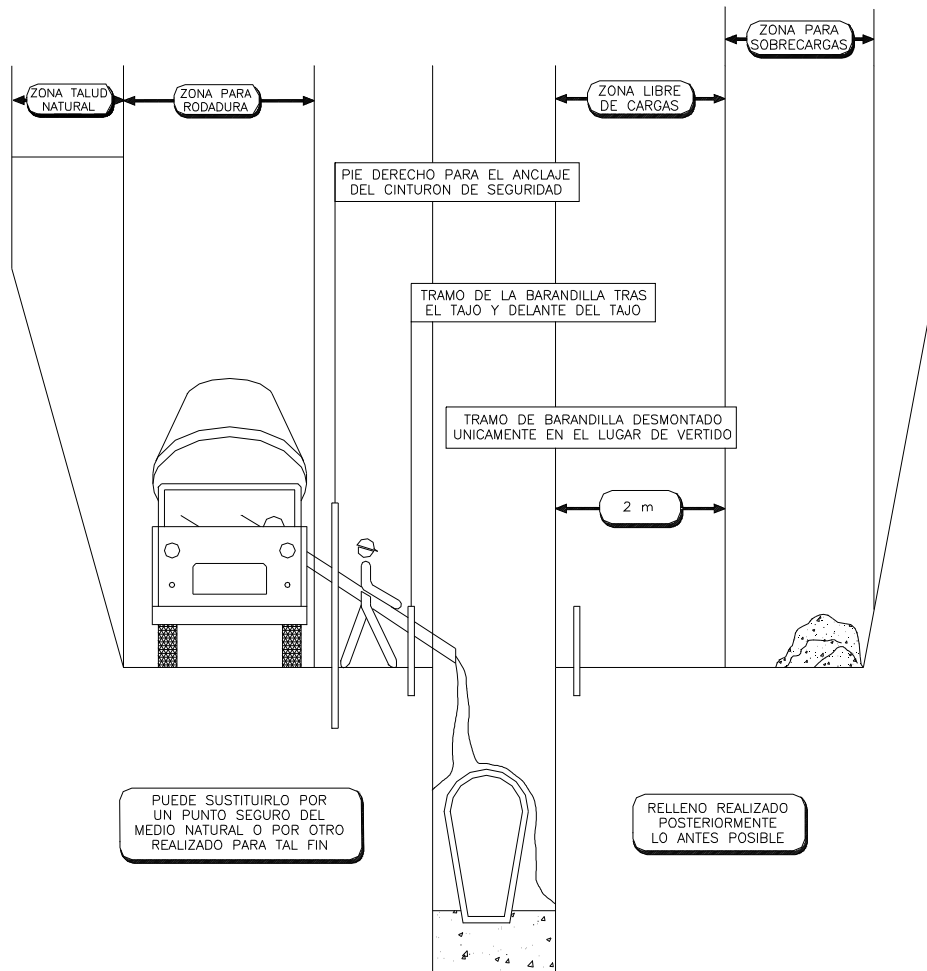
## 14.7. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (I)



