



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO PROYECTO DE EJECUCIÓN DE PARQUE EÓLICO EN TIERRA

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez
Director: Consuelo Alonso Alonso

Madrid
Junio de 2020

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO EN TIERRA

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en
el

curso académico 2019-2020 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Borja Martín-Cubas Núñez. Fecha: 10/06/2020

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Consolación Alonso Alonso Fecha: 10/06/2020

Agradecimientos

A la directora del proyecto, Consolación Alonso Alonso por su compromiso y dedicación.

A la empresa VORTEX por la cesión de datos para el estudio de recurso eólico.

PARQUE EÓLICO-ZALAMEA

Autor: Martín-Cubas Núñez, Borja.

Director: Alonso Alonso, Consolación.

RESUMEN DEL PROYECTO:

1. Introducción:

Este proyecto consiste en el desarrollo completo del proyecto de ejecución de un parque eólico en tierra, situado en Zalamea de la Serena, Badajoz, realizando diferentes estudios, cálculos y diseños. Este proyecto se presenta cómo un proyecto de ingeniería clásico que consta de: Memoria, Planos, Pliego de condiciones, Presupuesto y diferentes anexos.

2. Metodología:

El primer paso para empezar este proyecto es buscar un emplazamiento que cumpla unos requisitos para que se pueda desarrollar el proyecto, realizar un estudio de recurso eólico a través de programas como Windographer y Wasp, en los que hay que introducir unos datos del viento en un periodo de tiempo, estos datos han sido proporcionados por la empresa VORTEX, estos programas empleados realizan un estudio estadístico y de simulación de flujos de viento que permite analizar si se cumplen las condiciones óptimas para dar un emplazamiento como válido para realizar el proyecto del parque eólico, este estudio y análisis está desarrollado en detalle en la Memoria y en el Anexo I del proyecto.

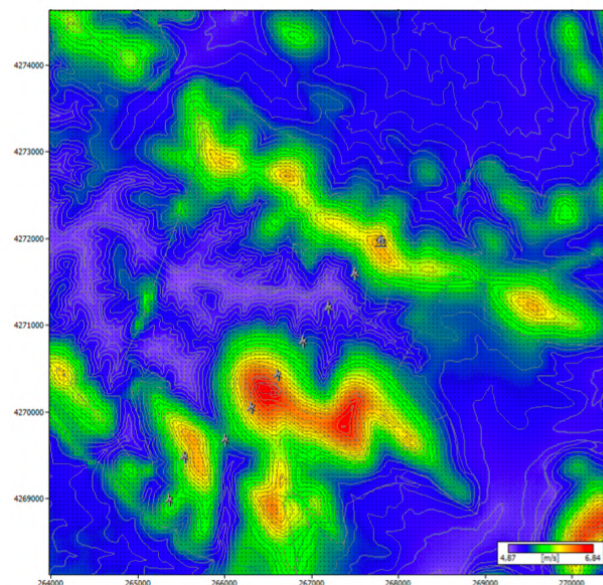


Figura 1: Mapa isoventas emplazamiento, WASP

En este estudio también se han tenido en cuenta diferentes fabricantes y modelos de aerogeneradores eligiendo finalmente el más adecuado para el proyecto, teniendo en cuenta aspectos operativos y de coste, este estudio también se muestra en los apartados comentados anteriormente.

Una vez analizado todo lo anterior y elegido el fabricante y modelo de los aerogeneradores que se van a emplear, hay que hacer el proyecto de la obra civil que incluye: viales y accesos al parque, cimentación de los aerogeneradores, zanjas para cables y edificio de control. Para hacer los viales se han aprovechado en la medida de lo posible los caminos existentes, como se indica en el Documento N°2: Planos, así como también se han diseñado según los requisitos del fabricante para que la maquinaria pueda acceder, para esto se tiene en cuenta el ancho de los caminos, la inclinación y el radio de las curvas, estos datos vienen dados por el fabricante, en este caso Vestas. Para la realización de esta parte se ha utilizado Autocad, tanto para comprobar las condiciones del terreno como para realizar los planos pertenecientes a este apartado.

A continuación, se muestra una parte del catálogo del fabricante dónde especifica como debe ser el radio de una curva:

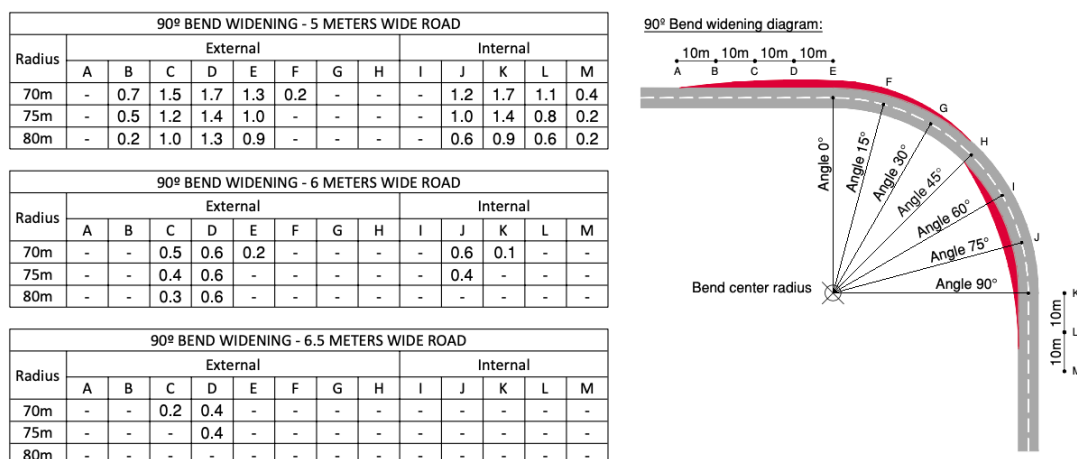


Figura 2: Requisitos del fabricante para radio de curva

Para la cimentación y el Edificio de Control, se ha utilizado un diseño genérico con unas medidas adecuadas y razonables.

Las zanjas para cables siguen una normativa y directrices indicadas en el pliego de condiciones y representadas en la tipología de zanjas en el Documento N°2: Planos, en la que se detallan las capas y tipos de arena de las que tienen que estar rodeados los cables dentro de la zanja.

El siguiente punto que se ha realizado ha sido la instalación eléctrica, para esto se han realizado distintos cálculos: Dimensionamiento de cables, cálculo de cortocircuito y diseño de la subestación.

Para el dimensionamiento de cables se han utilizado dos criterios: Intensidad máxima admisible y caída de tensión, estos cálculos se han desarrollado en detalle en el Anexo II. El dimensionamiento de cables se realiza una vez decidido o diseñados los circuitos del parque, en este caso el parque consta de dos circuitos equilibrados con cuatro aerogeneradores en cada uno.

Una vez hecho el dimensionamiento de cables se realiza el cálculo de cortocircuito, en el que se simula una falta monofásica a tierra y de esta forma se calcula la intensidad de cortocircuito, para esto es necesario calcular las impedancias del circuito y así poder tener el circuito monofásico equivalente que facilitará los cálculos, todo este desarrollo se explica en el Anexo II.

Los planos de los esquemas unifilares y los circuitos y disposición de los aerogeneradores se muestra en el Documento N°2: Planos.

Una vez realizados todos estos cálculos y diseños del parque hay que realizar un estudio de viabilidad económica que indicará si el proyecto es rentable o no, para hacer este estudio se tiene en cuenta una inversión total a acometer, un cronograma previsto para la inversión, gastos operativos, ingresos previstos por explotación del parque y se han considerado distintas fuentes de financiación, se ha realizado cuenta de pérdidas y ganancias y un análisis de rentabilidad que finalmente indica que el proyecto es rentable, todo esto se desarrolla en el Anexo III.

Por último, se presenta en Anexo IV en el que se explican los principales objetivos de desarrollo sostenible que están integrados en el proyecto, considerándose estos:

- o Energía asequible y no contaminante.
- o Trabajo decente y crecimiento económico.
- o Industria, innovación e infraestructura.
- o Producción y consumo responsables.
- o Acción por el clima.

3. Conclusiones:

A continuación, se muestra un resumen del resultado del estudio de recurso eólico, en el que se puede ver que la mejor opción es elegir los aerogeneradores Vestas ya que tienen un número de horas equivalentes y factor de capacidad mayor. Estos resultados se obtienen a través de Windographer y Wasp y han sido tratados y analizados a través de Excel, habiendo realizado diferentes tablas y gráficos que facilitan el análisis y han sido representadas y explicadas en el Anexo I.

PARQUE EÓLICO ZALAMEA									
Alternativa	HH (m)	Potencia nominal (MW)	Nº aeros	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL					
				Potencia instalada (MW)	Energía Libre (MWh/año)	Energía Bruta (MWh/año)	Energía neta (MWh/año)	Horas equivalentes	Factor de capacidad (%)
V162-5,6MW	119	5,6	8	44,8	127.423	121.051	110.484	2466,14	28,15%
SG 6.0-170	122,5	6,0	8	48	115.142	109.742	100.158,56	2398,79	27,38%
GE 158-5,5MW	120,9	5,5	9	49,5	117.182	111.661	101.909,98	2367,31	27,02%

Tabla 1: Resultados estudio de recurso eólico.

En la parte de diseño eléctrico se ha obtenido que lo mejor es hacer dos circuitos equilibrados en los que el dimensionamiento de cables se realiza según la intensidad máxima admisible ya que es el criterio mas restrictivo y por tanto se utilizarán dos cables en paralelo por cada fase de aluminio con una sección de 240mm² XLPE y se comprueba que resisten a la intensidad de cortocircuito calculada. Los interruptores y celdas de Media Tensión serán de intensidad nominal de 630A para que soporten todas las condiciones que se puedan dar.

A continuación, se muestran los resultados del cálculo de cortocircuito

Tensión	I_k''	I_{kAero}''	I_{kRED}''
30kV	9510,33 ^{-89,12} A	280,34 ^{-72,5°} A	7573,08 ^{-89,61°} A

Tabla 2: Resultados cálculo de cortocircuito.

Finalmente, con el estudio de viabilidad económica se obtiene que el proyecto va a ser rentable tanto para la empresa como para los accionistas que lo financian, para este estudio se ha tenido en cuenta una vida útil del parque eólico de 20 años, la rentabilidad queda demostrada con un TIR 9.26% de y un VAN de 10,239 k€ con una tasa de descuento del 4%.

ZALAMEA-WIND FARM

PROJECT SUMMARY:

1. Introduction:

This project consists of the complete development of the execution project of an onshore wind farm, located in Zalamea de la Serena, Badajoz, carrying out different studies, calculations and designs. This project is presented as a classic engineering project consisting of: Memory, Plans, Specifications, Budget and different annexes.

2. Methodology:

The first step to begin this project is to look for a site that fulfills some requirements so that the project can be developed, to make a study of wind resource through programs like Windographer and Wasp, in which it is necessary to introduce some data of the wind in a period of time, these data have been provided by the company VORTEX, these programs make a statistical study and of simulation of wind flows that allows to analyze if the optimal conditions are fulfilled to give a site like valid to make the project of the wind farm, this study and analysis is developed in detail in the Memory and Annexe I of the project.

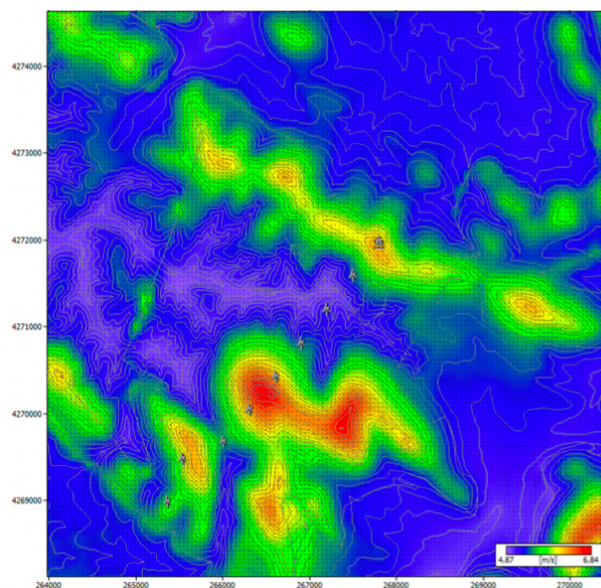


Figure 1: Isovent Map, WASP

In this study, different manufacturers and models of wind turbines have also been taken into account, finally choosing the most suitable one for the project, taking into account operational and cost aspects. This study is also shown in the sections mentioned above.

Once all of the above has been analysed and the manufacturer and model of the wind turbines to be used have been chosen, the civil engineering project must be carried out, which includes roads and accesses to the park, wind turbine foundations, cable trenches and the control building. To make the roads, the existing paths have been used as much as possible, as indicated in Document N°2: Plans, as well as being designed according to the manufacturer's requirements so that the machinery can access them. For this, the width of the paths, the inclination and the radius of the curves are taken into account, these data are given by the manufacturer, in this case Vestas. To carry out this part, Autocad has been used, both to check the conditions of the terrain and to make the plans belonging to this section.

Next, a part of the manufacturer's catalogue is shown where it specifies how the radius of a curve should be:

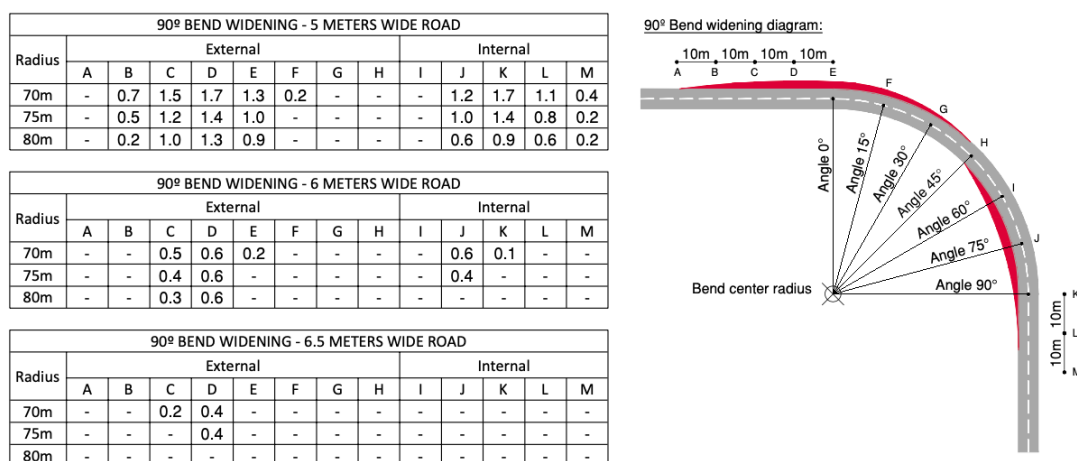


Figure 2: Manufacturer's requirements for curve radius

For the foundation and the Control Building, a generic design with adequate and reasonable measures has been used.

The cable trenches follow the rules and guidelines indicated in the specifications and represented in the trench typology in Document N°. 2: Plans, which details the layers and types of sand that the cables must be surrounded by inside the trench.

The next step was the electrical installation, for which different calculations were performed: Cable sizing, short-circuit calculation and substation design.

Two criteria have been used for cable sizing: Maximum admissible current and voltage drop, these calculations have been developed in detail in Annex II. Cable sizing is carried out once the circuits of the park have been decided or designed. In this case, the park consists of two balanced circuits with four wind turbines in each.

Once the cable sizing is done, the short circuit calculation is done, in which a single-phase fault to earth is simulated and, in this way, the short circuit current is calculated. To do this, it is necessary to calculate the circuit impedances in order to have the equivalent single-phase circuit that will facilitate the calculations, all this development is explained in Annex II.

The drawings of the single line diagrams and the circuits and layout of the wind turbines are shown in Document N°. 2: Plans.

Once all these calculations and designs of the wind farm have been made, an economic viability study must be carried out which will indicate whether the project is profitable or not. To carry out this study, a total investment to be undertaken is taken into account, as well as a planned schedule for the investment, operating expenses, expected income from the operation of the wind farm, and different sources of financing have been considered.

Finally, it is presented in Annex IV, which explains the main objectives of sustainable development that are integrated in the project, considering these:

- o Affordable and non-polluting energy.
- o Decent work and economic growth.
- o Industry, innovation and infrastructure.
- o Responsible production and consumption.
- o Climate action

3. Conclusions:

The following is a summary of the result of the wind resource study, in which can be seen that the best option is to choose Vestas wind turbines as they have an equivalent number of hours and a higher capacity factor. These results are obtained through Windographer and Wasp and have been treated and analyzed through Excel, having made different tables and graphs that facilitate the analysis and have been represented and explained in Annex I.

PARQUE EÓLICO ZALAMEA									
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL									
Alternativa	HH (m)	Potencia nominal (MW)	Nº aeros	Potencia instalada (MW)	Energía Libre (MWh/año)	Energía Bruta (MWh/año)	Energía neta (MWh/año)	Horas equivalentes	Factor de capacidad (%)
V162-5,6MW	119	5,6	8	44,8	127.423	121.051	110.484	2466,14	28,15%
SG 6.0-170	122,5	6,0	8	48	115.142	109.742	100.158,56	2398,79	27,38%
GE 158-5,5MW	120,9	5,5	9	49,5	117.182	111.661	101.909,98	2367,31	27,02%

Table 1: Wind resource result.

In the electrical design part, it has been obtained that the best thing is to make two balanced circuits in which the sizing of cables is done according to the maximum admissible intensity since it is the most restrictive criterion and therefore two cables will be used in parallel for each phase made of aluminium with a section of 240mm² XLPE and it is checked that they resist the calculated short circuit intensity. The MV switchgear and cubicles will have a rated current of 630A so that they can withstand all the conditions that may arise.

The results of the short-circuit calculation are shown below:

Tensión	I_k''	I_{kAero}''	I_{kRED}''
30kV	9510,33 ^{-89,12°} A	280,34 ^{-72,5°} A	7573,08 ^{-89,61°} A

Table 2: Results of short-circuit calculations

Finally, with the economic viability study, it is obtained that the project is going to be profitable for both the company and the shareholders that finance it. For this study, a useful life of the wind farm of 20 years has been taken into account.

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



Índice General

DOCUMENTO Nº1:	MEMORIA DESCRIPTIVA
DOCUMENTO Nº2:	PLANOS
DOCUMENTO Nº3:	PLIEGO DE CONDICIONES
DOCUMENTO Nº4:	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN
ANEXO I:	ESTUDIO DE RECURSO EÓLICO
ANEXO II:	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS I.1 DIMENSIONAMIENTO DE CABLES I.2 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO
ANEXO III:	ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD
ANEXO IV:	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE INTEGRADOS EN EL PROYECTO

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA

Memoria

Índice

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA	2
1. Objeto	7
1.1. Peticionario	7
2. Localización del emplazamiento	7
3. Justificación de la implantación del parque eólico en el área elegida	8
4. Normativa legal	9
4.1. Obra civil	9
4.2. Instalaciones eléctricas	10
5. Evaluación del potencial eólico	11
5.1. Análisis estadístico descriptivo datos eólicos	11
5.2. Flujo de viento (Curvas de isoventas)	13
5.3. Análisis Energético del emplazamiento: Energía Media Anual Producida	15
6. Descripción del parque eólico	17
6.1. Características generales	17
6.2. Obra civil	17
6.2.1. Descripción general del emplazamiento	18
6.2.2. Cimentación de los aerogeneradores	18
6.2.3. Zanjas para cables y red de tierras	19
6.3. Aerogenerador de potencia nominal unitaria 5,6 MW	19
6.3.1. Características Técnicas principales	20
6.3.2. Curva de potencia del aerogenerador Vestas V162. 5,6MW	21
6.4. Infraestructura eléctrica del parque eólico	22
6.4.1. Descripción general	22
6.4.2. Centros de Transformación	22
6.4.3 Cables de Media Tensión:	25
6.4.4 Cables de fibra óptica:	26
6.4.5. Sistema Eléctrico de Baja Tensión	27
6.4.6. Red de Puesta a Tierra	27
6.5. Centro de Seccionamiento e Interconexión (CSI) y almacén de residuos	28
6.5.1. Características principales	28

6.5.2. Instalación eléctrica	28
6.5.3. Transformador de Servicios Auxiliares	29
6.5.4. Equipos de control y protecciones de interconexión	30
7. Aspectos socio-económicos	30
8. Ahorro y contaminación evitada	30
9. Presupuesto de las instalaciones proyectadas	31
10. Estudio Técnico Económico de Viabilidad	32
11. Planificación	33
12. Conclusiones	34
13. Bibliografía	34

Índice de Figuras

<i>Figura 1: Distribución en Frecuencias de la Velocidad de viento (Distribución de Weibull).....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2: Rosa de vientos de Frecuencia.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3: Rosa de vientos de Velocidades.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4: Rosa de vientos de Velocidades.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Mapa de isoventas emplazamiento, velocidad media.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6: Mapa de isoventas emplazamiento, densidad de potencia.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 7: Cimentación tipo.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8: Dimensiones del aerogenerador Vestas V162 de 5,6 MW y 162 de diámetro de rotor.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 10: Tabulación de las Curvas de potencia y de Coeficientes de empuje.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 9: Curva de potencia y coeficientes empuje.....</i>	<i>21</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Coordenadas del entorno poligonal.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2: Coordenadas de los aerogeneradores.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 3: Resumen análisis de viento.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4: Producción energética media anual estimada.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 5: Pérdidas aplicadas.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 6: Producción energética anual.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 7: Principales Características Técnicas.....</i>	<i>17</i>

Acrónimos

H.H.	Altura de buje
A.T.	Alta Tensión
M.T.	Media Tensión
B.T.	Baja Tensión
P.E.	Parque Eólico

1. Objeto

Este documento constituye el Trabajo de Fin de Grado de la Escuela Superior de Ingeniería ICAI, siguiendo la normativa vigente por el que se regulan las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de energía eólica.

El presente documento de Proyecto de Ejecución del Parque eólico Zalamea se elabora con los siguientes objetivos:

- 1) Descripción de las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo la construcción del Parque Eólico Zalamea de 44,8 MW ubicado en Zalamea de la Serena en la provincia de Badajoz.
- 2) Disponer de un proyecto de ejecución completo que contenga toda la descripción, normas y trazabilidad del mismo.

1.1. Peticionario

El petionario de las instalaciones objeto del presente proyecto es la Escuela Superior de Ingeniería ICAI, con domicilio a efecto de notificaciones:

Calle de Alberto Aguilera Nº25, 28015 Madrid.

El petionario pretende con la entrega de este proyecto evaluar el Trabajo de Fin de Grado, realizado a lo largo del Curso 2019-2020.

2. Localización del emplazamiento

Los terrenos dónde se ubicará el parque eólico se localizan en tierras pertenecientes al dominio territorial del ayuntamiento de Zalamea de la Serena, en la provincia de Badajoz. Estos terrenos han sido elegidos teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas y la normativa medioambiental vigente en la comunidad autónoma de Extremadura.

Las coordenadas del entorno poligonal dónde se implantará el parque eólico así como los municipios afectados se muestran a continuación:

COORDENADAS POLIGONAL PARQUE	COORDENADAS UTM	
	X	Y
V01	268987.30	4271683.85
V02	268228.25	4271797.95
V03	267852.63	4272226.10
V04	267110.95	4271622.05
V05	266795.50	4271113.40
V06	265927.00	4270660.10
V07	265753.40	4270158.90
V08	265276.90	4270059.95
V09	265040.20	4268828.00
V10	265754.60	4268712.18
V11	266899.97	4270277.20
V12	267496.93	4270859.91
V13	268124.50	4271388.83
V14	269153.16	4271305.50

Tabla 1: Coordenadas del entorno poligonal.

El parque eólico de Zalamea estará constituido por 8 aerogeneradores de 5,6 MW de potencia unitaria siendo la potencia total instalada 44,8 MW.

Las coordenadas de ubicación de los 8 aerogeneradores en el sistema UTM (huso 30, ETRS89) y término municipal al que pertenece son las que se especifican en la siguiente tabla:

Parque Eólico de Zalamea		
Coordenadas UTM Aerogeneradores		
Aerog.	X _{UTM}	Y _{UTM}
A01	267.810	4.271.912
A02	267.512	4.271.530
A03	266.916	4.270.750
A04	266.619	4.270.367
A05	266.316	4.269.990
A06	266.018	4.269.617
A07	265.554,6	4.269.420
A08	265.378	4.268.922

Tabla 2: Coordenadas de los aerogeneradores

3. Justificación de la implantación del parque eólico en el área elegida

La conclusión a la que se ha llegado para realizar el parque eólico en este emplazamiento se ha obtenido debido a diferentes razones:

- Condiciones favorables de orografía y potencial eólico.
- Uso eficiente de la energía siguiendo las directrices marcadas en la **Directiva 2009/28/CE** y Plan de Energías Renovables de España.
- **Directiva 2009/28/CE:** establece una penetración de las fuentes de energías renovables en la Unión Europea y en España del 20% en el año 2020. Objetivo que se pretende alcanzar con la participación directa de los países miembros de la Comunidad Europea a través del fomento de las energías renovables de acuerdo con su propio potencial.
- Plan de Energías Renovables de España, recoge los principales elementos y orientaciones que pueden considerarse relevantes en la articulación de una estrategia para que el crecimiento de las energías renovables pueda cubrir un determinado porcentaje de la demanda eléctrica. La energía eólica ha contribuido a cubrir un 16% de la demanda nacional, y superando, en algunas ocasiones, una cobertura del 50% de la demanda horaria.
- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2021-2030) que persigue una reducción de un 23% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990. Este objetivo de reducción implica eliminar una de cada tres toneladas de gases de efecto invernadero que se emiten actualmente. Se trata de un esfuerzo coherente con un incremento de la ambición a nivel europeo para 2030, así como con el Acuerdo de París.
- La energía eólica es una opción muy importante para el crecimiento sostenible mediante un aprovechamiento más eficiente y racional de la energía primaria, disminuyendo las emisiones gaseosas y de origen fósil a la atmósfera. El parque

eólico contribuirá positivamente a la protección y cuidado del medioambiente, atacando directamente los problemas del cambio climático producido por el efecto invernadero. El parque eólico tampoco produce residuos debidos a la generación de energía eléctrica, lluvia ácida ni agotamiento de residuos.

- En cuanto al aspecto socio-económico el parque eólico puede contribuir a la creación de empleos en la zona del emplazamiento, tanto para la construcción del mismo como para el mantenimiento.

La construcción de este parque también implica la mejora de las carreteras y caminos de la zona, así como del trazado eléctrico, mejorando de esta forma la red de distribución.

4. Normativa legal

Todas las obras que en el proyecto se describen, se proyectan con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigente, así como las normas técnicas particulares de los ayuntamientos implicados y la compañía que explota la red de distribución eléctrica de la zona.

Por tanto, para la realización del proyecto se ha tenido en cuenta, la normativa principal que a continuación se especifica (con carácter enunciativo pero no limitativo).

4.1.Obra civil

- o Instrucción de carreteras.
- o PG-3 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.
- o PG-4 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para conservación de Carreteras.
- o NTE Normas Tecnológicas de la Edificación.
- o Normas UNE.
- o Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- o Real Decreto por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción (B.O.E. 25-10-97).
- o Real Decreto 485/97 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- o Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- o Real Decreto 1627/1997 sobre la obligatoriedad de inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.
- o EHE-08 Instrucción de hormigón estructural.
- o NCSE-02 Norma de Construcción Sismorresistente.
- o Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- o Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido.
- o Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- o Normas Urbanísticas aplicables en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- o Ordenanzas Municipales.
- o Real Decreto 256/2016, de 10 de junio por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

4.2. Instalaciones eléctricas

- o 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.
- o 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.
- o Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio. Recoge las modificaciones en sus artículos 22, 26, 48, 74, 76 y 84, así como en la póliza de abono. (B.O.E. 25/09/1984).
- o Real Decreto 153/1985, de 6 de febrero, por el que se establecen nuevas tarifas eléctricas. Modifica el artículo 22 del Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio (B.O.E. 09/02/1985).
- o Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, por el que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio. (B.O.E. 06/06/1986).
- o Real Decreto 162/1987, de 6 de febrero, artículo 8o (B.O.E. 07/02/1987).
- o Real Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, de la Presidencia del Gobierno por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- o Orden del 15 de marzo de 1963, de la Presidencia del Gobierno, por la que se aprueba una instrucción que dicta unas normas complementarias para la aplicación del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- o Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- o Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Industria por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (B.O.E. no 224 18/09/2002).
- o Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo por el que se aprueba 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.
- o Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida.
- o 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.
- o Resolución de 12 de febrero de 2004, de la Secretaria de Estado y Energía, por la que se aprueba un conjunto de Procedimientos de carácter técnico e instrumental necesario para realizar la adecuada gestión técnica del sistema eléctrico.
- o Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre la Conservación de la Energía.
- o Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- o Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

5. Evaluación del potencial eólico

El emplazamiento elegido, para la ubicación del parque eólico, presenta unas condiciones eólicas que se muestran en el Estudio de Evaluación del Potencial Eólico que ha consistido en:

- Análisis estadístico descriptivo de los datos registrados por la estación de medición para obtener los parámetros que caracterizan el recurso eólico. Para ello se ha utilizado el programa Windographer.
- Análisis tridimensional del flujo de vientos con el fin de obtener la distribución espacial del campo de vientos y en base a ello determinar las zonas de mayor potencial eólico. Para ello se ha utilizado el programa de cálculo WAsP, caracterizado por incorporar modelos para topografía, rugosidad y obstáculos.
- Análisis energético del emplazamiento. La evaluación de la producción media anual del parque eólico se ha realizado con el programa WAsP que se caracteriza por incorporar un modelo de estela que tiene en cuenta la disminución de la producción de los aerogeneradores como consecuencia de las pérdidas producidas por las interferencias de estelas entre aerogeneradores.

En el Anexo I, se adjunta el Estudio de Evaluación del Recurso Eólico, los resultados más significativos se presentan en los siguientes apartados:

5.1. Análisis estadístico descriptivo datos eólicos

Los datos de la campaña de medición han sido proporcionados por la empresa VORTEX, simulando una estación anemométrica denominada Zalamea, ubicado en el termino municipal de Zalamea de la Serena, en la provincia de Badajoz en el punto de coordenadas UTM ETRS89, huso 30 (X=267.810, Y=4.271.912).

La estación anemométrica virtual de 120 metros de altura simulada por la empresa VORTEX está equipada con un anemómetro, una veleta, un termómetro y un barómetro.

A continuación, se presenta el análisis estadístico descriptivo de los datos registrados por esta estación durante el periodo de 01/01/2010 hasta 01/01/2020.

Tabla resumen:

Variable	Estación Zalamea
Altura sobre el suelo (m)	119
Velocidad de viento: media (m/s)	6,226
Velocidad de viento: mínima (m/s)	0
Velocidad de viento: máxima (m/s)	25,87
Weibull k	2,05
Weibull c (m/s)	7,04
Densidad de potencia media (W/m ²)	276,7
Contenido energético medio (kWh/m ² /año)	2.454
Registros posibles	88.632
Registros válidos	88.632
Registros perdidos	0
Ratio de datos válidos (%)	100

Tabla 3: Resumen análisis de viento.

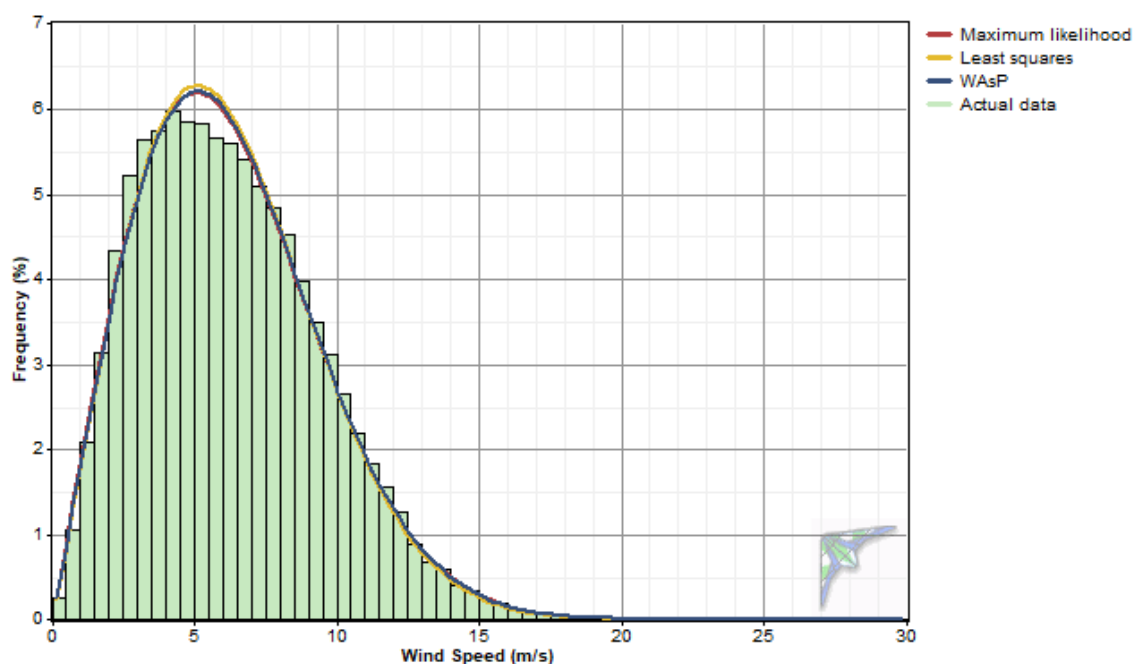


Figura 1: Distribución en Frecuencias de la Velocidad de viento (Distribución de Weibull).

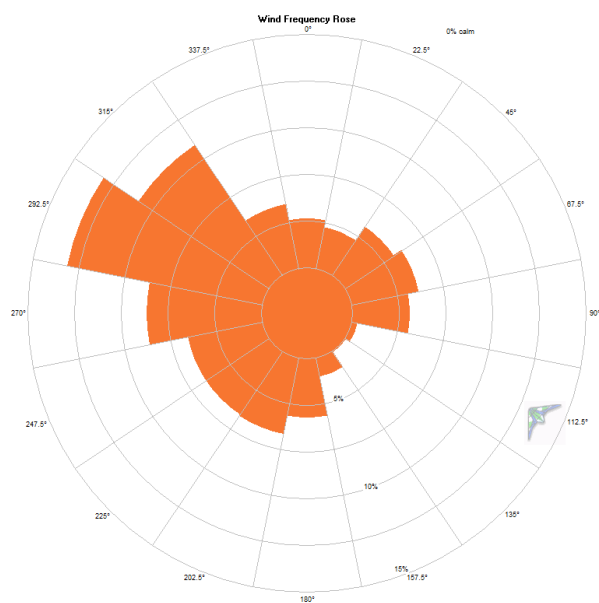


Figura 2: Rosa de vientos de Frecuencia.

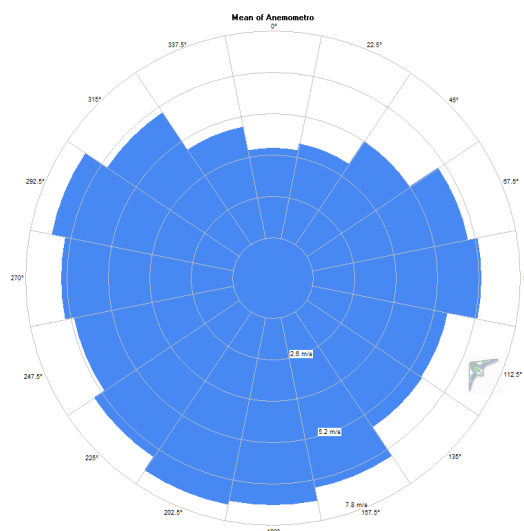


Figura 3: Rosa de vientos de Velocidades.

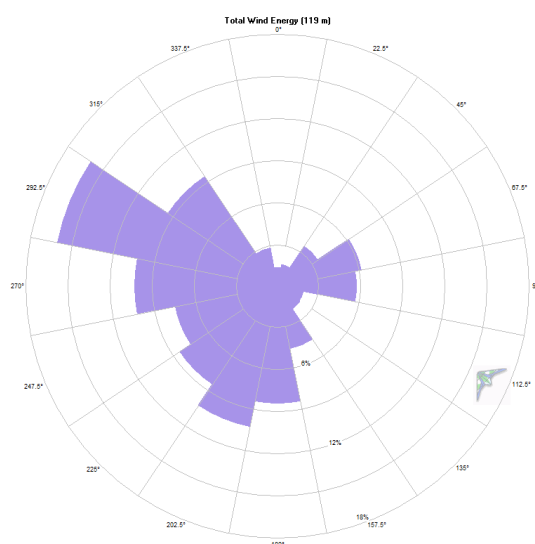


Figura 4: Rosa de vientos de Velocidades.

5.2. Flujo de viento (Curvas de isoventas)

Con el objeto de evaluar el efecto de la orografía y la rugosidad superficial local sobre el comportamiento del viento en la zona del parque eólico, se ha realizado una simulación del campo de viento mediante el modelo WASP. Esto permite calcular la velocidad del viento en una coordenada determinada aplicando los modelos de orografía rugosidad y obstáculos previamente definidos por sus parámetros de entrada.

La simulación del campo de vientos se muestra en la figura adjunta donde se puede observar las zonas de mayor velocidad media a la altura de 119 metros, en estas zonas es donde se pretenden ubicar los aerogeneradores.

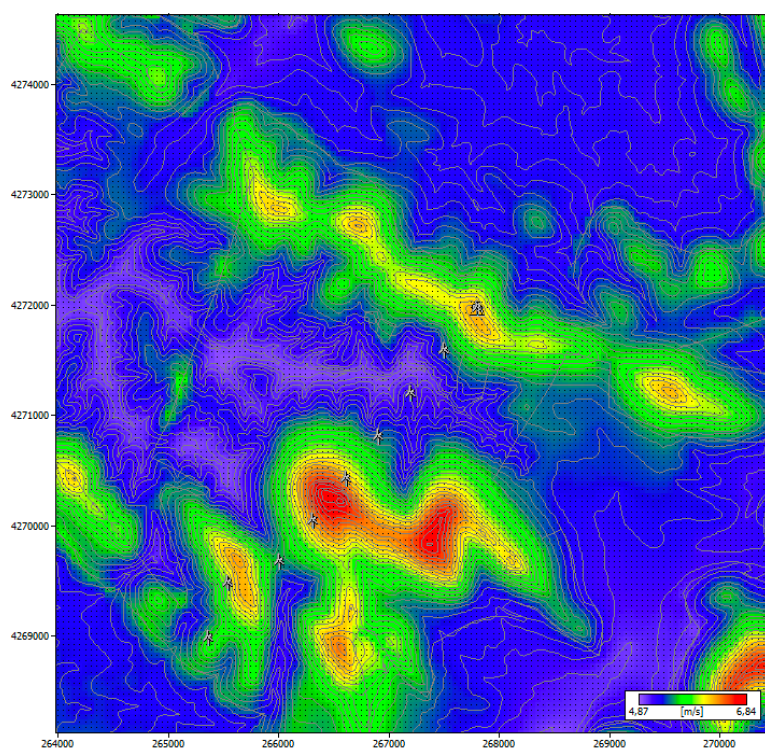


Figura 5: Mapa de isoventas emplazamiento, velocidad media.

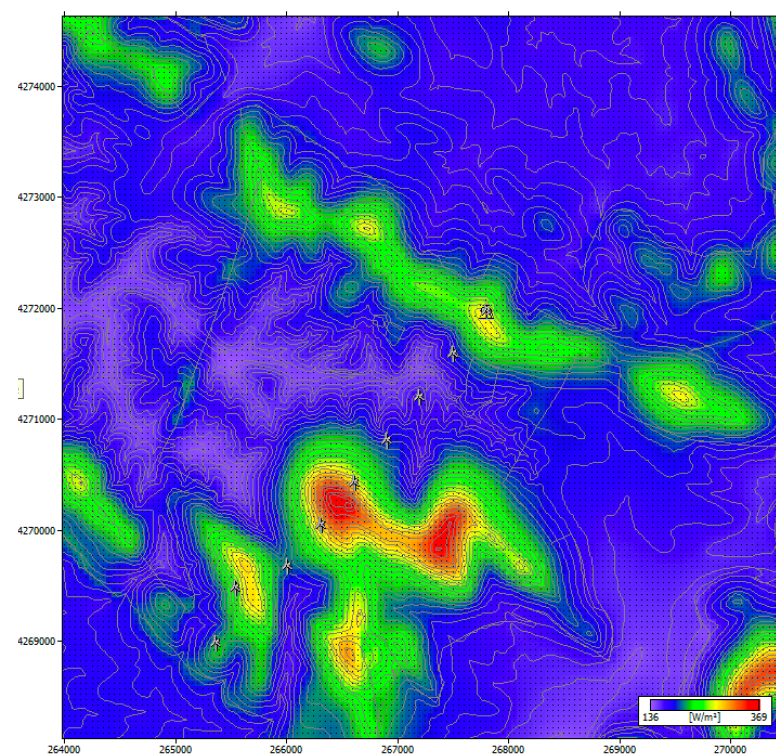


Figura 6: Mapa de isoventas emplazamiento, densidad de potencia.

5.3. Análisis Energético del emplazamiento: Energía Media Anual Producida

La estimación de la energía media anual producida se ha realizado con el programa WASP a partir de las siguientes hipótesis en conformidad con lo indicado anteriormente sobre las estaciones de referencia:

- Campo de viento en el emplazamiento de cada aerogenerador: parámetros de Weibull (A y C) más la frecuencia
- Productividad de aerogeneradores del 100 %.
- Pérdidas de producción por efecto estela (modelo PARK del programa WASP 10.0).
- Alturas de buje de los aerogeneradores: 119, 120.9 y 122.5 metros.
- Curvas de potencia de los aerogeneradores para una densidad de 1,11 kg/m³.

A continuación, se presenta la producción media anual bruta de cada aerogenerador para las tecnologías estudiadas haciendo referencia a los siguientes conceptos:

- **Producción Libre:** producción bruta por máquina considerándola aislada.
- **Producción Bruta:** producción bruta por aerogenerador considerando su integración en el parque eólico y por tanto las pérdidas por estela.
- **Horas equivalentes:** es el tiempo equivalente anual de funcionamiento a potencia nominal con un 100% de productividad y por tanto sin considerar las pérdidas de producción por mantenimiento, indisponibilidades de red, etc.

PARQUE EÓLICO ZALAMEA								
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIA ANUAL ESTIMADA								
AEROGENERADORES V162-5,6MW								
ALTURA DE BUJE 119 metros								
Aero	Xut _m	Yut _m	Producción Libre (MWh/año)	Producción Bruta (MWh/año)	Pérdidas(%)	Velocidad a HH (m/s)	Clase	Horas equivalentes
A01	267.810	4.271.912	17.644	16.395	4,35	6,23	III	2.927,67
A02	267.512	4.271.530	13.409	12.034	3,72	5,37	IV	2.148,93
A03	266.916	4.270.750	14.948	13.454	4,86	5,46	IV	2.402,50
A04	266.619	4.270.367	18.295	16.778	6,03	6,35	III	2.996,07
A05	266.316	4.269.990	16.748	16.310	5,47	6,23	IV	2.912,50
A06	266.018	4.269.617	12.840	12.301	5,17	5,46	IV	2.553,75
A07	265.554,6	4.269.420	15.580	15.021	5,97	6,00	IV	2.682,32
A08	265.378	4.268.922	16.019	15.023	1,69	5,68	IV	2.682,67
TOTAL			127.423	121.051	4,65	5,85	IV	2.707,96

Tabla 4: Producción energética media anual estimada

La evaluación energética media anual obtenida en los apartados precedentes se ha realizado suponiendo una productividad del parque del 100%. Para la determinación de la energía media anual vertida a red se han de considerar las pérdidas ocasionadas por:

- Indisponibilidad de los aerogeneradores y de las instalaciones eléctricas. (97%)
- Pérdidas de energía en las instalaciones eléctricas. (97%)
- Otras pérdidas. (95%)

Pérdidas	
Eléctricas	97%
Disponibilidad	97%
Otras pérdidas	97%
Total	91,27%

Tabla 5: Pérdidas aplicadas.