## 14.8. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (II)



## 14.9. PROTECCIÓN EN EXCAVACIONES (III)



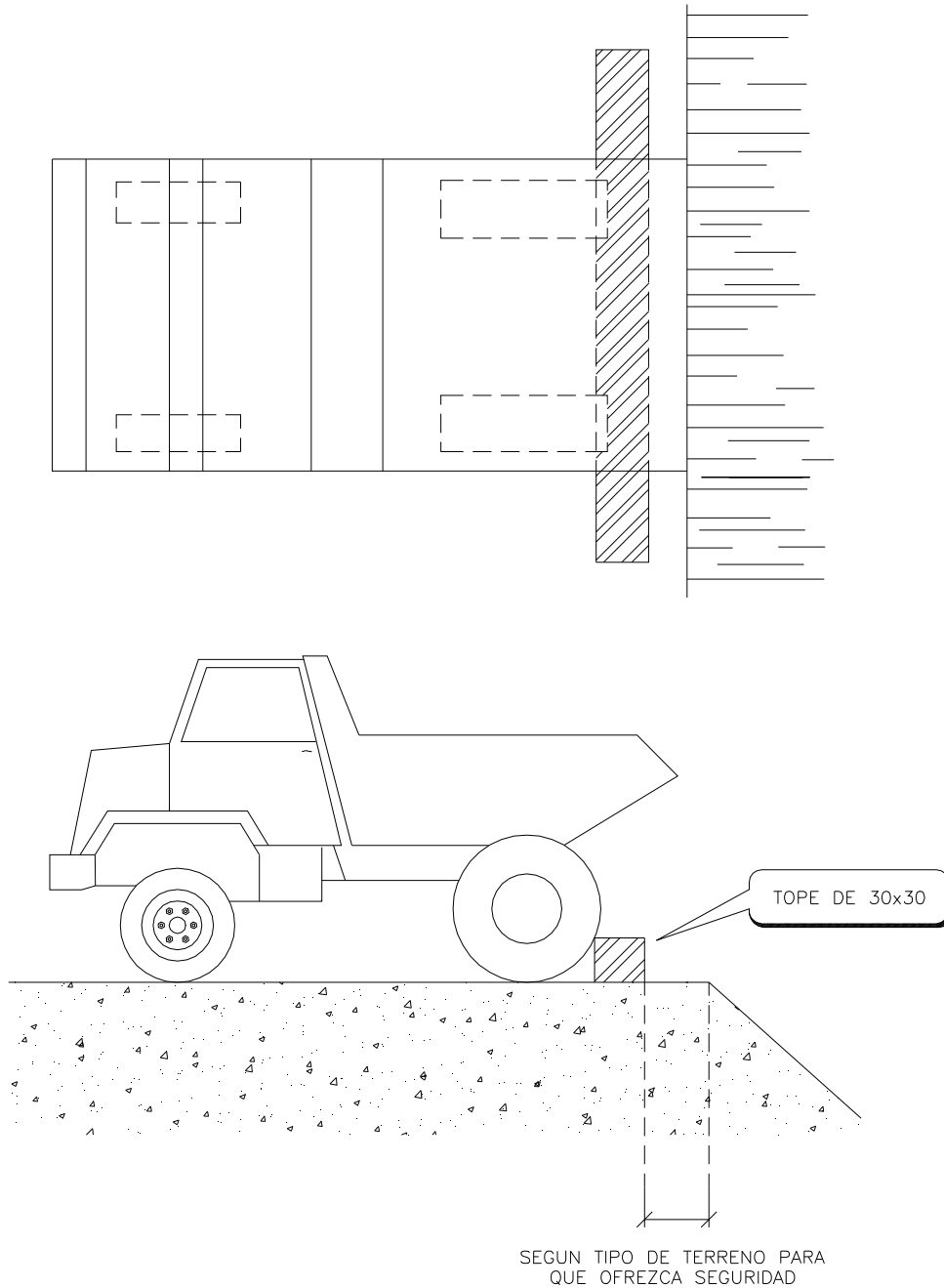
MIENTRAS SE REALIZA EL HOMIGONADO POR DETRAS DEL TAJO, SE PROCEDE TRAS EL FRAGUADO AL CIERRE DE LA ZANJA.

TRAMO ABIERTO. EL ESTRUCTO 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

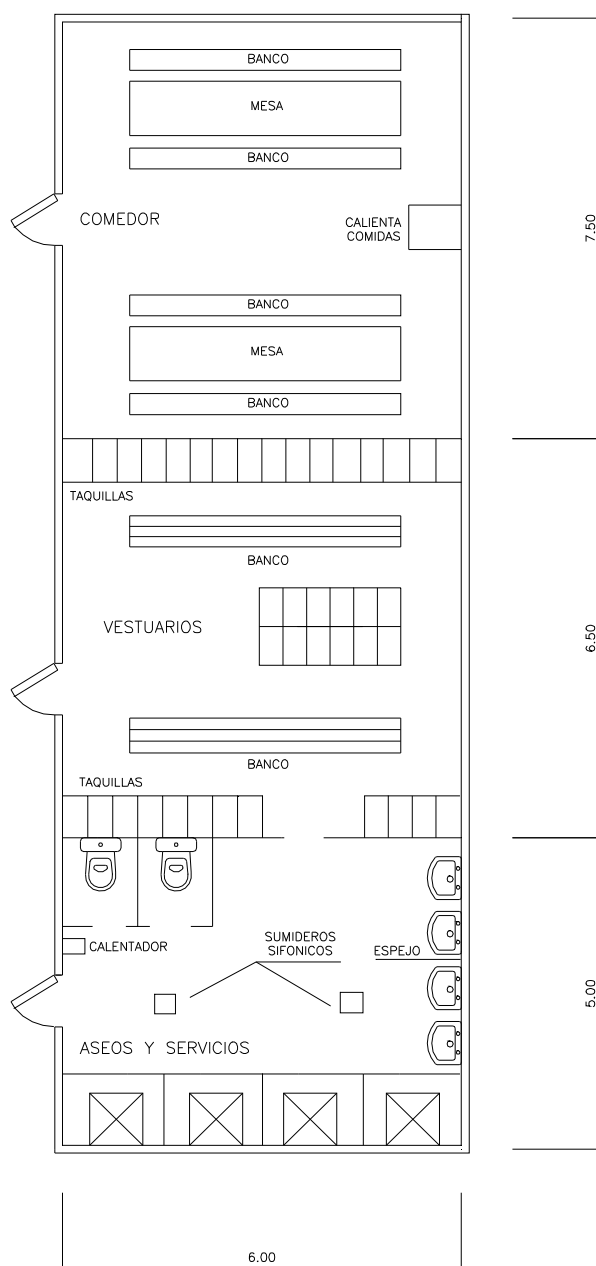


#### 14.10. TOPE DE RETROCESO PARA VERTIDOS DE TIERRA



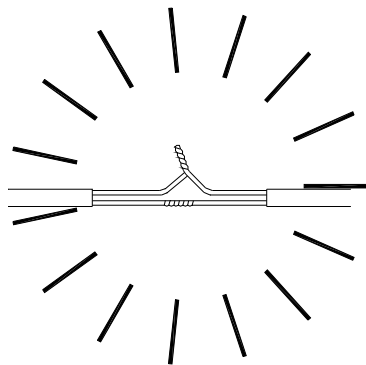
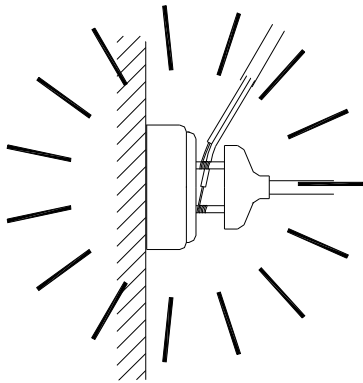
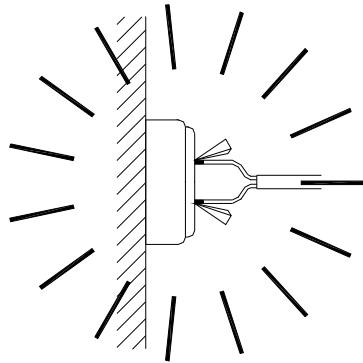
## 14.11. MODELO DE INSTALACIÓN PARA COMEDOR, VESTUARIOS Y SERVICIOS HIGIÉNICOS DE OBRA.