Por tanto:

$$\text{Producción neta} = 0,97 \times 0,97 \times 0,97 \times \text{Producción Bruta}$$

Con esas consideraciones la energía media anual vertida a red y el tiempo medio de funcionamiento a potencia nominal resulta la siguiente:

PARQUE EÓLICO ZALAMEA									
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL									
Alternativa	HH (m)	Potencia nominal (MW)	Nº aeros	Potencia instalada (MW)	Energía Libre (MWh/año)	Energía Bruta (MWh/año)	Energía neta (MWh/año)	Horas equivalentes	Factor de capacidad (%)
V162-5,6MW	119	5,6	8	44,8	127.423	121.051	110.484	2.466,14	28,15%

Tabla 6: Producción energética anual.

**En este documento se muestra la tecnología elegida debido a razones de compromiso entre producción de energía eléctrica, aprovechamiento y coste de los aerogeneradores, en el anexo II se muestran las tres tecnologías estudiadas.*

6. Descripción del parque eólico

Las obras e instalaciones que se proyectan para la construcción del parque eólico, son las que a continuación se describen y dimensionan, se reflejan en el documento nº2: Planos, se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas en el documento nº3 y se valoran económicamente en el documento nº4 denominado Presupuesto de Ejecución.

6.1. Características generales

El parque eólico de 44,8 MW de potencia instalada estará integrado por 8 aerogeneradores tripala de velocidad y paso variable, de 5,6 MW de potencia unitaria, convenientemente distribuidos en el territorio definido en el apartado precedente, en el término municipal de Zalamea de la Serena, provincia de Badajoz.

Cada aerogenerador produce energía a 790V, la cual se eleva a 30 kV en un transformador de 7.000 kVA de potencia aparente situado en el interior del aerogenerador.

Los aerogeneradores se conectarán entre sí a través de los correspondientes conductores enterrados y cabinas de entrada-salida de línea de forma que se constituirán dos líneas en 30 kV.

En el Centro de Seccionamiento e Interconexión, será donde se conectarán al embarrado de 30kV, la línea eléctrica de generación y la línea de evacuación a través de las cabinas de protección y medida correspondientes.

En la tabla adjunta se recopilan las principales características técnicas del proyecto:

Principales Características Técnicas Parque Eólico de Zalamea	
Nº de aerogeneradores	8
Potencia nominal unitaria(kW)	5.600
Potencia total instalada (MW)	44,8
Altura de buje (m)	119
Diámetro del rotor (m)	162
Producción media bruta(MWh/año)	121.051
Producción media neta (MWh/año)	110.484
Horas equivalentes a potencia nominal (h)	2466

Tabla 7: Principales Características Técnicas

6.2. Obra civil

La obra civil que se proyecta, comprende las siguientes infraestructuras:

- Accesos y viales interiores
- Cimentación de los aerogeneradores y aplataformas de montaje
- Zanjias para cables
- Canalizaciones para red de tierras

6.2.1. Descripción general del emplazamiento

El Parque Eólico de Zalamea está ubicado en el término municipal de Zalamea de la Serena en la provincia de Badajoz, consta de 8 aerogeneradores de 5,6 MW de potencia cada uno, siendo la potencia total instalada 44,8 MW.

El acceso al parque eólico se plantea por un vial existente, a partir del cual se diseñarán y construirán nuevos viales que permitan el acceso a todo el parque, aprovechando en la medida de lo posible los viales existentes.

Acceso:

Al parque eólico se accede por el este del entorno poligonal a través de la carretera comarcal EX -111 que une los municipios de Azuaga y Zalamea de la Serena.

El acceso principal al parque se realiza aprovechando un camino existente que empieza en la carretera comarcal EX -111. Este eje central de acceso al parque se aprovechara mediante la reparación en la parte de su recorrido que así lo necesite.

En el plano de “Implantación general. Localización de acopios” aparece reflejado el acceso.

Viales interiores:

En el plano de “Implantación general. Localización de acopios” aparecen reflejados los viales interiores.

Se estima una longitud total de 6.874,42 m de viales nuevos que enlazan con viales existentes que en parte deben ser reparados, estos viales a reparar se estiman en 420 m.

Las características geométricas de los viales y que así se presentan en el plano “Viales tipo. Detalles” son:

- Calzada con anchura útil de 6,00 m.
- Calzada con sobrecanchos de las curvas en casos que se requiera.
- Radio de curva mínimo utilizado 162 m.
- Pendiente máxima en viales de 10,1%.
- Pendiente máxima excepcional en viales del 15%.

La sección de los viales estará compuesta por las siguientes capas:

- Sub-base de 30 cm. de espesor consistente en un relleno de suelo seleccionado debidamente compactado al 95% del Proctor Modificado (PM).
- Base o capa superior de rodadura de zahorra artificial, compactada al 98% PM de 20 cm. de espesor.

6.2.2. Cimentación de los aerogeneradores

Las cimentaciones estarán dimensionadas para soportar los esfuerzos derivados de la acción del viento y del funcionamiento de los mismos, además se adaptarán a las características geotécnicas de los suelos sobre los que se ubiquen.

En el plano “Cimentación aerogenerador. Geometría y dimensiones” aparece una cimentación orientativa para este proyecto.

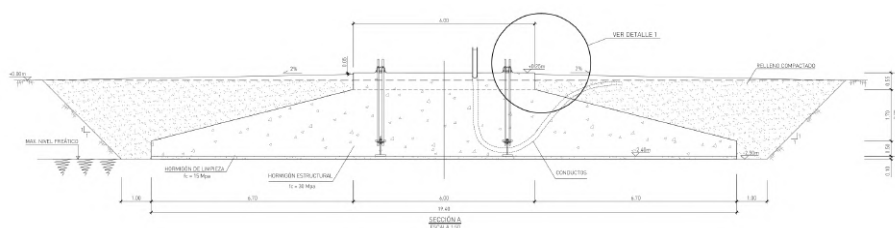


Figura 7: Cimentación tipo

Nota: El plano de la cimentación aerogenerador se adjunta como informativo ya que deberá ser objeto de un diseño específico de acuerdo a las características del suelo del emplazamiento que se obtendrán mediante un estudio geotécnico

6.2.3. Zanjas para cables y red de tierras

El tipo de canalizaciones a realizar, caracterizadas por una anchura y profundidad, se ajustará a lo recogido por el reglamento eléctrico correspondiente. La obra consistirá en una excavación, de dimensiones apropiadas indicadas en el plano “Zanjas Eléctricas”, dónde se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma, de acuerdo con las disposiciones de protección y señalización adecuadas a este tipo de conducción eléctrica.

6.3. Aerogenerador de potencia nominal unitaria 5,6 MW

El parque eólico estará constituido por 8 aerogeneradores Vestas V162 de 5.600 kW de potencia nominal unitaria. El aerogenerador presentará la tecnología más avanzada presente en el mercado, definida por velocidad variable del generador y control de paso de pala variable (pitch control). Además, con el objeto de aprovechar las condiciones predominantes de viento en el emplazamiento, y con ello maximizar la producción de energía eléctrica, el diámetro del rotor será de 162 m y la altura del buje de 119 m. Las características del aerogenerador quedan definidas por :

- Tecnología de paso y velocidad variables para maximizar la energía producida.
- Sistema de yaw activo para asegurar una óptima adaptación a terrenos complejos.
- Sistema de mantenimiento predictivo.
- Diseño aerodinámico y sistema de control que minimiza el ruido emitido.
- Sistema de control y monitorización remota con acceso web

En la siguiente imagen se presenta una perspectiva en alzado del aerogenerador para una altura de buje (h) de 119 metros (1) y un diámetro de rotor (d) de 162 metros (2).

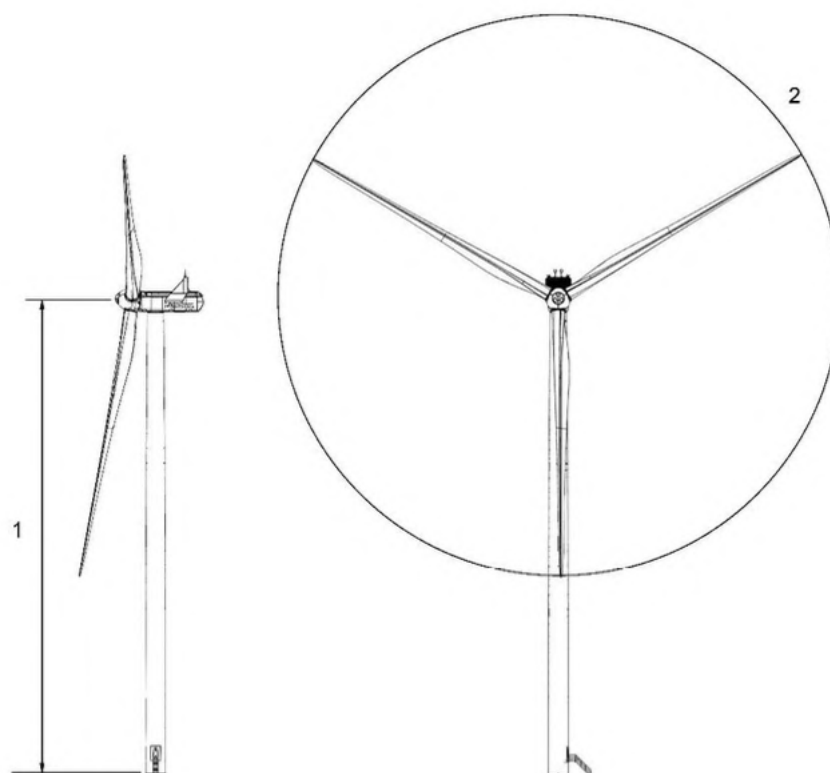


Figura 8: Dimensiones del aerogenerador Vestas V162 de 5,6 MW y 162 de diámetro de rotor

6.3.1. Características Técnicas principales

A continuación se detallan las principales características técnicas del aerogenerador indicado:

Rotor

Modelo:	5,6 MW
Diámetro del rotor:	162 m
Área barrida:	20.612m ²
Rango de operación:	4,3-12,1 rpm
Velocidad de arranque:	3 m/s

Pala

Longitud de la pala:	79,35 m
Material:	Fibra de vidrio infusionado en resina epoxy

Generador

Potencia nominal:	5.600 MW
Tipo (modelo):	Asíncrono de rotor bobinado

Frenos

Tipo:	Aerodinámico por puesta en bandera de las palas. Freno mecánico de rotor
-------	---

Torre

Altura de buje:	119 m
Torre	Tubular de acero

6.3.2. Curva de potencia del aerogenerador Vestas V162. 5,6MW

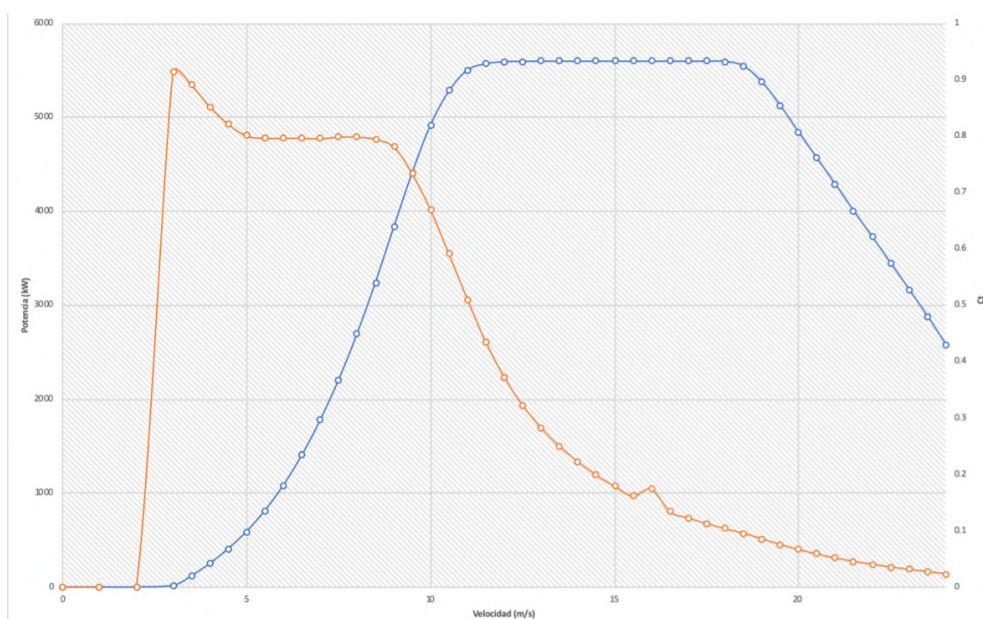


Figura 9: Curva de potencia y coeficientes empuje

Velocidad	Potencia	Ct
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	18	0.915
3.5	120	0.891
4	251	0.853
4.5	408	0.822
5	593	0.801
5.5	816	0.797
6	1086	0.797
6.5	1405	0.797
7	1779	0.796
7.5	2208	0.799
8	2697	0.799
8.5	3245	0.795
9	3836	0.781
9.5	4414	0.734
10	4924	0.669
10.5	5285	0.591
11	5506	0.511
11.5	5573	0.435
12	5594	0.373
12.5	5599	0.323
13	5600	0.283
13.5	5600	0.25
14	5600	0.223
14.5	5600	0.199
15	5600	0.179
15.5	5600	0.162
16	5600	0.174
16.5	5600	0.134
17	5600	0.123
17.5	5600	0.113
18	5598	0.104
18.5	5551	0.096
19	5381	0.086
19.5	5129	0.076
20	4846	0.067
20.5	4566	0.059
21	4288	0.052
21.5	4004	0.046
22	3729	0.041
22.5	3451	0.036
23	3170	0.032
23.5	2885	0.028
24	2585	0.024

Figura 10: Tabulación de las Curvas de potencia y de Coeficientes de empuje

6.4. Infraestructura eléctrica del parque eólico

En este apartado se describen de manera general, las instalaciones eléctricas de Baja y Media Tensión del Parque eólico de Zalamea de (44,8MW).

Las instalaciones que se describen en el presente apartado se proyectan atendiendo a las normas, reglamentos y disposiciones legales vigentes a las cuales se ha hecho referencia en apartados anteriores.

El objeto del conjunto de instalaciones eléctricas es la adecuación y canalización de la energía suministrada por los aerogeneradores hasta el centro de Seccionamiento e Interconexión.

El Parque eólico de Zalamea cuenta con un total de 8 aerogeneradores de 5.600 kW de potencia cada uno, limitada a una potencia total instalada de 44,8 MW.

6.4.1. Descripción general

A continuación, se describe básicamente la instalación de Media Tensión existente en el interior de cada aerogenerador, así como los criterios adoptados para su diseño.

Para transportar la energía generada hasta el Centro de Seccionamiento e Interconexión es necesario elevar la tensión a 30 kV para minimizar las pérdidas, para lo cual los aerogeneradores cuentan con un centro de transformación 0,72/30 kV. A partir de la salida en 30 kV de los aerogeneradores, se diseñan las líneas de distribución en M.T.

El transformador de 0,72/30 kV de cada aerogenerador es de 7.000 kVA de potencia aparente, de silicona, hermético, trifásico.

En cada centro de transformación se dispondrá de una salida en 30 kV.

Los aerogeneradores se van uniendo unos con otros mediante las correspondientes cabinas de entrada y salida de línea, que se instalan en el interior de los propios centros de transformación de cada aerogenerador.

En este caso, se dispondrá de dos líneas de 30 kV denominada Circuito 1 y Circuito 2. Los circuitos de aerogeneradores se pueden ver en el plano denominado “Esquema Eléctrico Unifilar”.

Para el cálculo y dimensionamiento de los elementos, conductores y equipos a emplear, se seguirá lo establecido en 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.

Los conductores que unen el transformador con las cabinas de media tensión serán 2x240mm² de sección, de aluminio tipo XLPE 18/30kV.

6.4.2. Centros de Transformación

Se instalará en el interior de cada torre un Centro de Transformación. Cada Centro de Transformación (C.T.) contará con el correspondiente transformador de potencia de y las cabinas de M.T. que se establezcan según la interconexión.

En el plano denominado “Esquema Eléctrico Unifilar”, se puede observar una representación unifilar de los Centros de Transformación.

Transformadores:

(1) transformador trifásico de 7.000 kVA, 30/0,72 kV por aerogenerador

Características técnicas:

Potencia nominal en servicio continuo	7.000 kVA
Nº de fases	3
Frecuencia	50Hz
Tipo	Seco
Tipo de refrigeración	AN
Instalación	Interior
Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario)	30kV
Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario)	720V
Arrollamiento A.T. en	Triángulo
Arrollamiento B.T. en	Estrella
Grupo de conexión	Dyn11

Características constructivas:

La relación de los transformadores instalados en el interior de los aerogeneradores será $20 \pm 2,5 \pm 5\%$ /0,72 kV, grupo de conexión Dyn11, de 7.000 kVA de potencia y para una tensión de aislamiento de 36 kV.

Serán de fabricación para instalación interior, de silicona y herméticos. Dispondrán de placa de identificación donde se indique nombre del fabricante, tipo de transformador, número de serie, características eléctricas y características mecánicas.

Cabinas de Media Tensión:

Se distingue un tipo de centro de transformación, está formado por un módulo de celdas compactas de 2 unidades, de la siguiente manera: celda de remonte y celda de protección.

Características técnicas:

Sitio de instalación	Interior
Tensión máxima del sistema	36 kV
Tensión nominal	30 kV
Frecuencia	50Hz
Corriente nominal máxima	630 A
Medio de aislamiento	SF6
Tipo de celda	GIS
Protección transformador	Interruptor automático
Seccionamiento	Seccionador
Capacidad nominal interrupción en cortocir.	16 kA
Capacidad nominal de cierre en cortocir.	40 kA
Duración máxima de corto circuito	1s

Características constructivas:

Se utilizarán celdas prefabricadas y compactas, que se ajustarán a las normas UNE-EN 60298, CEI 298 y la recomendación UNESA 6407. Estarán diseñadas para su utilización en instalaciones interiores (IP2 CX según norma CEI 529).

Estarán construidas a base de chapa de acero de alta calidad, plegada, formando un conjunto mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación y por posibles esfuerzos electrodinámicos.

Las celdas que formen una sección de maniobra y protección deberán estar separadas eléctrica y mecánicamente, a fin de asegurar su independencia y evitar la propagación de efectos fuera de las celdas. Las puertas de acceso permitirán la manipulación, montaje y desmontaje del aparellaje. Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos explosivos de un cortocircuito en el interior de la celda.

Se establecerá un circuito de puesta a tierra anclado en la estructura de las celdas conectándose a este sistema los herrajes y las partes móviles por medio de trenzas flexibles de cobre.

Los componentes principales de las cabinas serán los siguientes:

Cabina de salida de línea:

- Interruptor-seccionador en SF6.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Salida de cables con pasatapas a bornes de conexión.
- Indicadores capacitivos de presencia de tensión.

Cabina de entrada de línea:

- Salida de cables con pasatapas a bornes de conexión.
- Indicadores capacitivos de presencia de tensión.
- Seccionador de puesta a tierra.

Cabina de protección de transformador:

- Interruptor-seccionador en SF6 de tres posiciones abierto, cerrado y puesta a tierra.
- Interruptor automático en vacío o en SF6.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Salida de cables con pasatapas a bornes de conexión.
- Indicadores capacitivos de presencia de tensión.

Las características de los componentes principales que incluye cada una de las cabinas serán las siguientes:

Embarrado general

El embarrado incluido está dimensionado para soportar además de la intensidad nominal, las intensidades térmicas y dinámica asignada.

- | | |
|--------------------------|---------------|
| • Intensidad nominal | 400 A |
| • Límite térmico 1 seg. | 16 kA eff |
| • Límite electrodinámico | 40 kA cresta. |

Conexión con cables

Las acometidas de media tensión y las salidas a transformador o celda se realizan con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes deben ejecutarse con terminales enchufables de conexión reforzada (atornillables) y apantallados.

Los terminales enchufables de conexión reforzada se requieren cuando la intensidad de cortocircuito es de 16 kA o superior.

Interruptor-seccionador

Tendrá la función de cortar en carga y será de tres posiciones abierto-cerrado-puesta a tierra. Será de accionamiento manual, corte en hexafluoruro de azufre y contará con los correspondientes enclavamientos para evitar falsas maniobras.

Tensión nominal 30 kV e intensidad nominal 630 A.

Interruptor automático

Tendrá la función de protección del transformador por sobreintensidad y por tanto, desconexión en carga con corte en vacío carga. Será de tipo fijo con los enclavamientos adecuados y el accionamiento será por muelles con carga por motor.

La tensión de aislamiento será de 36 kV, intensidad nominal de 630 A y poder de corte 16 kA.

Dispondrán de bobina de cierre y de disparo y de sistema de control a 125 V c.c. en la propia cabina.

Medidas de seguridad

Las celdas dispondrán de los enclavamientos funcionales definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- o Solo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- o El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- o La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- o Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

6.4.3 Cables de Media Tensión:

Se describe en este apartado el cable de media tensión de interconexión de los diferentes aerogeneradores.

Características constructivas:

• Denominación	XLPE
• Tipo de conductor	Unipolar-CampoRadial
• Nivel de aislamiento	18/30 kV
• Secciones	240mm ²
• Material conductor	Aluminio
• Normas	UNE21123 IEC502
• Cubierta de armadura	Polietileno

Todos los conductores deberán llevar grabada de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante y estarán identificados en los extremos mediante codificación numérica de borne y equipo receptor, reflejándose en los planos de cableado.

Los cables deberán llevar grabada, de forma indeleble cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas UNE 21.123 y R.U. 3.305

El tendido de cables se hará según los siguientes criterios:

- o En el fondo de la zanja se extenderá el conductor de tierra.
- o Sobre el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina, lavada, de unos 100 mm de espesor, y sobre ella se alojarán los cables de potencia (M.T.).
- o Seguidamente se extenderá otra capa de arena fina de unos 300 mm de espesor, que se compactará convenientemente, y sobre ella se colocará el/los cable/s de fibra óptica.
- o Sobre los cables de fibra óptica se extenderá otra capa de arena fina de unos 150 mm de espesor que se compactará convenientemente y sobre la misma en todo su recorrido, se colocará una protección mecánica a base de placas de PVC.
- o Seguidamente se extenderá una capa de tierra debidamente compactada de unos 150 mm de espesor, limpia de piedras, ramas y raíces. Encima de la misma, en todo su recorrido se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos de media tensión por debajo de ella.
- o Finalmente, encima de la cinta de señalización se extenderá otra capa de tierra de unos 300 mm de espesor, debidamente compactada, limpia de piedras, ramas y raíces, hasta alcanzar la superficie del terreno.

Una vez realizado el tendido y tapadas las zanjas, se colocarán hitos de señalización con una separación aproximada de 50 m, con diferentes colores para diferenciar la propia zanja de la zona donde se ejecuten empalmes.

6.4.4 Cables de fibra óptica:

Se describe en este apartado las características de los cables de interconexión entre aerogeneradores y entre estos y subestación (remitirse al plano Esquema de interconexión de fibra óptica")

Características técnicas:

• Tipo de fibra	Multimodo 50/125 μm
• Construcción	Ajustada
• Número de fibras	8
• Cubierta interna	Polietileno
• Armadura	Acero corrugado
• Cubierta externa	Polietileno

Características constructivas:

La señalización y maniobra del parque eólico desde el puesto central de control, se conducirá mediante cables de fibra óptica de ocho fibras, tipo multimodo (50/125 μm).

Será el adecuado para los equipos de control a instalar en los aerogeneradores e irá enterrado directamente en las mismas canalizaciones que los conductores de fuerza y deberá estar protegido contra la acción de roedores.

6.4.5. Sistema Eléctrico de Baja Tensión

Cuadro de Distribución de B.T.:

El cuadro de distribución de baja tensión es el punto de conexión entre los armarios de potencia y el transformador. Cada armario de potencia va conectado a un fusible-interruptor-seccionador tripolar (fusible 500A/500V gL/gG). La conexión entre el cuadro de distribución de baja tensión y el transformador se consigue mediante barras de cobre de sección adecuada.

6.4.6. Red de Puesta a Tierra

Se realizará una red de tierras, con cable de cobre desnudo de 1x95 mm², que unirá todos los aerogeneradores entre sí, discurriendo por la misma zanja que el cableado de M.T. Las conexiones se han de realizar con terminales de conexión a compresión y soldaduras aluminotérmicas tipo Cadwell en empalmes y derivaciones.

En la cimentación de cada aerogenerador, se realizará una red de tierras que se unirá a la general del parque, a la que se conectará la armadura de la zapata, de manera que cumpliendo con las NTE y la MIE RAT se obtenga una resistencia de puesta a tierra inferior a 10 ohmios.

Puesta a Tierra de protección:

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Puesta a Tierra de Servicio:

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra las celdas de media tensión, cuadros eléctricos, herrajes, etc., e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión.

6.5. Centro de Seccionamiento e Interconexión (CSI) y almacén de residuos

6.5.1. Características principales

El CSI será un edificio prefabricado de hormigón de dimensiones exteriores 9,2 m x 3,2 m, construido sobre envoltorio de hormigón armado con una resistencia característica superior a 250 kg/cm².

Tendrá capacidad para alojar las celdas de media tensión, transformador SSAA, Cuadro de SSAA, Banco de Condensadores, etc., con separación de recinto para transformador mediante reja metálica de protección, y con puertas para acceso desde el exterior independientes.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza la perfecta equipotencialidad del conjunto.

El techo está estudiado de forma que impide filtraciones y la acumulación de agua, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

6.5.2. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del centro de interconexión estará compuesta por los aparatos y materiales eléctricos indicados a continuación:

- Celdas de alta tensión.
- Transformador de SSAA.
- Banco de Condensadores.
- Cuadro de Servicios Auxiliares (SSAA).
- Equipo Rectificador-Cargador de baterías.
- Equipo de Control y Protección para interconexión con UFD.

Cabinas de media tensión:

Características técnicas:

• Sitio de instalación		Interior
• Tensión máxima del sistema		36kV
• Tensión nominal nominal	30kV	
• Frecuencia		50Hz
• Corriente nominal máxima		630A
• Medio de aislamiento	SF6	
• Tipo de celda	GIS	
• Capacidad nominal interrupción en cortocir.		20kA
• Capacidad nominal de cierre en cortocir.	40kA	

Celda de remonte e interruptor:

- 1 Embarrado de 630 A.
- 1 Interruptor-seccionador de 630 A.
- 1 Seccionador de puesta a tierra.
- 1 Transformadores de intensidad toroidal 60/1A, 1,25VA, 1FS10.

Celda de medida:

- 1 Embarrado de 630 A.
- 3 Transformadores de intensidad 300/5/5/5A, 10VA, CI 0.2s; 10VA CI 0.5 y 10 VA 5P20.

- 3 Transformadores de tensión 22.000: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$ -110:3 V; 10VA CI 0.2; 10VA CI 0.5 y 30VA CI 3P.
- 1 Resistencia antiferro-resonante de 25 Ω y 800 W.

Los conductores estarán diferenciados por colores y señalizados en sus extremos con las siguientes identificaciones que permitan identificar correctamente cada uno de los circuitos:

Identificación	Fases				Tierra
	1/R	1/S	1/T	Neutro	
Color	Gris	Marrón	Negro	Azul	Amarillo / Verde
Extremos	C1 E	C2 E	C3 E	CN	
Intensidad	C1 S	C2 S	C3 S		
Extremos Tensión	P1	P2	P3	PN	

Celda de remonte y protección del circuito del parque:

- 1 Embarrado de 630 A.
- 1 Interruptor-seccionador de 630 A.
- 1 Seccionador de puesta a tierra.
- 3 Fusibles de calibre 400 A.

6.5.3. Transformador de Servicios Auxiliares

El transformador de Servicios Auxiliares se emplazará en un local específico previsto para este fin en el interior del edificio, separado de la apartamentada de MT y BT (celdas, banco de condensadores cuadro SSAA, etc.), mediante reja metálica de protección, cumpliendo las condiciones y disposiciones establecidas en la *Instrucción ITC RAT 14*.

Las características mecánicas y eléctricas del transformador se ajustará a las especificaciones de la Norma UNE 21538, siendo las enumeradas a continuación:

- o Potencia nominal 50 kVA
- o Tensión nominal primaria 20 kV
- o Tensión nominal secundaria 400 V
- o Regulación en el primario 2x $\pm$ 2,5
- o Pérdidas en vacío 200 W
- o Pérdidas en carga 1.700W
- o Tensión de cortocircuito 4 %
- o Grupo de conexión Dyn11
- o Nivel de aislamiento:
- o Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s 95 kV
- o Tensión de ensayo a 50 Hz / 1 min 50 kV

6.5.4. Equipos de control y protecciones de interconexión

En el CSI se instalará un sistema SCADA para telemando y teleseñal de los equipos que lo componen.

Los componentes que forman parte del conjunto de la arquitectura de control son:

- Comunicaciones: se debe dotar a la instalación de comunicaciones con el scada de la subestación (UCS) y con el scada del tecnólogo, ambos ubicados en la sala de control de la subestación de interconexión.
- Concentrador del Tecnólogo: ubicado en el servidor del Tecnólogo.
- Concentrador de apartamentas y equipos del CSI.

7. Aspectos socio-económicos

La generación de electricidad por medio de sistemas de conversión de energía eólica presenta grandes beneficios desde la doble perspectiva socio-medioambiental.

El efecto positivo de la energía eólica queda reflejado medio ambientalmente hablando en las emisiones gaseosas evitadas respecto a las producidas por centrales de combustible fósil de similar potencia. Comparativamente con otras energías, la eólica resulta ser claramente ventajosa no solo en aspectos de emisión de sustancias contaminantes, sino también en la producción de residuos tóxicos, peligrosos o radiactivos, el calentamiento global de la atmósfera por emisión de CO₂, la lluvia ácida o el agotamiento de recursos. Aspectos todos ellos en los que la energía eólica está desvinculada por no incidir en ellos.

La creación de puestos de trabajo en la región se ha potenciado al máximo, de modo que se desarrollará localmente la mayor parte posible de la ingeniería, montaje, instalación y operación comercial del parque a través de subcontratos y acuerdos con empresas implantadas en la zona.

La cantidad de puestos de trabajo generados directamente por el proyecto se estima en 96 personas al año durante las fases de ingeniería, fabricación, montaje, instalación y puesta en marcha y de 1 personas para los años sucesivos en las fases de gestión, operación y mantenimiento.

Por todo ello, el parque eólico contribuirá además de la creación y diversificación de la infraestructura energética a un aumento de la riqueza local.

8. Ahorro y contaminación evitada

La energía generada a partir de un recurso renovable como es el viento, supone un ahorro de energía primaria proporcionada por combustibles fósiles (recursos agotables). El ahorro de energía primaria que se conseguirá a nivel nacional se ha obtenido a partir de los datos proporcionados y publicados por el Plan de Energías Renovables de España 2005-2010, CNE, REE y Foro Nuclear.

Además en los cálculos de ahorro energético que se conseguirá a nivel nacional se han considerado las pérdidas de producción y transporte. Las pérdidas de producción y transporte se han estimado, tal y como indica la Orden ITC/3353/2010 del 28 de diciembre, en un 13,81 % desde las barras de salida de la central hasta la acometida del autogenerador.

Igualmente, el uso de energía renovable permite evitar la generación de emisiones asociadas al uso de energías fósiles. En ese sentido el ahorro de combustible previsto significa evitar una emisión anual equivalente de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y escorias y cenizas (partículas).

9. Presupuesto de las instalaciones proyectadas

El desglose en EUROS de las principales partidas del presupuesto se refleja a continuación:

Obra Civil:

Parque Eólico (Capítulo 1)	1,954,456.23
----------------------------	--------------

Centro de Seccionamiento e Interconexión (Capítulo 5)	75,000.00
---	-----------

Almacén de Residuos Peligrosos	25,000.00
--------------------------------	-----------

Suministros eléctricos del Parque Eólico:

Conductores y puesta a tierra (Subcapítulo 2.01)	123,705.28
--	------------

CSI (subcapítulo 4.01)	191,421.78
------------------------	------------

Cabinas de Media Tensión (subcapítulo 2.03)	118,378.00
---	------------

Montaje Eléctrico del Parque Eólico

Tendido de cables (subcapítulo 2.02)	62,000.00
--------------------------------------	-----------

CSI (subcapítulo 4.02)	80,000.00
------------------------	-----------

Aerogeneradores (Capítulo 3):	26,880,000.00
--------------------------------------	----------------------

Ingeniería y Dirección de Obra

Ingeniería del Parque Eólico (subcapítulo 6.01)	55,000.00
---	-----------

Dirección facultativa de la obra (subcapítulo 6.02)	50,000.00
---	-----------

Varios (Capítulo 7)	60,000.00
----------------------------	------------------

TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	29,674,961.29
------------------------------------	----------------------

16 % Gastos Generales	4,747,993.81
-----------------------	--------------

3 % Beneficio Industrial	890,248.84
--------------------------	------------

TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	35,313,203.94
--	----------------------

El presupuesto de ejecución por contrata de las instalaciones y obras del Parque eólico de Zalamea (44,8MW) asciende a la cantidad de:

TREINTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS TRECE MIL DOSCIENTOS TRES EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (35,313,203.94€)

10. Estudio Técnico Económico de Viabilidad

Con el objeto de demostrar la viabilidad económica del proyecto, se presenta en el Anexo III, el “Estudio Técnico Económico de Viabilidad del proyecto”. La finalidad del estudio es la simulación del modelo económico y financiero para obtener los parámetros de rentabilidad del proyecto.

En dicho estudio a partir de los datos de partida iniciales (producción energía, vida útil de la instalación, precio venta energía a red, gastos de explotación e las hipótesis económicas y financieras) se analiza:

- Flujo anual de ingresos y gastos operativos del año 1 al 20 de explotación.
- Amortización
- Rentabilidad del proyecto
- Pérdidas y Ganancias

Igualmente, se presenta un análisis de sensibilidad a los siguientes parámetros:

- Inversión material
- Horas equivalentes anuales de funcionamiento (o energía eléctrica producida)
- Precio de venta de la energía a la red

11. Planificación

A continuación, se muestra una planificación para la construcción del proyecto del Parque Eólico de Zalamea:

[illegible]

12. Conclusiones

Finalmente se demuestra que el Parque Eólico de Zalamea de 44,8MW de potencia instalada con 8 aerogeneradores Vestas de potencia nominal 5,6MW, situado en el municipio de Zalamea de la Serena en la provincia de Badajoz es rentable tanto para la empresa como para los accionistas con un TIR de 9,26% y un VAN de 10.239 k€.

Para demostrar la rentabilidad del parque se ha llevado a cabo un estudio de viabilidad técnico-económica en el que se ha realizado un estudio de rentabilidad, un análisis de sensibilidad y cuenta de pérdidas y ganancias, entre otras cosas.

Por otro lado, se ha llevado a cabo un estudio de ahorro y contaminación y un análisis de inclusión de objetivos de desarrollo sostenible que están presente en la actualidad en numerosas leyes que poco a poco se van implementando.

13. Bibliografía

- “Windographer”, <https://www.windographer.com>
- “Wasp analysis”, <https://www.wasp.dk>
- “AutoCad”, <https://www.autodesk.com>
- “Reglamento Eléctrico de Alta Tensión”
- “Ministerio de Industria y comercio”, <https://www.mincotur.gob.es/es-es/Paginas/index.aspx>
- “Atlas de Recurso Eólico de España”, IDAE, <https://www.idae.es/publicaciones/analisis-del-recurso-atlas-eolico-de-espana>
- “Valores del mercado eléctrico español”, OMIE, <https://www.omie.es>
- “Consumo energético en España”, REE, <https://www.ree.es/es>

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

DOCUMENTO N°2: PLANOS

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

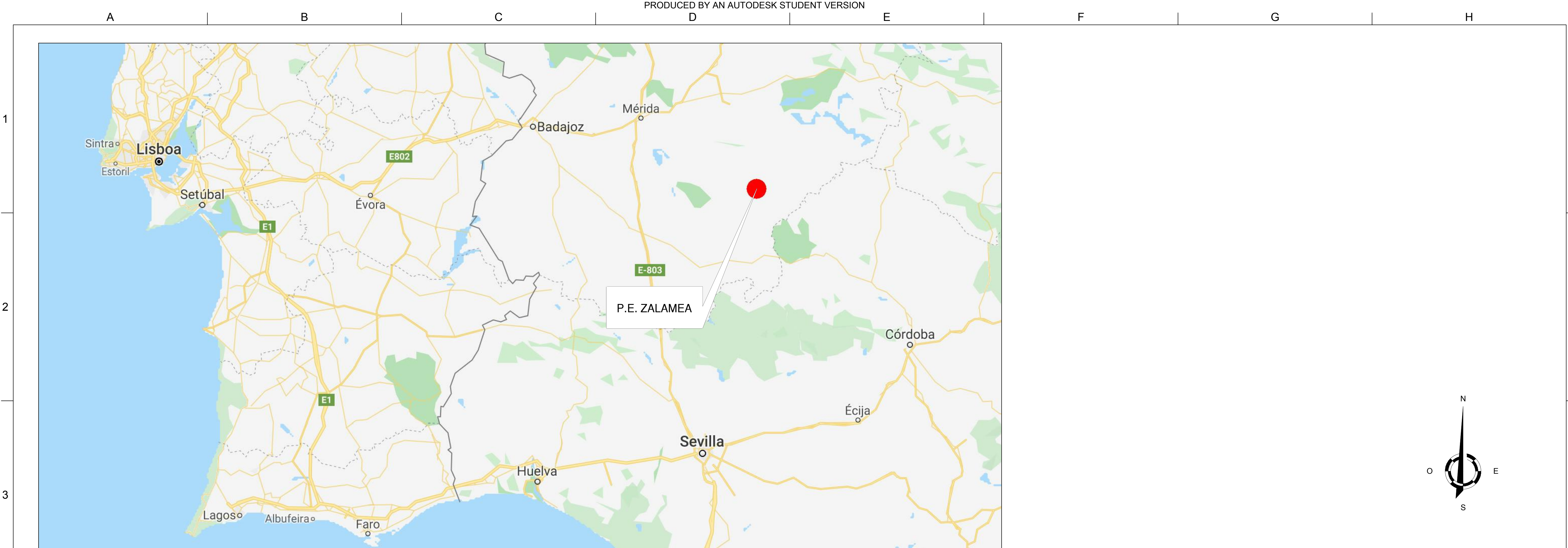
Curso: 2019/2020



DOCUMENTO N°2: PLANOS

Referencia	Título
2020001	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
2020002	LOCALIZACIÓN SOBRE TOPOGRÁFICO.
2020003	IMPLANTACIÓN GENERAL. LOCALIZACIÓN DE ACOPIOS.
2020004	IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO.
2020005	PLANTA DE AEROGENERADORES. PLATAFORMAS Y VIALES.
2020006	VIAL DE ACCESO. ESQUEMA DE VISIBILIDAD.
2020007	CIMENTACIÓN AEROGENERADORES. GEOMETRÍA Y DIMENSIONES.
2020008	VIALES TIPO. DETALLES.
2020009	ZANJAS ELÉCTRICAS.
2020010	DISTRIBUCIÓN GENERAL DE TIERRAS.
2020011	ESQUEMA UNIFILAR GENERAL DE LA SUBESTACIÓN.
2020012	ESQUEMA UNIFILAR GENERAL.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PLANO DE SITUACIÓN



Borja Martín-Cubas Núñez
Borja Martín-Cubas Núñez

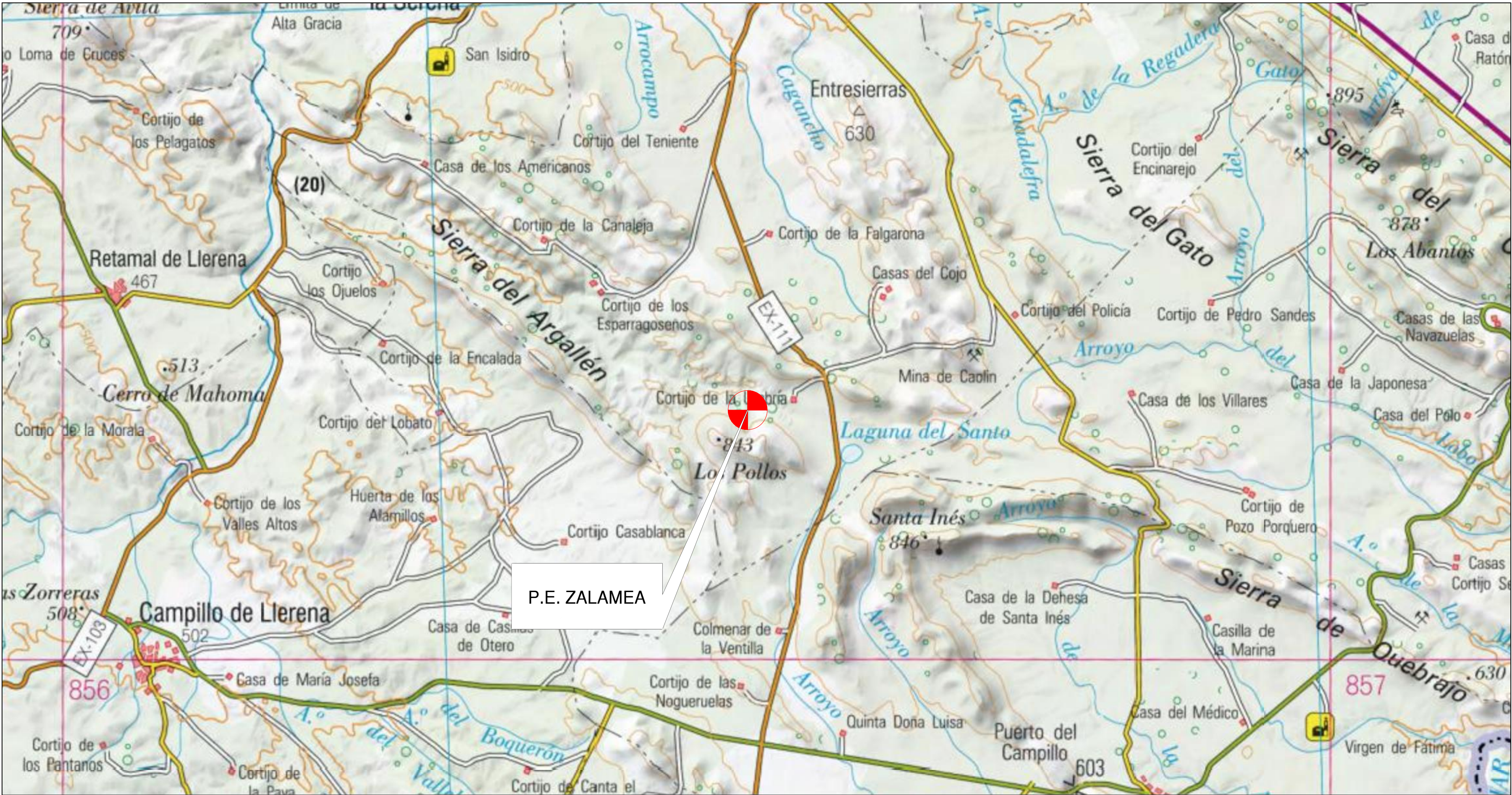
- NOTAS
- ANTES DEL INICIO DE LA OBRA SE COMPROBARÁ QUE LAS ZONAS SELECCIONADAS SIGUEN SIENDO ADECUADAS TANTO POR UBICACIÓN COMO POR LA VEGETACIÓN PRESENTE, PARA ACOPIOS, PARQUE DE MAQUINARIA Y ÁREAS DE SEGREGACIÓN.
 - PARA LA LOCALIZACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS TEMPORALES DE OBRA SE ESTARÁ A LO QUE DICTAMINE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL PARA NO AFECTAR A LOS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO CULTURAL PRESENTES.