(Máximo de trabajadores previstos 40)

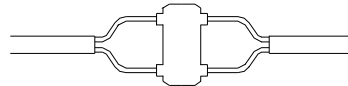
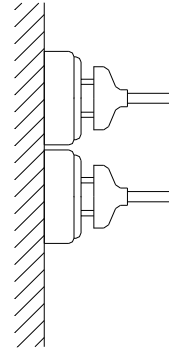
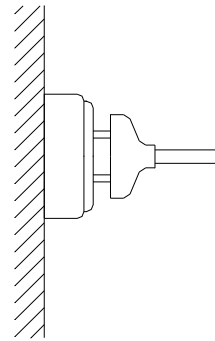


## 14.12. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

INCORRECTO



CORRECTO



## Estudio de Seguridad y Salud. Proyecto de Ejecución

### Parque Eólico "Hoyalta" 50 MW

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, Julio de 2.022





## *Proyecto de Ejecución*

# ***VI. Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición***

**Parque Eólico “Hoyalta” 50 MW**

**Términos Municipales de Ababuj, El Pobo, Escorihuela y Orrios (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 "Hoyalta", 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 registrará 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)
<b>De naturaleza pétreo</b>			
17 01 01	Hormigón	20,4	11,9
17 01 02	Ladrillos	1,2	1,5
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	1,2	1,5
<b>De naturaleza no pétreo</b>			
15 01 01	Envases de papel y cartón	2,9	3,3
17 02 01	Madera	6,3	10,5
17 02 03	Plástico	2,4	2,6
17 04 01	Cobre, Bronce, Latón	0,075	0,045
17 04 02	Aluminio	0,13	0,08
17 04 05	Hierro y acero	2,03	1,35
17 04 07	Metales mezclados	1,49	1,35
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	1,1	0,75
<b>Basura doméstica</b>			
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,68	0,9

Código	Residuos de construcción y demolición (ii)	Peso (t)	Vol. (m³)
<b>Potencialmente peligrosos</b>			
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	0,38	0,375
13 01 10	Aceites minerales no clorados	0,14	0,15
13 01 11	Aceites sintéticos	0,14	0,15
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	0,6	0,98
15 01 11	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	0,27	0,3
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	1,82	2
16 06 02	Acumuladores de Ni-Cd	0,075	0,038
16 06 04	Pilas alcalinas	0,038	0,02
17 01 06	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	1,1	0,75
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,68	0,75
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	1,35	1,5
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	1,1	0,75

## 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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	Agresivo - Alto
17 02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Contenedor 1 m <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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	11,8	p/a	1.575
Ladrillos	1,5	p/a	200
Tejas y materiales cerámicos	1,5	p/a	200
Envases de papel y cartón	3,3	p/a	1.575
Madera	10,5	p/a	1.575
Plástico	2,6	p/a	450
Cobre, Bronce, Latón	0,045	-	0
Aluminio	0,083	-	0
Hierro y acero	1,35	-	0
Metales mezclados	1,35	-	0
Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	0,75	p/a	750
Mezcla de residuos municipales	0,9	-	0
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas	0,38	300	114
Aceites minerales no clorados	0,15	p/a	150
Aceites sintéticos	0,15	p/a	150
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ella	0,98	300	294
Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos.	0,3	350	105
Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas contaminadas.	2	300	600
Acumuladores de Ni-Cd	0,038	p/a	160
Pilas alcalinas	0,019	p/a	160
Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	0,75	285	214
Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,75	285	214
Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	1,5	-	0
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,75	285	214
<b>Presupuesto total previsto gestión de residuos (€)</b>			<b>8.700</b>

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.

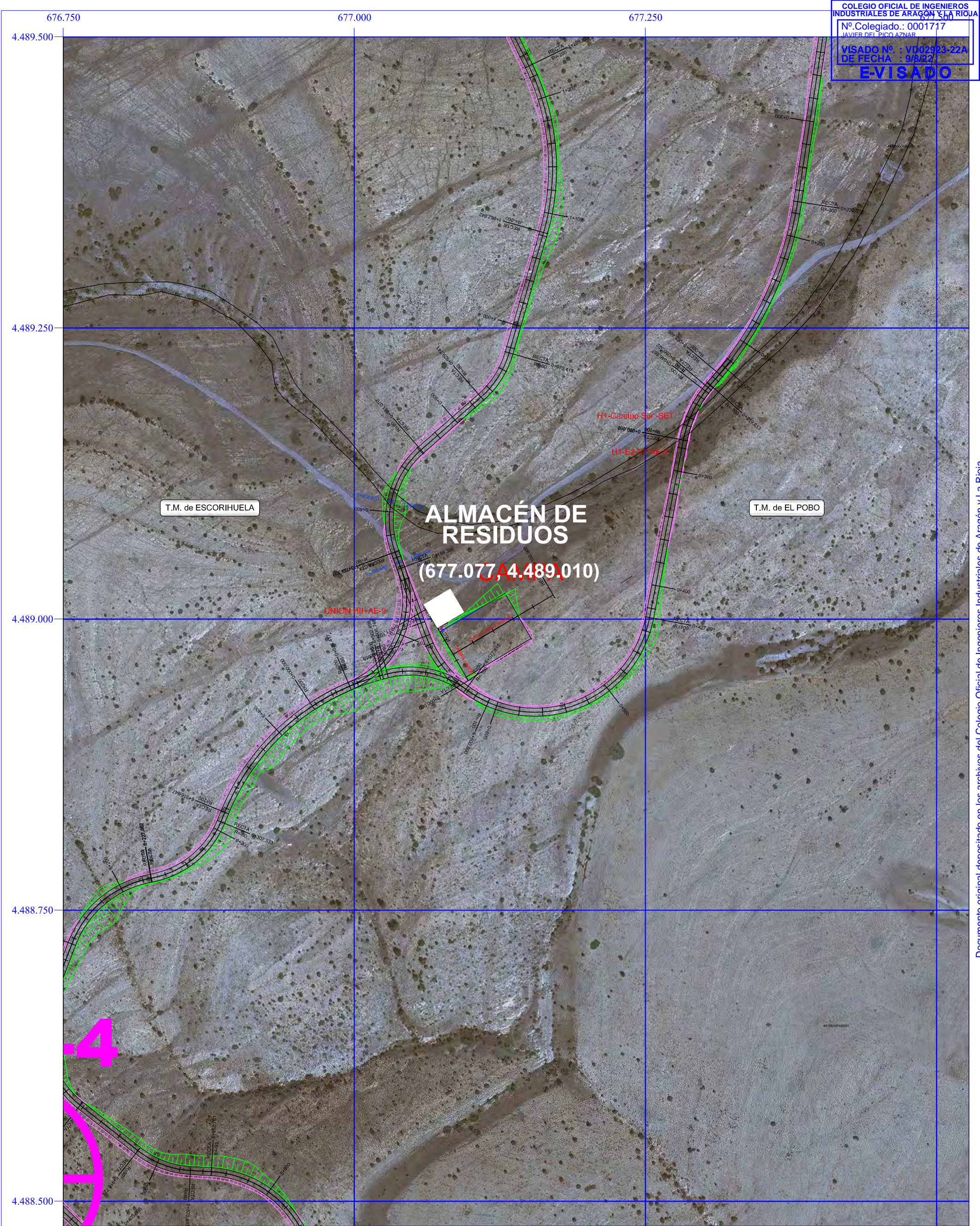


PARQUE EÓLICO "HOYALTA" 50 MW  
TÉRMINOS MUNICIPALES DE ABADOLLA, ESCORIHUELA Y ORRIOS (TERUEL)