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:					
P.E. ZALAMEA					
TITULO PLANO:					ESCALA:
SITUACIÓN YEMPLAZAMIENTO					-



Plano:
Doc GNF Engineering: 2020001
HOJA . SIGUE

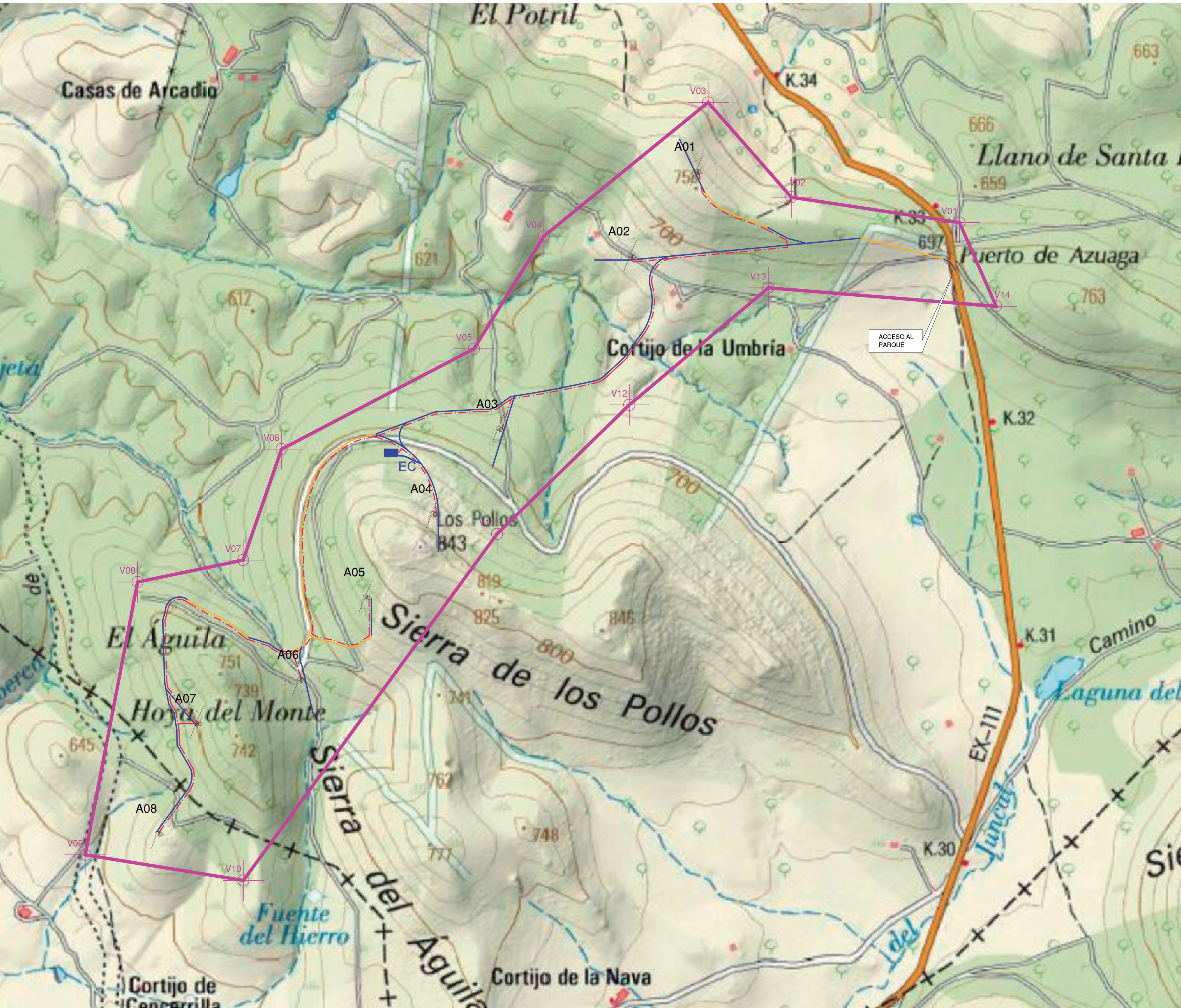


PLANO DE EMPLAZAMIENTO

DIN A2

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



COORDENADAS POLIGONAL

COORDENADAS POLIGONAL PARQUE	COORDENADAS UTM	
	X	Y
V01	268987.30	4271683.85
V02	268228.25	4271797.95
V03	267852.63	4272226.10
V04	267110.95	4271622.05
V05	266795.50	4271113.40
V06	265927.00	4270660.10
V07	265753.40	4270158.90
V08	265276.90	4270059.95
V09	265040.20	4268828.00
V10	265754.60	4268712.18
V11	266899.97	4270277.20
V12	267496.93	4270859.91
V13	268124.50	4271388.83
V14	269153.16	4271305.50

COORDENADAS AEROGENERADORES

IDENTIFICACIÓN AEROGENERADOR	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
A01	267810.00	4271912.00	750.00
A02	267512.00	4271529.99	648.50
A03	266916.00	4270750.00	667.20
A04	266618.99	4270366.99	778.70
A05	266316.60	4269990.00	763.70
A06	266018.00	4269617.00	671.30
A07	265554.60	4269420.00	697.57
A08	265378.00	4268922.00	660.05

LEYENDA

INSTALACIONES

- ENTORNO POLIGONAL
- AEROGENERADOR
- EDIFICIO DE CONTROL
- ZANJA DE CABLES ELÉCTRICOS
- VIAL NUEVO
- VIAL EXISTENTE A REPARAR

ZONAS DE ACOPIO Y MONTAJE

- PLATAFORMA DE MONTAJE DE AEROGENERADOR
- ACOPIO DE PALAS , BUJE Y GÓNDOLA.

NOTAS

- ANTES DEL INICIO DE LA OBRA SE COMPROBARÁ QUE LAS ZONAS SELECCIONADAS SIGUEN SIENDO ADECUADAS TANTO POR UBICACIÓN COMO POR LA VEGETACIÓN PRESENTE, PARA ACOPIOS, PARQUE DE MAQUINARIA Y ÁREAS DE SEGREGACIÓN.
- PARA LA LOCALIZACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS TEMPORALES DE OBRA SE ESTARÁ A LO QUE DICTAMINE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL PARA NO AFECTAR A LOS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO CULTURAL PRESENTES.



Borja Martín-Cubas Núñez

Borja Martín-Cubas Núñez

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:

P.E. ZALAMEA

TITULO PLANO:

LOCALIZACIÓN SOBRE TOPOGRÁFICO

ESCALA:

1:20.000



Plano:

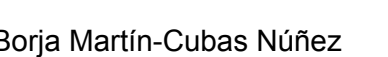
Doc GNF Engineering:

2020002

HOJA SIGUE



 COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI	Plano: Doc GNF Engineering: 2020003 HOJA . SIGUE
---	---

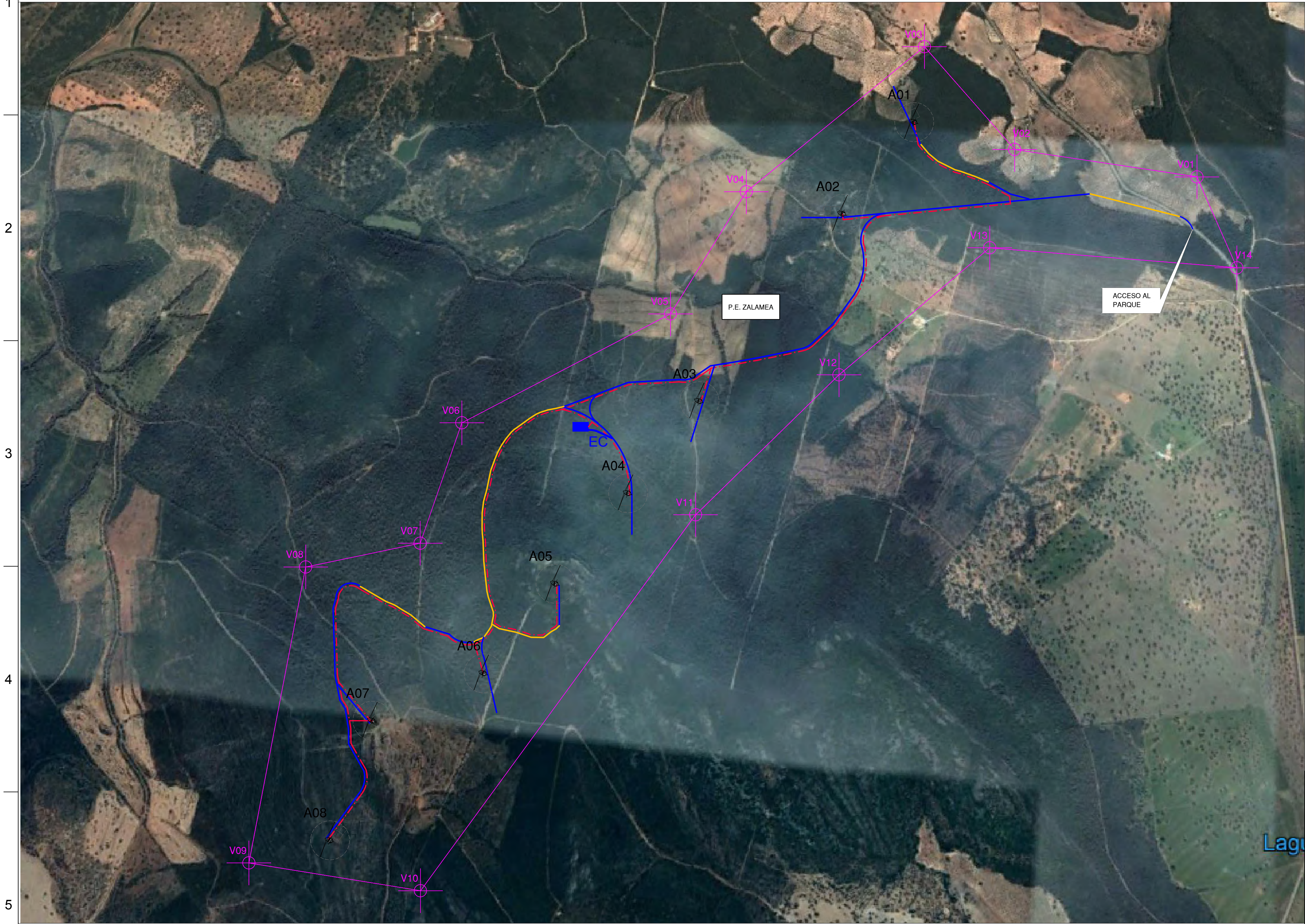


Borja Martín-Cubas Núñez

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



COORDENADAS POLIGONAL

COORDENADAS POLIGONAL PARQUE	COORDENADAS UTM	
	X	Y
V01	268987.30	4271683.85
V02	268228.25	4271797.95
V03	267852.63	4272226.10
V04	267110.95	4271622.05
V05	266795.50	4271113.40
V06	265927.00	4270660.10
V07	265753.40	4270158.90
V08	265276.90	4270059.95
V09	265040.20	4268828.00
V10	265754.60	4268712.18
V11	266899.97	4270277.20
V12	267496.93	4270859.91
V13	268124.50	4271388.83
V14	269153.16	4271305.50

COORDENADAS AEROGENERADORES

IDENTIFICACIÓN AEROGENERADOR	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
A01	267810.00	4271912.00	750.00
A02	267512.00	4271529.99	648.50
A03	266916.00	4270750.00	667.20
A04	266618.99	4270366.99	778.70
A05	266316.60	4269990.00	763.70
A06	266018.00	4269617.00	671.30
A07	265554.60	4269420.00	697.57
A08	265378.00	4268922.00	660.05

LEYENDA

INSTALACIONES

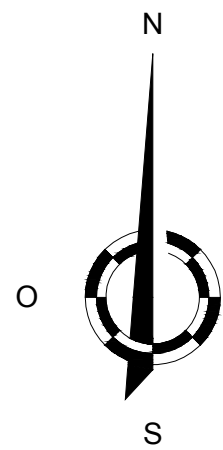
- ENTORNO POLIGONAL
- AEROGENERADOR
- EDIFICIO DE CONTROL
- ZANJA DE CABLES ELÉCTRICOS
- VIAL NUEVO
- VIAL EXISTENTE A REPARAR

ZONAS DE ACOPIO Y MONTAJE

- PLATAFORMA DE MONTAJE DE AEROGENERADOR
- ACOPIO DE PALAS , BUJE Y GÓNDOLA.

NOTAS

- ANTES DEL INICIO DE LA OBRA SE COMPROBARÁ QUE LAS ZONAS SELECCIONADAS SIGUEN SIENDO ADECUADAS TANTO POR UBICACIÓN COMO POR LA VEGETACIÓN PRESENTE, PARA ACOPIOS, PARQUE DE MAQUINARIA Y ÁREAS DE SEGREGACIÓN.
- PARA LA LOCALIZACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS TEMPORALES DE OBRA SE ESTARÁ A LO QUE DICTAMINE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL PARA NO AFECTAR A LOS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO CULTURAL PRESENTES.



Borja Martín-Cubas Núñez

Borja Martín-Cubas Núñez

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO	
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	

TITULO PROYECTO:

P.E. ZALAMEA

TITULO PLANO:

IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

ESCALA:
1:20.000

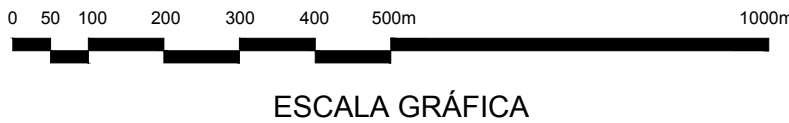


Plano:

Doc GNF Engineering:

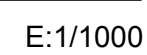
2020004

HOJA SIGUE



DIN-A1

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

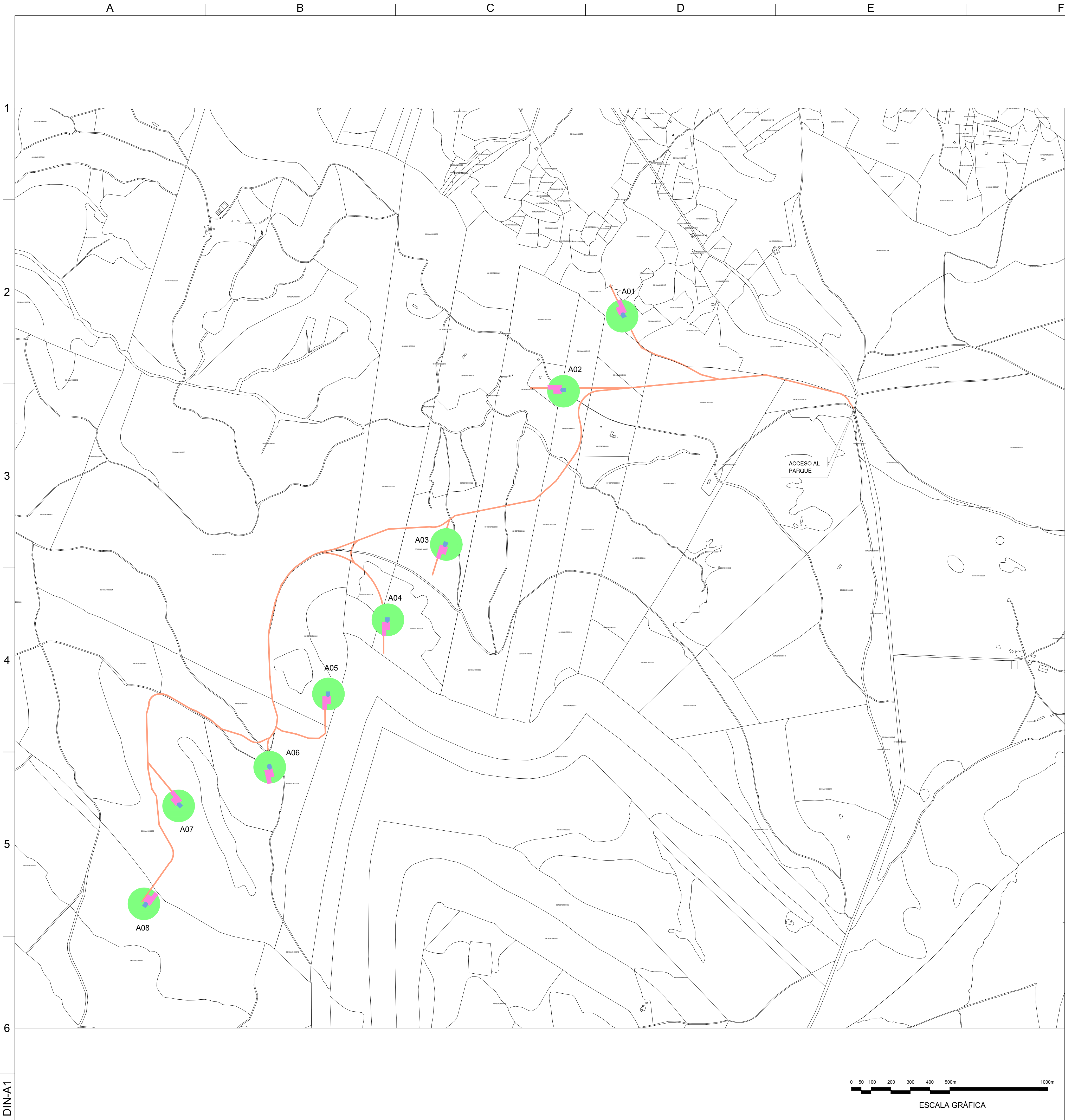
	CARRETERA
	VIAL NUEVO
	VIAL EXISTENTE A REPARAR



Borja Martín-Cubas Núñez

- ANCHO DE LA CALZADA: 6 m
- RADIO MÍNIMO CENTRAL EN CURVAS DEL VIAL: 80 m

6



COORDENADAS POLIGONAL

COORDENADAS POLIGONAL PARQUE	COORDENADAS UTM	
	X	Y
V01	268987.30	4271683.85
V02	268228.25	4271797.95
V03	267852.63	4272226.10
V04	267110.95	4271622.05
V05	266795.50	4271113.40
V06	265927.00	4270660.10
V07	265753.40	4270158.90
V08	265276.90	4270059.95
V09	265040.20	4268828.00
V10	265754.60	4268712.18
V11	266899.97	4270277.20
V12	267496.93	4270859.91
V13	268124.50	4271388.83
V14	269153.16	4271305.50

COORDENADAS AEROGENERADORES

IDENTIFICACIÓN AEROGENERADOR	COORDENADAS UTM		
	X	Y	Z
A01	267810.00	4271912.00	750.00
A02	267512.00	4271529.99	648.50
A03	266916.00	4270750.00	667.20
A04	266618.99	4270366.99	778.70
A05	266316.60	4269990.00	763.70
A06	266018.00	4269617.00	671.30
A07	265554.60	4269420.00	697.57
A08	265378.00	4268922.00	660.05

LEYENDA

INSTALACIONES

- LÍMITE DE PARCELA
- A0X N° AEROGENERADOR
- 06160AXXXX REFERENCIA CATASTRAL
- VOO
- CIMENTACIÓN
- VIAL
- PLATAFORMA

NOTAS

- ANTES DEL INICIO DE LA OBRA SE COMPROBARÁ QUE LAS ZONAS SELECCIONADAS SIGUEN SIENDO ADECUADAS TANTO POR UBICACIÓN COMO POR LA VEGETACIÓN PRESENTE, PARA ACOPIOS, PARQUE DE MAQUINARIA Y ÁREAS DE SEGREGACIÓN.
- PARA LA LOCALIZACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS TEMPORALES DE OBRA SE ESTARÁ A LO QUE DICTAMINE LA DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL PARA NO AFECTAR A LOS ELEMENTOS DEL PATRIMONIO CULTURAL PRESENTES.



Borja Martín-Cubas Núñez

Borja Martín-Cubas Núñez

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:

P.E. ZALAMEA

TITULO PLANO:

PARCELARIO

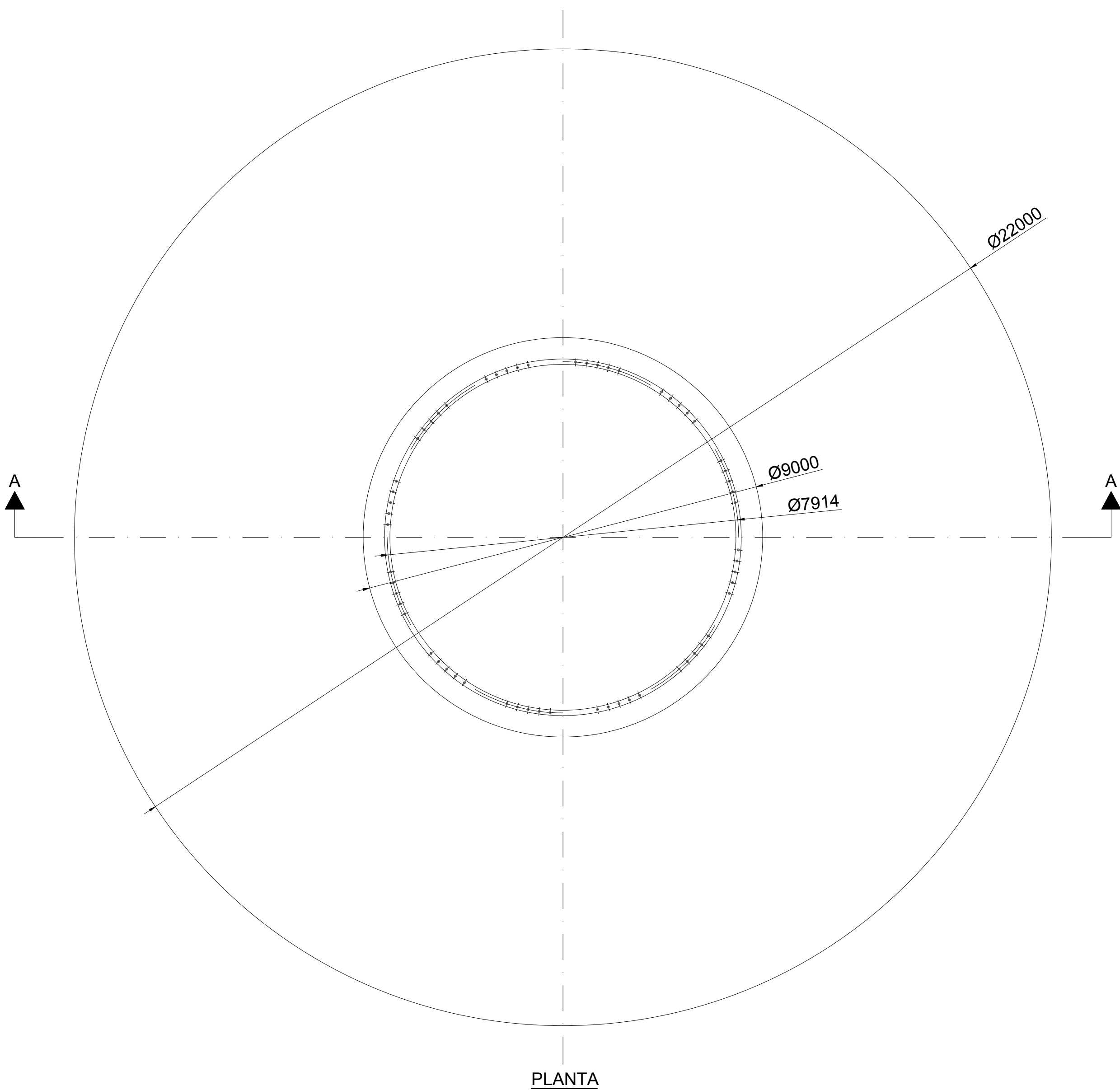
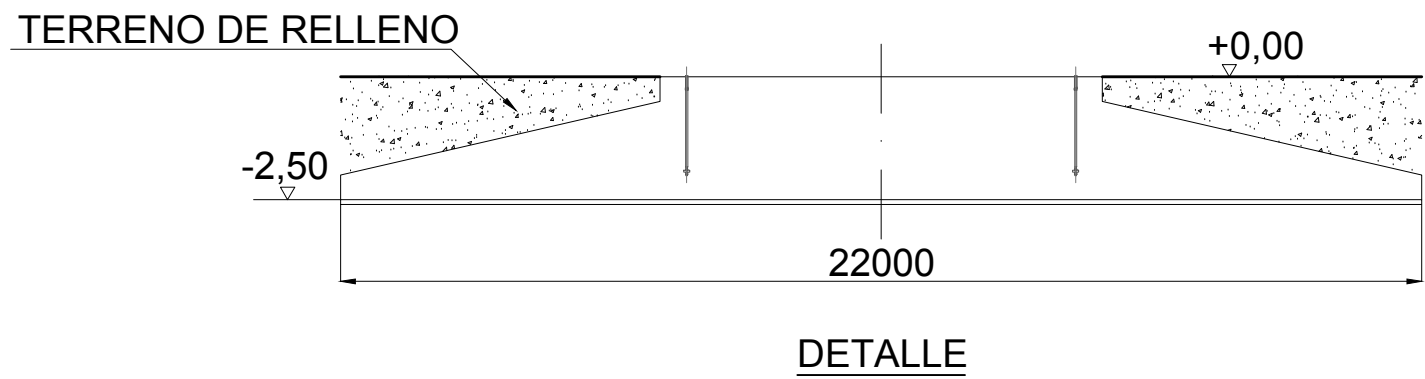
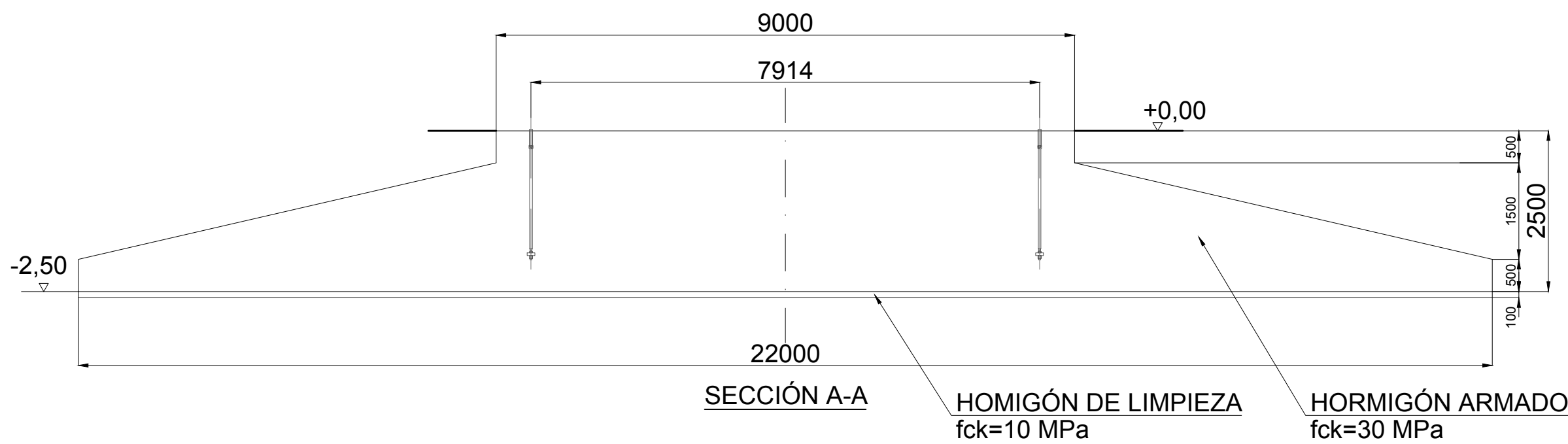
ESCALA:
1:20.000



Plano:

Doc GNF Engineering:
2020006

HOJA SIGUE



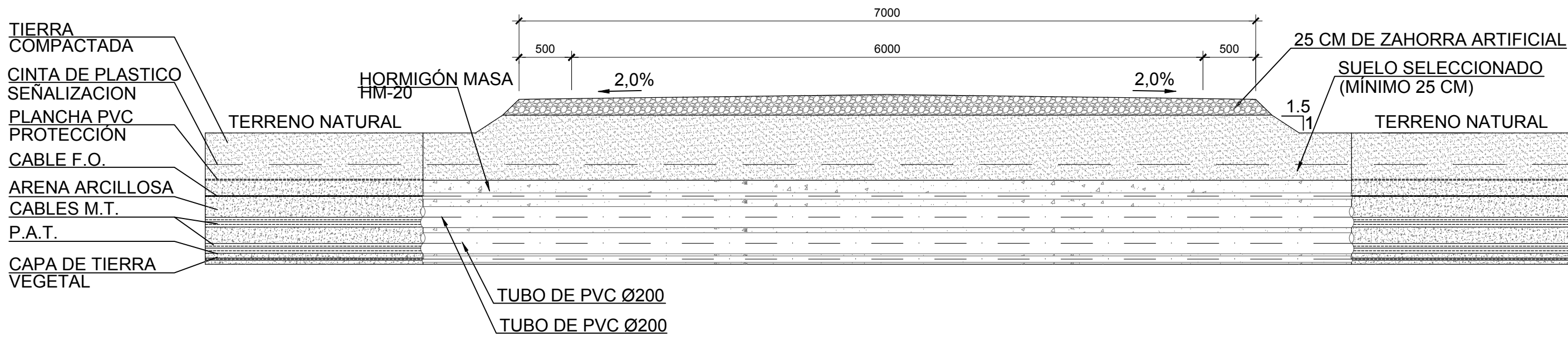
Borja Martín-Cubas Núñez

- NOTAS
- 1.- DIMENSIONES EN MM. EXCEPTO ELEVACIONES EN METROS.
 - 2.- HORMIGÓN SEGÚN EHE-08.

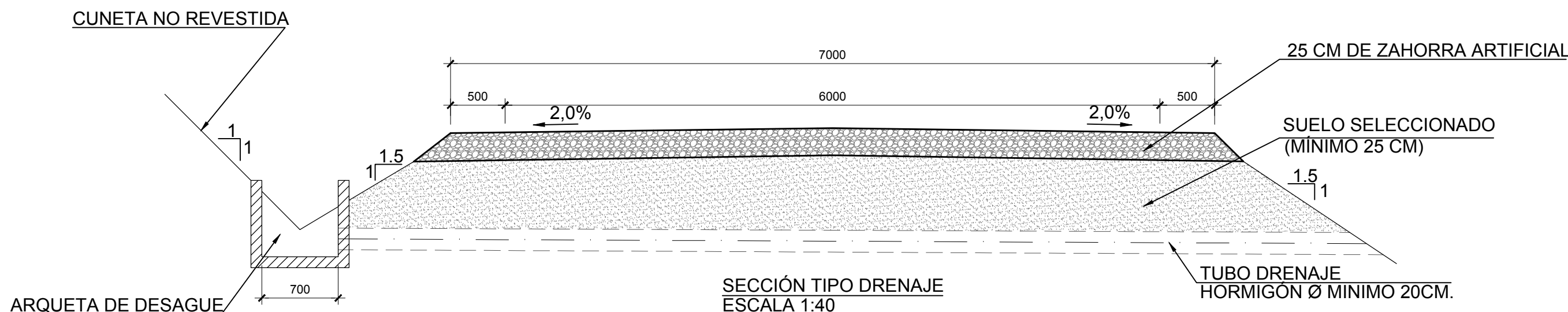
1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
TITULO PROYECTO:						
P.E. ZALAMEA						
TITULO PLANO:						ESCALA:
CIMENTACIÓN AEROGENERADORES GEOMETRÍA Y DIMENSIONES						1:50
					Plano:	
					Doc GNF Engineering: 2020007	
					HOJA . SIGUE	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

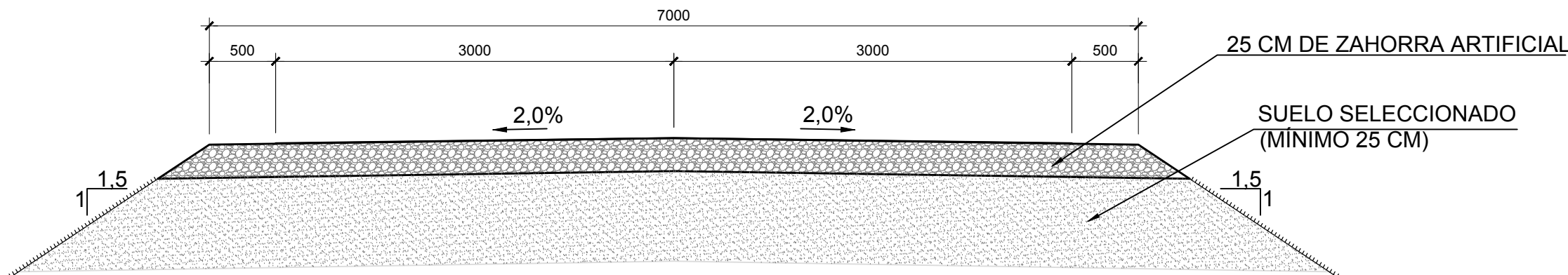
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



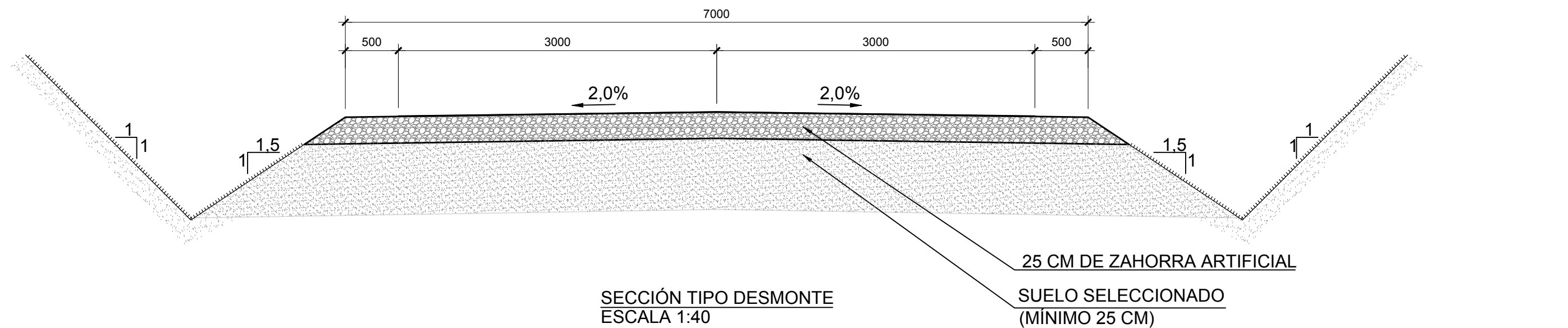
SECCIÓN TIPO PASO ZANJA BAJO VIAL
ESCALA 1:40



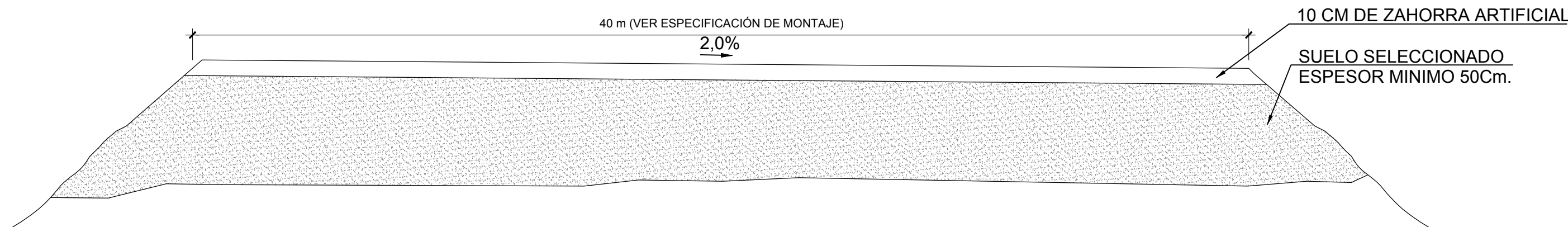
SECCIÓN TIPO DRENAJE
ESCALA 1:40



SECCIÓN TIPO TERRAPLÉN
ESCALA 1:40



SECCIÓN TIPO DESMONTE
ESCALA 1:40



PLATAFORMA, SECCIÓN TRANSVERSAL
SIN ESCALA

Borja Martín-Cubas Núñez

Borja Martín-Cubas Núñez

NOTAS

- 1- EN TRAMOS CURVOS SE INCLUIRÁ UN SOBREALCHO EN CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES DEL SUMINISTRADOR DE LAS MAQUINAS.
- 2- SE REALIZARÁN PRUEBAS DE PLACAS DE CARGA PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES DEL SUMINISTRADOR DE LAS MAQUINAS EN VIALES Y PLATAFORMAS.
- 3- EL RELLENO CON SUELO SELECCIONADO SE COMPACTARÁ AL 95% PN.
- 4- LA ZAHORRA ARTIFICIAL SE COMPACTARÁ AL 98% PM.

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:

P.E. ZALAMEA

TITULO PLANO:

**VIALES TIPO
DETALLES**

ESCALA:
INDICADAS



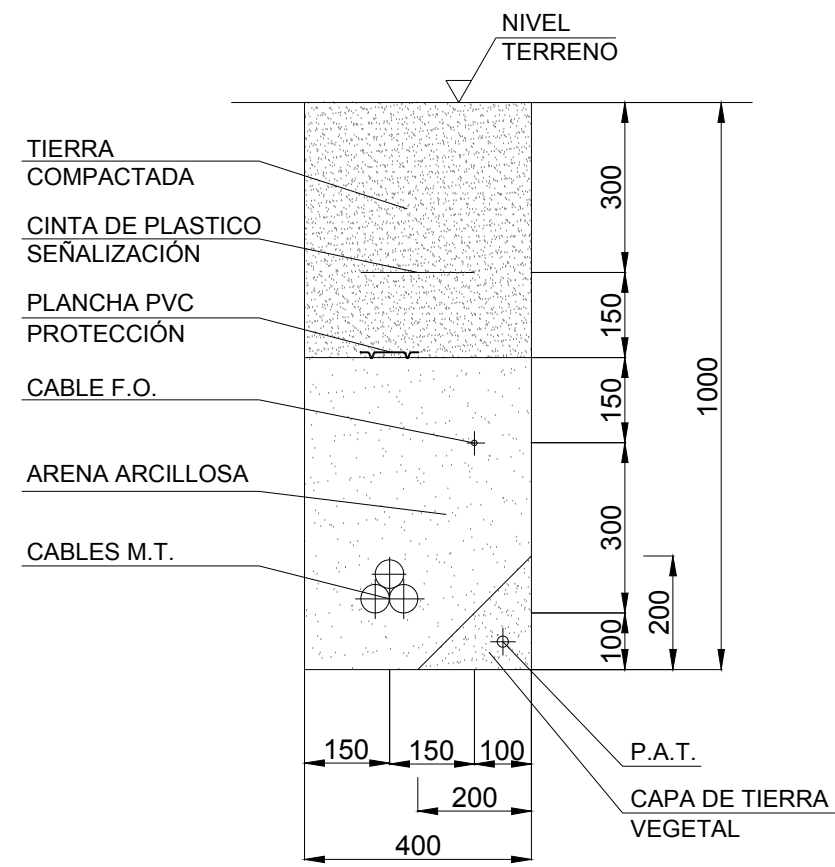
Plano:

Doc GNF Engineering:

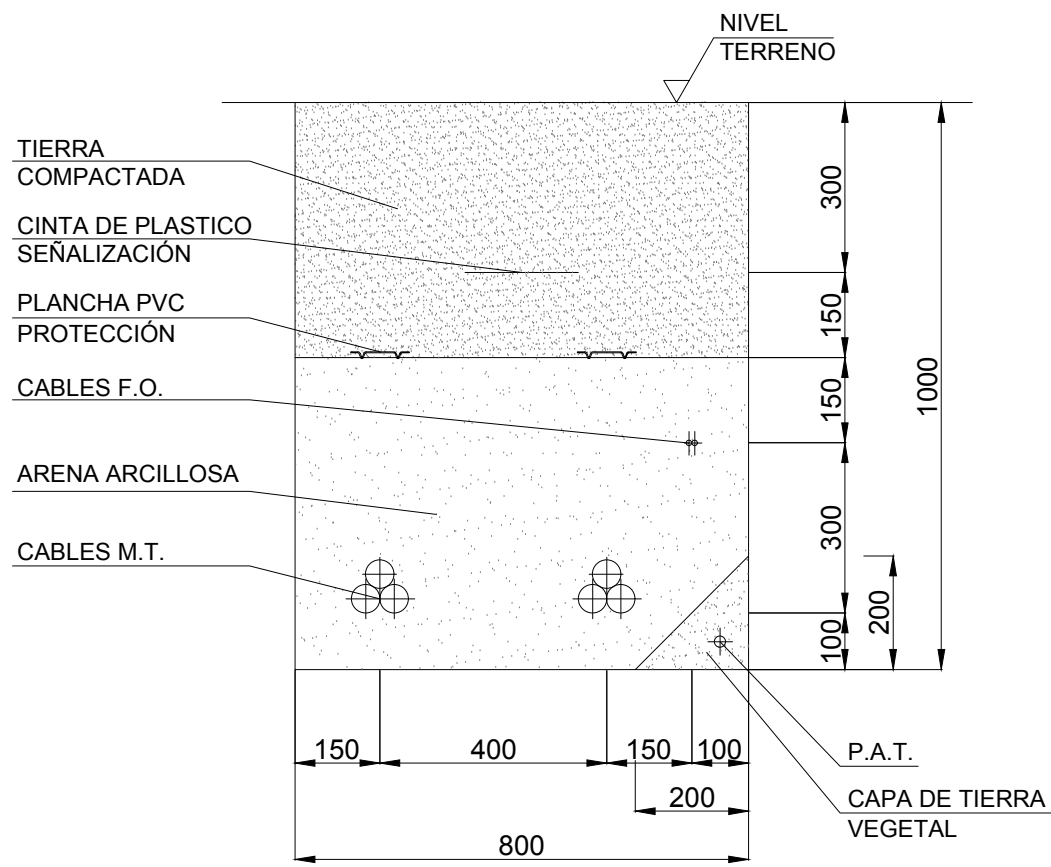
2020008

HOJA . SIGUE

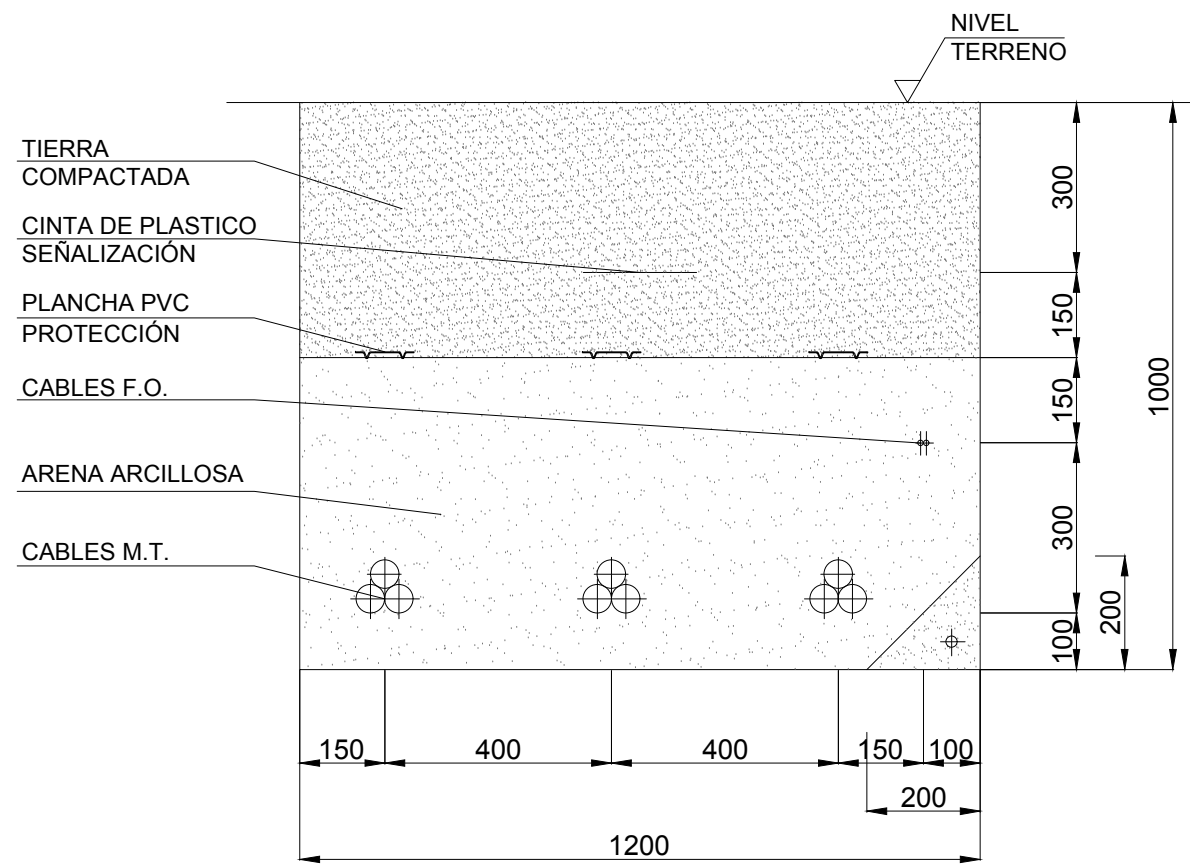
DETALLES ZANJAS (TIP.)