## 9. PLANOS





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

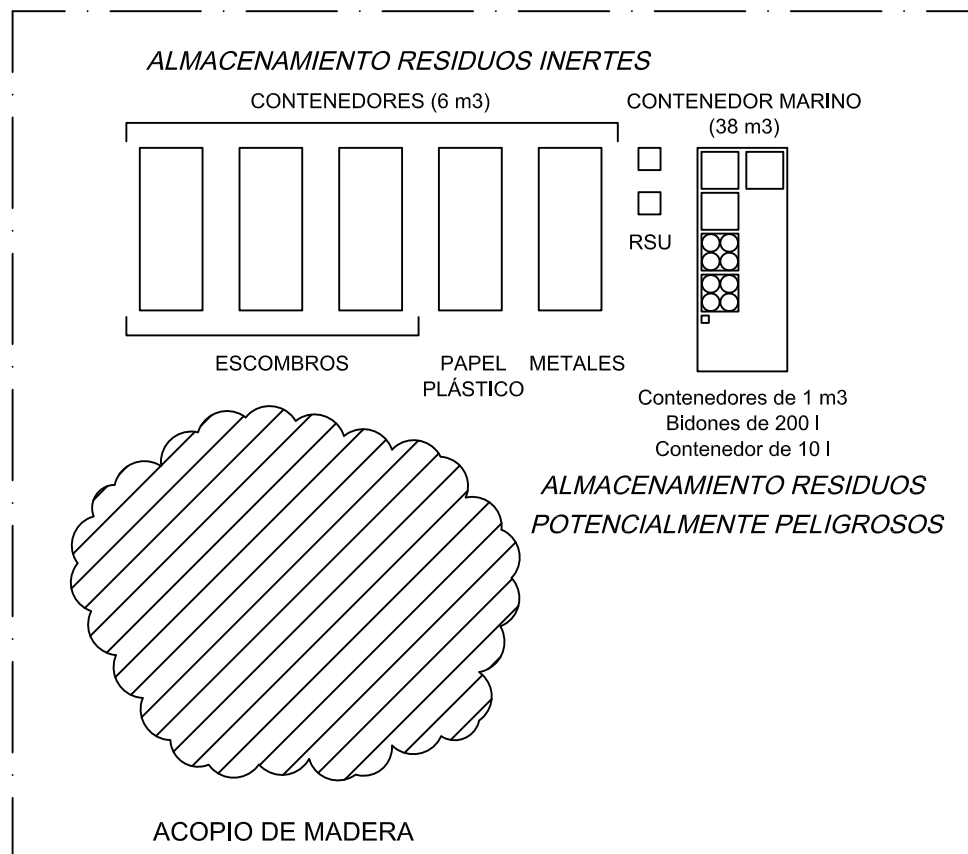
Nº Colegiado.: 0001717  
JAVIER DEL PICO AZNAR

VISADO Nº.: VD02923-22A  
DE FECHA.: 9/6/22

E-VISADO

 <div>MOLINOS DEL EBRO</div>		<div>FIRMA:</div>  <div>D. Javier del Pico Aznar Ingeniero Industrial Colegiado Nº 1.717 COIAR</div>		<div>PARQUE EÓLICO HOYALTA</div> <div>TT.MM. de ABABUIJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS (TERUEL)</div>	
	Fecha:	Nombre:	UBICACIÓN DE INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, MANEJO Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS		Escala:
Dibujado:	03/06/22	S.S.M.			1:3.000
Comprobado:	03/06/22	O.L.			
Aprobado:	03/06/22	J.D.P.			Nº plano: 09.01





**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:

*[Firma manuscrita]*

D. Javier del Pico Aznar  
Ingeniero Industrial  
Colegiado N° 1.717  
COIAR

PARQUE EÓLICO HOYALTA

TT.MM. de ABABUJ, EL POBO, ESCORIHUELA y ORRIOS  
(TERUEL)

	Fecha:	Nombre:
Dibujado:	03/06/22	S.S.M.
Comprobado:	03/06/22	O.L.
Aprobado:	03/06/22	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 "Hoyalta" 50 MW**

Firmado:



**Javier del Pico Aznar**

Ingeniero Industrial / Colegiado Nº 1.717

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja

Zaragoza, Julio de 2.022