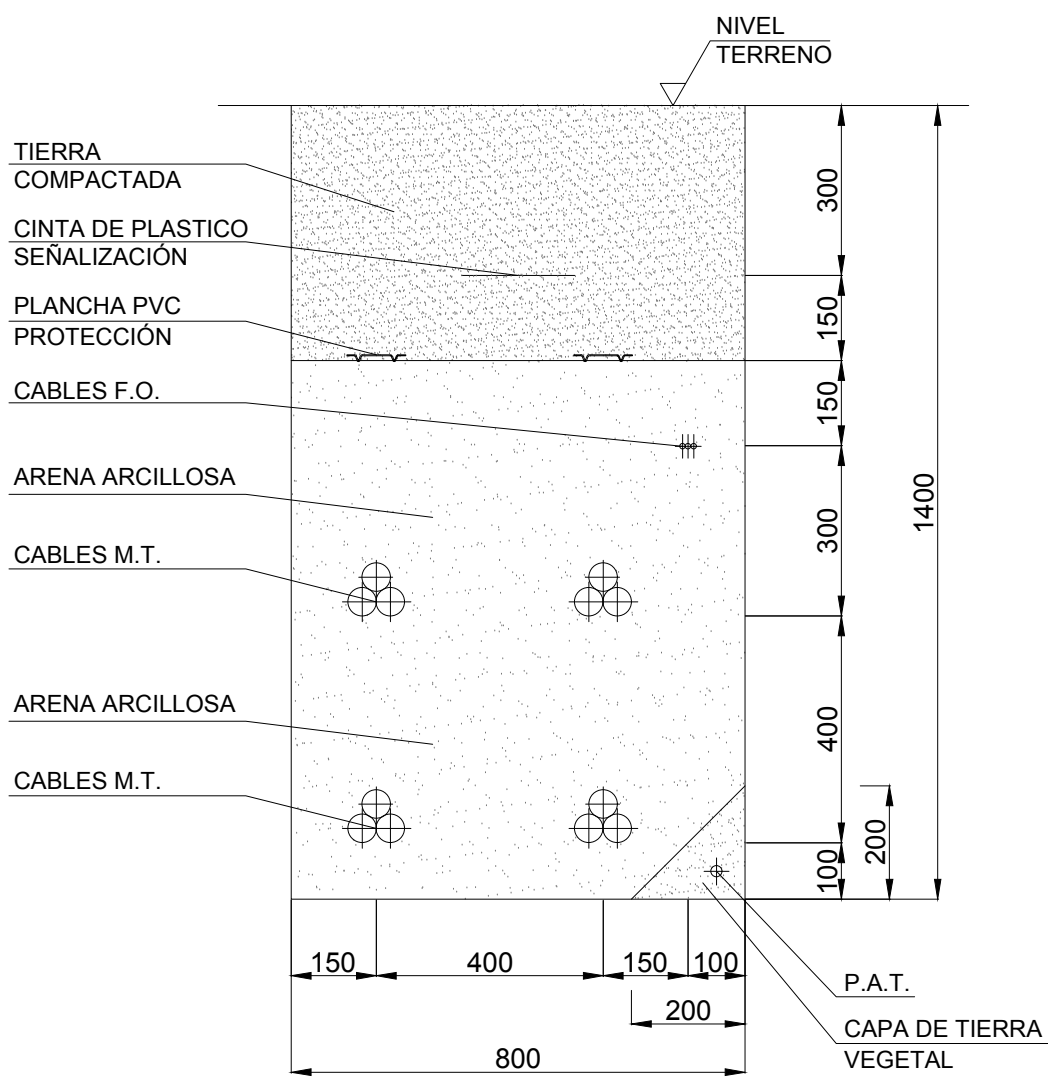
ZANJA TIPO Z-1a
ESCALA 1:20



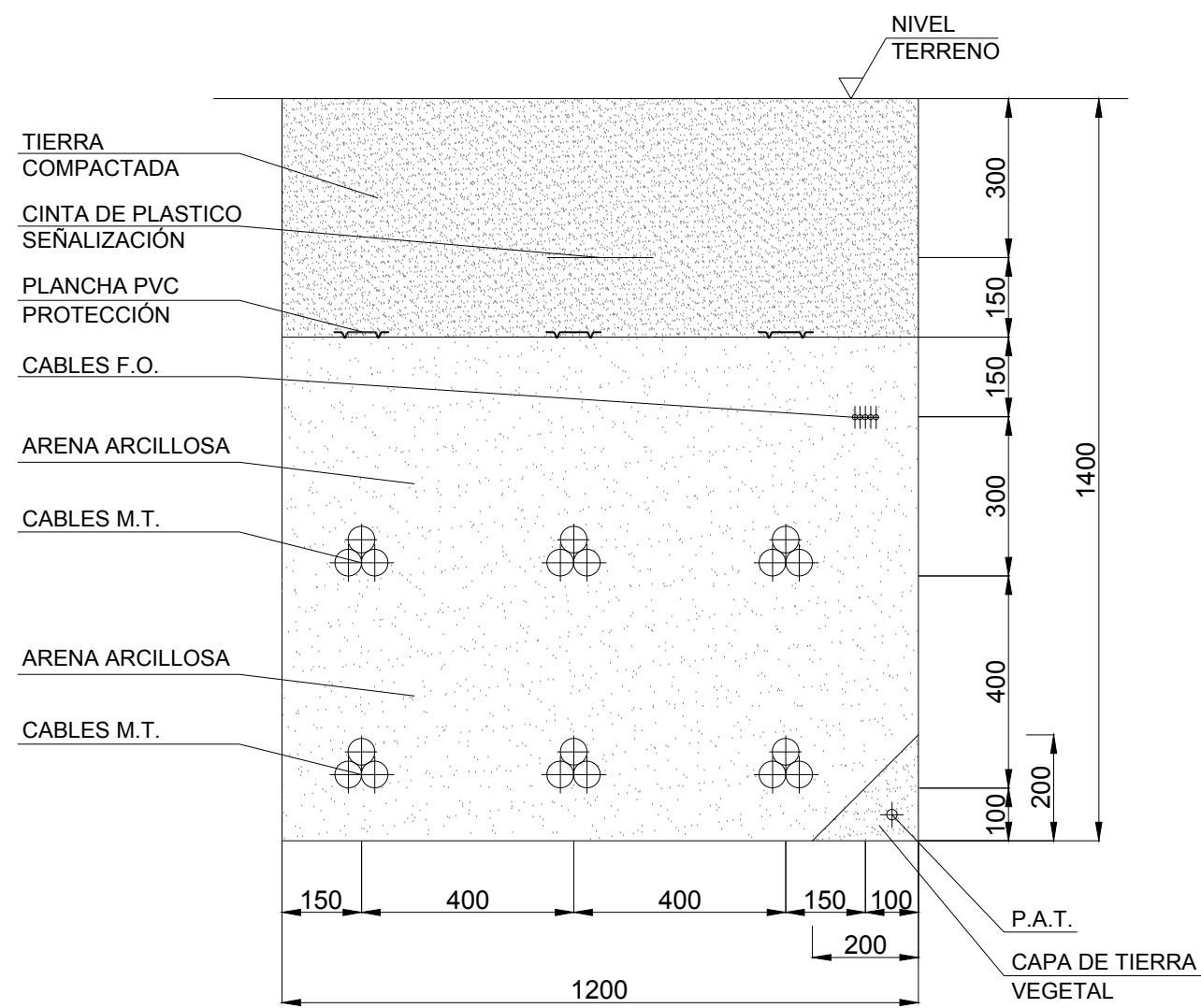
ZANJA TIPO Z-2b
ESCALA 1:20



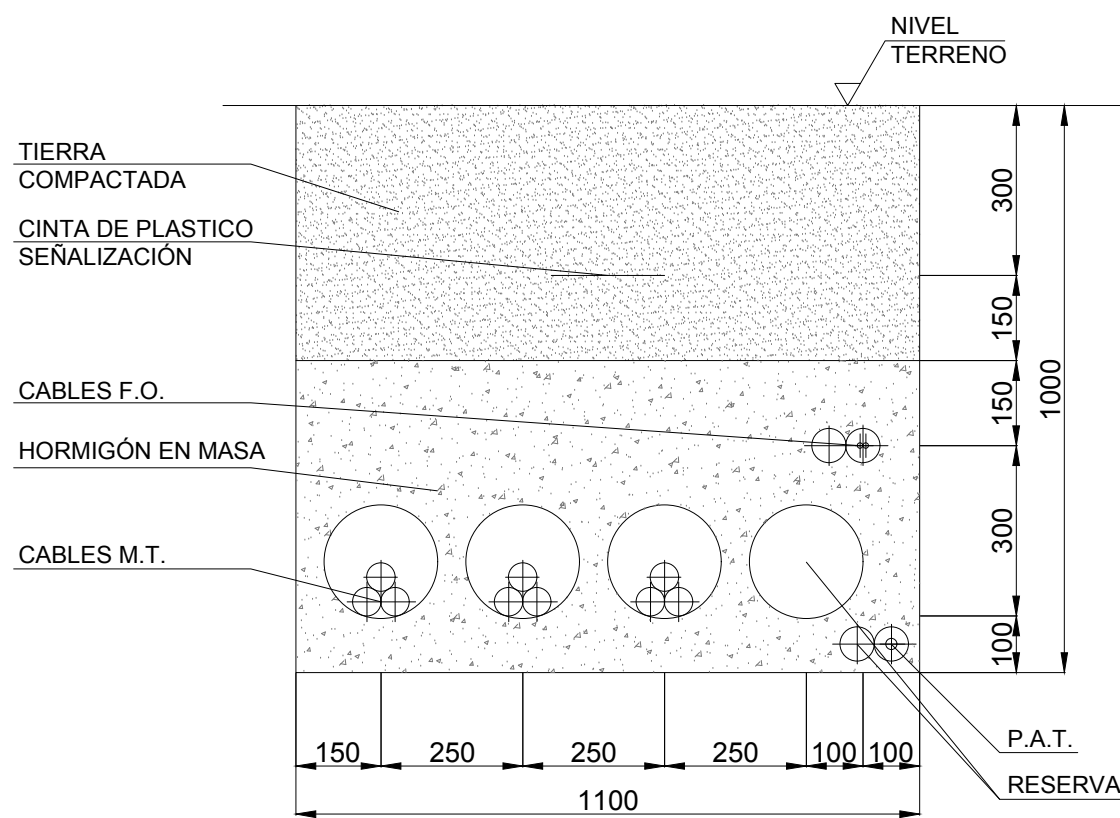
ZANJA TIPO Z-3b
ESCALA 1:20



ZANJA TIPO Z-4c
ESCALA 1:20



ZANJA TIPO Z-6e
ESCALA 1:20



ZANJA TIPO Z-3b-PV
ESCALA 1:20

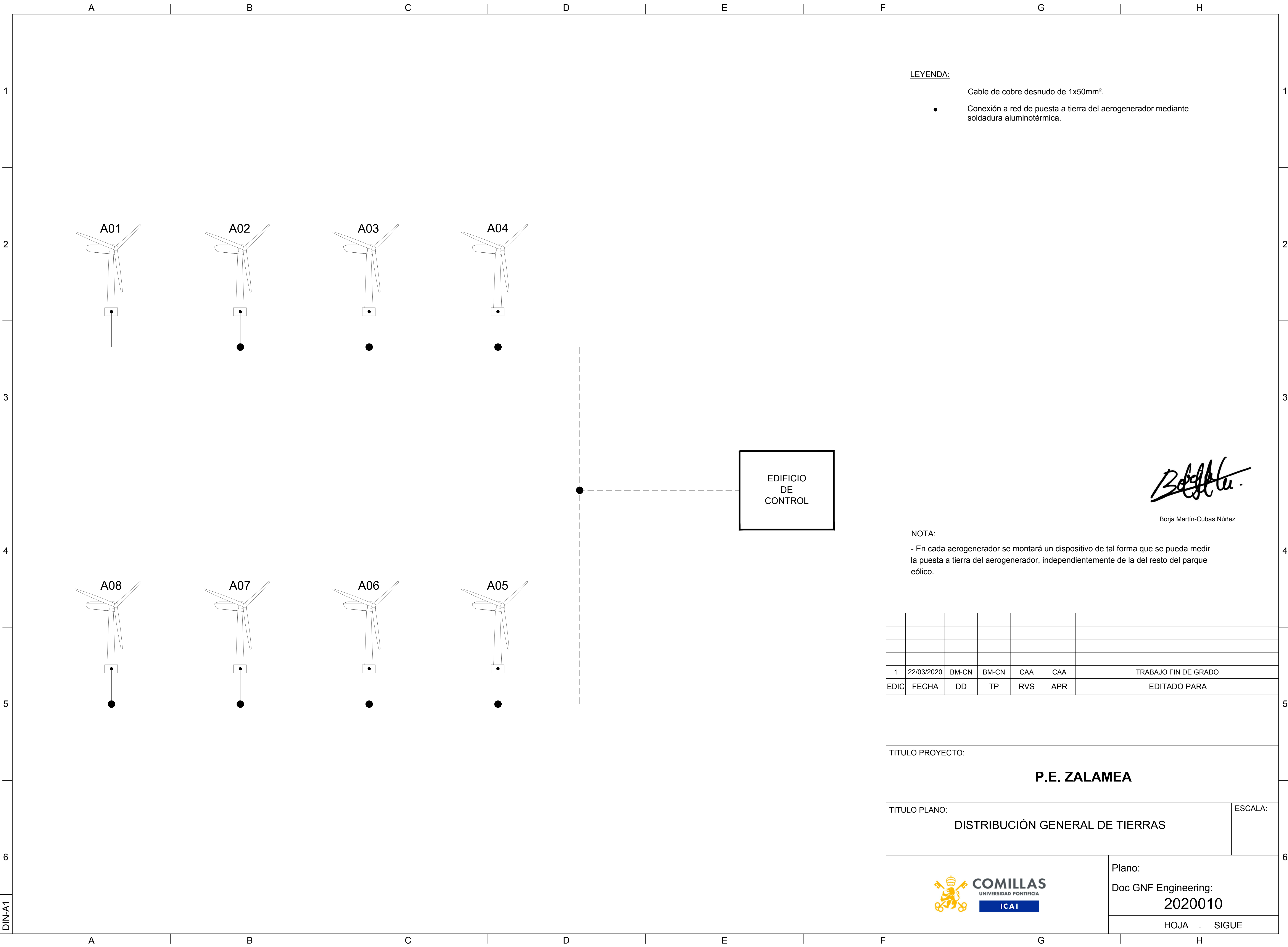
Borja Martín-Cubas Núñez
Borja Martín-Cubas Núñez

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:					
P.E. ZALAMEA					
TITULO PLANO:					ESCALA:
ZANJAS ELÉCTRICAS					1:20



Plano:
Doc GNF Engineering: 2020009
HOJA . SIGUE



- LEYENDA:
- Cable de cobre desnudo de 1x50mm².
 - Conexión a red de puesta a tierra del aerogenerador mediante soldadura aluminotérmica.

NOTA:

- En cada aerogenerador se montará un dispositivo de tal forma que se pueda medir la puesta a tierra del aerogenerador, independientemente de la del resto del parque eólico.

Borja Martín-Cubas Núñez
Borja Martín-Cubas Núñez

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
TITULO PROYECTO:						
P.E. ZALAMEA						
TITULO PLANO:						ESCALA:
DISTRIBUCIÓN GENERAL DE TIERRAS						
					Plano:	
					Doc GNF Engineering: 2020010	
					HOJA . SIGUE	



	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
C	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

Borja Martín-Cubas Núñez

1



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

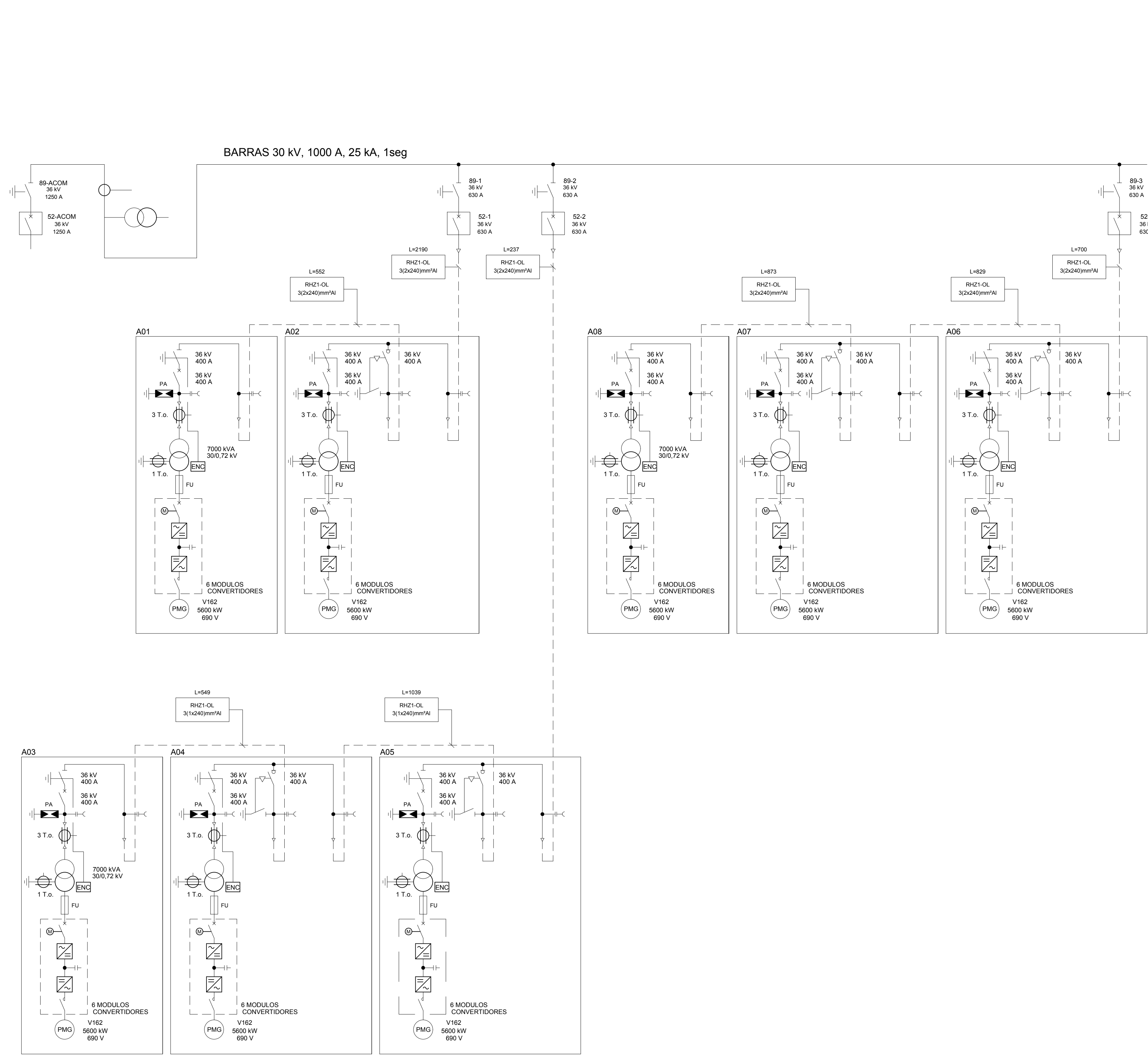
1
2
3
4
5
6

1
2
3
4
5
6

DIN-A1

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Borja Martín-Cubas Núñez

Borja Martín-Cubas Núñez

1	22/03/2020	BM-CN	BM-CN	CAA	CAA	TRABAJO FIN DE GRADO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TITULO PROYECTO:		P.E. ZALAMEA	
TITULO PLANO:			ESCALA:
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL			-



Plano:
Doc GNF Engineering: 2020012
HOJA SIGUE

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

Índice General

- I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**
- II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL**
- III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA**

I. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

Pliego de Condiciones

Índice

1. Objeto	3
2. Disposiciones generales	3
3. Códigos y normas aplicables en el proyecto.....	3
4. Estudio de seguridad	4
5. Seguridad pública.....	4
6. Organización del trabajo.....	5
7. Datos de la obra	5
8. Replanteo de la obra	5
9. Mejoras y variaciones en el proyecto.....	5
10. Recepción del material	5
11. Organización	5
12. Ejecución de las obras.....	6
13. Plazo de ejecución.....	6
14. Recepción provisional	6
16. Recepción definitiva.....	7

1. Objeto

El objeto del presente Pliego de Condiciones es determinar los requisitos a los que se ajustará la ejecución de las instalaciones de referencia, cuyas características técnicas se especificarán en los documentos que componen el presente Pliego de Condiciones.

2. Disposiciones generales

El contratista estará obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar o de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento de la ejecución de las obras. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042: “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

3. Códigos y normas aplicables en el proyecto

Las obras, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

1. Artículo 1.588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación; Real Decreto Legislativo 2/2000, de 16 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas; Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
2. R.D. 223/08, de 15 de febrero, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT.
 - Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de Noviembre).
 - Normas Administrativas y Técnicas para el Funcionamiento y conexión a Redes Eléctricas de Centrales Hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden de 5 de Septiembre de 1985).
 - Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/1961, de 30 de Noviembre).
3. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del 09/03/71, del Ministerio de Trabajo y en lo que no se oponga a la mencionada Ordenanza:
 - Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
 - Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
 - Cuantos preceptos sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamentos de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

Serán de aplicación para la ejecución de estas obras las instrucciones y normas que figuran en las especificaciones del presente “Pliego de Condiciones Técnicas”.

Si durante el período de vigencia de este Pliego de Condiciones Técnicas fueran modificadas, corregidas o sustituidas parcialmente o en su totalidad, alguna de las normas mencionadas en las especificaciones, serán de obligado cumplimiento las modificaciones, correcciones o sustituciones de la norma o normas en cuestión.

En caso de contradicción entre los mencionados códigos, normas y especificaciones, el presente Pliego de Condiciones, prevalecerá lo expuesto en éste.

Cuando un mismo elemento de este Pliego se refiera a distintas normas se aplicará la más exigente de ellas o bien se atenderá a lo que disponga la Dirección de Obra.

Ante eventualidades no previstas en este Pliego, la decisión final será potestativa de la Dirección de Obra.

4. Estudio de seguridad

El Contratista deberá presentar obligatoriamente, antes del comienzo de las obras, un estudio de seguridad donde contemple las medidas reflejadas en el presente documento.

El Contratista está obligado a cumplir todas las condiciones que se indican en el apartado tercero “Códigos y normas aplicables en el proyecto”, de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo el Contratista deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos, con equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Las herramientas y equipos se llevarán en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes o clavos en las suelas.

El personal de Contratista está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección personal necesarios para eliminar o reducir los riesgos profesionales pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar su propia integridad física o la de sus compañeros.

5. Seguridad pública

El Contratista deberá tomar las máximas precauciones para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de seguros que proteja a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que pudieran incurrir para con el Contratista o para con terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

6. Organización del trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para su perfecta ejecución y siguiendo las indicaciones del presente Pliego de Condiciones.

7. Datos de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, de todos los documentos del Proyecto, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de dos meses, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones substanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director de Obra.

8. Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, con especial atención en los puntos singulares. Se levantará Acta, por triplicado, firmada por la Propiedad, el Director de Obra y el representante del Contratista.

9. Mejoras y variaciones en el proyecto

No se considerarán mejoras y variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de su ejecución.

10. Recepción del material

El Director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará su aprobación a los materiales suministrados y confirmará su validez para una instalación correcta.

11. Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas y en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular, antes o durante la ejecución de las obras.

Dentro de lo estipulado en el pliego de Condiciones, la organización de la obra y la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista, quien informará al Director de Obra de estos extremos.

12. Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto, a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones Generales y en el pliego particular, si lo hubiera y conforme a las especificaciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá realizar ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en los datos fijados en Proyecto.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado, a juicio del Director de Obra.

13. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contar a partir de la fecha del replanteo de las obras. El Contratista estará obligado a cumplir los plazos señalados, que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones, cuando los cambios determinados por el Director de Obra y debidamente aprobados por el Contratante, influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por causas ajenas por completo al Contratista, no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

14. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y dentro de los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es procedente. El Acta será firmada por el Director de Obra, por el Contratista y, de ser el caso, por la Propiedad, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y proyecto correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

15. Período de garantía

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista será responsable de la conservación de la obra.

16. Recepción definitiva

Una vez finalizado el plazo de garantía señalado en el contrato, o en su defecto, a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose, si las obras son conformes, el Acta correspondiente, por duplicado, firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante.

II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL

Pliego de Condiciones

Índice

1. ESPECIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS	4
1.1. Objeto	4
1.2. Instrucciones y normas	4
1.3. Descripción de la obra	4
1.3.1. Documentación	4
1.3.2. Planos	4
1.3.3. Interpretación de la documentación	4
1.3.4. Replanteo	5
1.3.5. Seguridad y Salud	5
1.3.6. Control de calidad	5
1.4. Prescripciones para la ejecución de excavaciones y rellenos	6
1.4.1. Excavación para cimentaciones y foso	6
1.4.2. Excavación en zanjas	7
1.5. Estanqueidad de excavaciones	7
1.6. Rellenos	8
1.6.1. Rellenos con material filtrante	8
1.6.2. Relleno de zanjas para cables eléctricos	9
1.6.3. Control de calidad	9
2. ESPECIFICACIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN	11
2.1. Objeto	11
2.2. Instrucciones y normas	11
2.3. Descripción de la obra	11
2.3.1. Documentación	11
2.3.2. Planos	11
2.3.3. Interpretación de la documentación técnica	12
2.3.4. Replanteo	12
2.3.5. Seguridad y Salud	12
2.3.6. Control de calidad	12
2.4. Características de los materiales	13
2.4.1. Procedencia y recepción de los materiales	13
2.4.2. Almacenamiento de materiales	13
2.4.3. Materiales para encofrados y cimbras	14
2.4.4. Armaduras	14
2.4.5. Elementos embebidos y pernos de anclaje	14
2.4.6. Cemento	15
2.4.7. Agua	15

2.4.8. Áridos	15
2.4.9. Aditivos.....	15
2.4.10. Morteros	15
2.4.11. Materiales para juntas de estanqueidad.....	16
2.5. Condiciones de ejecución.....	16
2.5.1. Ejecución y colocación de encofrados y cimbras	16
2.5.2. Preparación y colocación de armaduras	16
2.5.3. Elementos embebidos y pernos de anclaje.....	17
2.5.4. Dosificación del hormigón.....	17
2.6. Control de calidad	18

1. ESPECIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

1.1. Objeto

El objeto de esta Especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de excavación y relleno, en conformidad con los demás documentos.

Esta especificación forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos o instrucción al respecto por escrito de la Supervisión de Obra.

1.2. Instrucciones y normas

- Normas NTL del CEDEX
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, PG-3

1.3. Descripción de la obra

1.3.1. Documentación

La obra a ejecutar se define por los siguientes documentos:

- Planos
- Especificaciones

1.3.2. Planos

A la recepción de los planos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el Contratista deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del proyecto, y si encuentra algún error o contradicción a la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Supervisión de Obra. En caso de no hacerlo así, el Contratista será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

El Contratista respetará cuidadosamente todas las indicaciones dadas en los planos y/o Especificación, y si en algún caso creyera aconsejable hacer algún cambio, someterá una proposición por escrito a la Supervisión de Obra, quien dará su aprobación o comentario también por escrito.

1.3.3. Interpretación de la documentación

Es obligación del contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los documentos del proyecto.

Todas las dimensiones se deducirán numéricamente de las cotas de los planos.

No se establecerá ninguna dimensión basada en la interpretación gráfica de planos. Si fuera preciso definir alguna dimensión, el Contratista lo solicitará por escrito a la Supervisión de Obra.

Lo mencionado en los planos y omitido en la Especificación o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

En caso de existir alguna contradicción entre lo prescrito en la presente Especificación y lo señalado en los planos, se dará preferencia a lo establecido en los planos, a menos que la Supervisión de Obra indique lo contrario por escrito.

Es obligación del Contratista la correcta interpretación de los documentos. En caso de duda, omisión o contradicción en los documentos, el Contratista deberá consultar con la Supervisión de Obra, quien dictaminará al respecto.

1.3.4. Replanteo

La Supervisión de Obra colocará sobre el terreno las bases de replanteo necesarias y suficientes para el replanteo general de la obra, tanto en planimetría como en altimetría, y entregará al Contratista por escrito, antes de comenzar las obras, la información necesaria para efectuar dicho replanteo.

El Contratista será responsable de la vigilancia y conservación de todas las bases de replanteo durante el plazo de ejecución de la Obra, siendo responsable que los errores que puedan derivarse de una conservación inadecuada de las mismas.

Asimismo el Contratista efectuará a su costa cuantos replanteos de detalle necesita, para situar en posición y elevación todas las unidades de Obra a ejecutar, siendo de su exclusiva responsabilidad las consecuencias que pudieran derivarse de una ejecución errónea de dichos replanteos.

La Supervisión de Obra podrá en cualquier momento efectuar comprobaciones de los replanteos efectuados por el Contratista, para lo cual éste deberá facilitar a su costa los medios humanos y materiales necesarios para su realización.

1.3.5. Seguridad y Salud

El Contratista será responsable del cuidado y conservación de la obra hasta la recepción de la misma por parte del Propietario.

Serán de su responsabilidad también las protecciones y señalización de las obras y sus accesos, de acuerdo con el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

1.3.6. Control de calidad

La Supervisión de Obra solicitará las pruebas y ensayos que estime oportunos de acuerdo con los artículos correspondientes de esta especificación, documentos y normas reseñados. Unas y otros serán a cargo del Contratista, en tanto que su número y tipo estén dentro de lo previsto en estas especificaciones u otro documento del proyecto.

Las pruebas de carga serán a cargo del Contratista cuando estén previstas en los documentos de proyecto y en aquellos casos en que los resultados negativos de los ensayos aconsejen, a juicio de la Supervisión de Obra, la realización de las pruebas de carga previas a la aceptación de una unidad de obra. En los demás casos serán a cargo del Propietario, aunque el Contratista deberá disponer los medios necesarios para la realización de las pruebas.

1.4. Prescripciones para la ejecución de excavaciones y rellenos

Las excavaciones en cualquier tipo de terreno se realizarán a las cotas de proyecto, con las dimensiones indicadas y además se seguirán las prescripciones que sean dadas por la Supervisión de Obra antes y durante la ejecución de las mismas.

El Contratista puede por razones particulares de trabajo y después de la previa autorización escrita de la Supervisión de Obra, profundizar las excavaciones a otra cota distinta del proyecto, o extenderse a otras dimensiones diferentes de las indicadas en planos, en tales casos no se le reconocerá la mayor excavación realizada ni el exceso de relleno necesario para volver a las dimensiones debidas.

Los materiales procedentes de las excavaciones y de las demoliciones pertenecen exclusivamente a la Propiedad. El Contratista podrá hacer uso de estos materiales, siempre con el permiso de la Propiedad y la aprobación de la Supervisión de Obra.

Aquellos materiales no utilizables y que no puedan utilizarse, según el criterio de la Supervisión de obra, se llevarán a un lugar de almacenamiento fuera del área de la obra y en todo caso se colocarán de modo que no produzcan daño ni interferencia ni al trabajo, ni a terceros, ni desviación del flujo de aguas superficiales.

Durante la ejecución de sus trabajos, especialmente después de voladuras, el Contratista examinará las paredes de las excavaciones y zonas vecinas para proceder a los saneados que fueren precisos.

El Contratista, si existiere peligro de que lleguen escombros a carreteras o vías públicas durante voladuras, lo pondrá en conocimiento de la Administración con anterioridad suficiente para que no se vea perturbado el curso de los trabajos y montará el debido servicio de neutralización del tráfico, de acuerdo con las normas que reciba de la Autoridad correspondiente.

1.4.1. Excavación para cimentaciones y foso

Toda la excavación se realizará según las longitudes, profundidades, anchuras, pendientes y curvas que se muestran en los planos, o como sea preciso para realizar una ejecución adecuada de la obra, sea cual fuere el material encontrado.

El fondo de todas las excavaciones quedará debidamente nivelado, libre de materiales sueltos y las excavaciones serán conservadas en buen estado, secas y sin escombros, agua, hielo o escarcha hasta la terminación de la obra.

Las condiciones del suelo en el fondo de todas las excavaciones han de ser aprobadas por la Supervisión de Obra. Los materiales excavados se utilizarán para rellenos bajo el ámbito de esta Especificación o se transportarán al lugar que la Propiedad indique a la Supervisión de Obra. Los materiales que éste califique no necesarios se transportarán a un vertedero facilitado por el Contratista y necesariamente situado fuera de los límites del terreno de la Propiedad.

El Contratista quitará toda la tierra, rocas, piedras, raíces o cualquier material que se halle dentro de los límites de la excavación o que interfiera con los trabajos especificados, excepto las instalaciones y servicios existentes. Todas y cada una de las instalaciones subterráneas que se encuentren en la excavación, serán cuidadosamente destapadas a mano y debidamente puestas al aire, protegidas y conservadas hasta que se haya terminado la Obra.

El Contratista no cortará o arrancará bajo ninguna circunstancia ningún servicio subterráneo sin autorización de la Supervisión de Obra. Las averías causadas en las líneas de servicio subterráneo serán reparadas por y a costa del Contratista.

Todo exceso de profundidad o anchura en la excavación que vaya más allá de lo requerido por el trabajo, será relleno y compactado con tierras aprobadas por la Supervisión de Obra o tierras

con hormigón en masa y sin ningún coste extra para el propietario, si en opinión de la Supervisión de Obra tal exceso se debe a negligencia o descuido por parte del Contratista. La Supervisión de Obra prescribirá el uso de tierras o de hormigón como material de relleno, pero bajo cimentaciones o soleras de fosos se usará sólo relleno de hormigón.

1.4.2. Excavación en zanjas

Toda la excavación de zanjas se realizará hasta la profundidad indicada en los planos con una tolerancia admisible de 5 cm. Toda excavación por debajo de la tolerancia admisible será restituida por el Contratista con relleno compactado aprobado por la Supervisión de Obra.

La anchura de la excavación no será mayor que la requerida por las condiciones del suelo locales.

Las zanjas para cables eléctricos tendrán la profundidad indicada en planos y en ellas se montarán los cables de Media Tensión, Fibra Óptica y PAT, según proceda.

Cuando en la zanja se monten cables de Media Tensión, fibra óptica y PAT, la profundidad mínima de la misma será de 1.000 mm, salvo que se trate de una zanja que cruza un vial en cuyo caso la profundidad mínima será de 1.250 mm.

El ancho mínimo de zanja para cables eléctricos será de 600 mm.

Las tierras excavadas de las zanjas deberán ser apiladas paralelamente al borde de la excavación, separadas por ésta, como mínimo a un metro, y dispuestas para no afectar a la estabilidad de la zanja.

Los apartados de esta Especificación, relativos a la Excavación para Cimentaciones y Fosos son también aplicables a la excavación de zanjas.

1.5. Estanqueidad de excavaciones

Las excavaciones se conservarán secas y libres de agua durante la realización del trabajo y el Contratista deberá proporcionar, el personal, materiales, bombas, máquinas y mantenimiento necesario para proteger las obras contra toda corriente de agua que se dirija en cualquier momento hacia ellas y contra las filtraciones e inundaciones.

El Contratista empleará las medidas precisas para evitar que cursos de agua en las zanjas o excavaciones deterioren o arrastren el mortero o cualquier trabajo de albañilería, cemento o mezcla de hormigón que aún no haya fraguado.

No se verterán en las excavaciones aguas provenientes de la superficie o del subsuelo, y se evacuarán de manera que no constituyan molestia o provoquen daño.

1.6. Rellenos

Los materiales de rellenos salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y deberán ser aprobados por la Supervisión de Obra, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamos si los procedentes de excavaciones resultan inadecuados.

El relleno en cimentaciones y fosos será extendido en capas de un espesor no superior a 150 mm y cuidadosamente compactadas hasta un $95 \div 98$ % Proctor modificado y de forma tal que se evite estropear o alterar el trabajo realizado. El espesor podrá ser de 300 mm si se utilizan medios mecánicos para la compactación.

Mientras no se indique de otro modo por la Supervisión de Obra, todo el relleno alcanzará hasta los niveles originales del suelo.

Los rellenos de cimentaciones, zanjas y fosos, se efectuarán con materiales que cumplan la siguiente especificación:

- Carecerá de elementos de tamaño superior a 10 cm.
- La fracción que pasa por el tamiz 200 ASTM, será inferior al 35 % en peso.
- Procederán de suelos de CBR mayor de 5 y el hinchamiento durante el ensayo será menor del 2 %.
- La fracción que pasa por el tamiz 40 ASTM, cumplirá LL menor que 35 o, simultáneamente, LL menor que 40, IP mayor que $(0,6 LL - 9)$.

1.6.1. Rellenos con material filtrante

Los materiales filtrantes para zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona, cumplirán lo siguiente:

El tamaño máximo no será, en ningún caso superior a setenta y seis milímetros (76 mm) (Tamiz 3" ASTM); y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 200 ASTM no rebasará el cinco por ciento (5 %).

Siendo Dx el tamaño superior al del x%, en peso, de los materiales filtrantes; y dx el tamaño superior al de x% en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las condiciones siguientes:

- D15/d85 menor que 5
- D15/d15 mayor que 5
- D50/d50 menor que 25
- D60/d10 menor que 20

En el caso de terrenos cohesivos, estas cuatro condiciones se sustituirán por la de D15 menor que 0,1 mm.

El material filtro situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados
D85/Diámetro del orificio, mayor que 1
- Si se utilizan tubos con juntas abiertas
D85/ancho de la junta, mayor que 1,2
- Si se utilizan tubos de hormigón poroso
D15 del árido del tubo/D85, menor que 5
- Si se drena por mechinales
D85/diámetro del mechinal, mayor que 1

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas; una de las cuales, la del material grueso, se colocará junto al sistema de evacuación y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente; y así sucesivamente, hasta llegar al relleno natural.

1.6.2. Relleno de zanjas para cables eléctricos

El tendido de cables se hará de manera general según los siguientes criterios:

- ✓ En el fondo de la zanja se extenderá el conductor de tierra.
- ✓ Sobre el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina, lavada, de unos 100 mm de espesor, y sobre ella se alojarán las ternas de cables de potencia (M.T.) hasta un total de tres y separadas horizontalmente entre sí unos 200 mm.
- ✓ Seguidamente se extenderá otra capa de arena fina de unos 300 mm de espesor, que se compactará convenientemente, y sobre ella se colocará el/los cable/s de fibra óptica.
- ✓ Sobre los cables de fibra óptica se extenderá otra capa de arena fina de unos 150 mm de espesor que se compactará convenientemente y sobre la misma en todo su recorrido,, se colocará una protección mecánica a base de placas de PVC.
- ✓ Seguidamente se extenderá una capa de tierra debidamente compactada de unos 150 mm de espesor, limpia de piedras, ramas y raíces. Encima de la misma, en todo su recorrido se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos de media tensión por debajo de ella.
- ✓ Finalmente, encima de la cinta de señalización se extenderá otra capa de tierra de unos 300 mm de espesor, debidamente compactada, limpia de piedras, ramas y raíces, hasta alcanzar la superficie del terreno.

1.6.3. Control de calidad

El contratista realizará el número y clase de ensayos y en la forma que se describen a continuación, o han sido descritos en otros artículos.

El control y registro de los materiales empleados y de los grados de compactación conseguidos en los trabajos de excavación y relleno, deberán ser determinados de acuerdo con normas NLT-108 y NLT-109 del CEDEX. El Contratista deberá establecer, mantener y operar a pie de obra un laboratorio para el control del movimiento de tierras. El laboratorio de control deberá constar de todo el equipo, material e instrumentos necesarios para llevar a cabo los ensayos descritos en las normas NLT-108 y NLT-109 del CEDEX.

En caso de que el volumen de rellenos sea poco importante, la Supervisión de Obra permitirá al Contratista no disponer en obra de un laboratorio permanente de control, aunque sí debe efectuar los ensayos prescritos.

El Contratista deberá tener a pie de obra un técnico capaz de llevar a cabo los ensayos necesarios y con ello asegurar un control adecuado de trabajo. Además de los ensayos llevados a cabo por el Contratista para controlar su propio trabajo, la Supervisión de Obra podrá realizar tantos ensayos suplementarios como lo especificado en cuanto a la forma de ejecutar los trabajos. El Contratista deberá poner a disposición de la Supervisión de Obra el laboratorio de control, su equipo e instrumentos sin ningún cargo extra para poder llevar a cabo los ensayos adicionales necesarios.

El número mínimo de ensayos a realizar sobre relleno será de:

- Control sobre material en origen:

	Terraplén	Firme
Proctor Normal o Modif.	1 PN/1000 m ³ ó 1 día	1 PM/750 m ³ ó 1 día
Granulométrico	1 Ud/5000 m ³ ó 3 días	1 Ud/750 m ³ ó 1 día
Límites Atterberg	1 Ud/5000 m ³ ó 3 días	1 Ud/1500 m ³ ó 2 días
CBR	1 Ud/10000 m ³ ó 1 semana	1 Ud/4500 m ³ ó 1 semana
Equivalente arena	---	2 Ud/750 m ³ ó 1 día

- Control sobre la compactación (densidad y humedad):

	Terraplén	Firme
Centro	5 Ud/5000 m ³ ó 1 día	5 Ud/3500 m ³ ó 1 día
as de 2 m al borde	1 Ud/100 ml	---

2. ESPECIFICACIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN

2.1. Objeto

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de hormigón, en conformidad con los demás documentos del proyecto.

Esta especificación forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados de la misma que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos, o instrucción al respecto por escrito de la Supervisión de Obra.

2.2. Instrucciones y normas

Con carácter general y en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de las condiciones que a continuación se definen, serán de aplicación a estas obras las últimas revisiones de las siguientes normas, Pliegos e Instrucciones Oficiales y documentos, y en el orden de preferencia que se indica.

- Planos
- Normas UNE
- Normas ASTM

2.3. Descripción de la obra

2.3.1. Documentación

La obra a ejecutar se define por los siguientes documentos:

- Planos
- Especificaciones

2.3.2. Planos

A la recepción de los planos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el Contratista deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del proyecto, y si encuentra algún error o contradicción a la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Supervisión de Obra. En caso de no hacerlo así, el Contratista será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

El Contratista respetará cuidadosamente todas las indicaciones dadas en los planos y/o especificación, cambio, someterá una proposición por escrito a la Supervisión de Obra, quien dará su aprobación o comentario también por escrito.

2.3.3. Interpretación de la documentación técnica

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los documentos del proyecto. Todas las dimensiones se deducirán numéricamente de las cotas de los planos.

Lo mencionado en los planos y omitido en la especificación o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

En caso de existir alguna contradicción entre lo prescrito en la presente especificación y lo señalado en los planos, se dará preferencia a lo establecido en los planos, a menos que la Supervisión de Obra indique lo contrario por escrito.

Es obligación del Contratista la correcta interpretación de los documentos. En caso de duda, omisión, o contradicción en los documentos, el Contratista deberá consultar con la Supervisión de Obra, quien dictaminará al respecto.

2.3.4. Replanteo

La Supervisión de Obra colocará sobre el terreno las bases de replanteo necesarias y suficientes para el replanteo general de la obra, tanto en planimetría, y entregará al Contratista por escrito, antes de comenzar las obras, la información necesaria para efectuar dicho replanteo.

El Contratista será responsable de la vigilancia y conservación de todas las bases de replanteo durante el plazo de ejecución de la obra, siendo responsable de los errores que puedan derivarse de una conservación inadecuada de las mismas.

Asimismo, el Contratista efectuará a su costa cuantos replanteos de detalle necesite, para situar en posición y elevación todas las unidades de obra a ejecutar, siendo de su exclusiva responsabilidad las consecuencias que pudieran derivarse de una ejecución errónea de dichos replanteos.

La Supervisión de Obra podrá en cualquier momento efectuar comprobaciones de los replanteos efectuados por el Contratista, para lo cual éste deberá facilitar a su costa los medios humanos y materiales necesarios para su realización.

2.3.5. Seguridad y Salud

El Contratista será responsable del cuidado y conservación de la obra hasta la recepción de la misma por parte del Propietario.

Serán de su responsabilidad también las protecciones y señalización de las obras y sus accesos, de acuerdo con el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

2.3.6. Control de calidad

La Supervisión de Obra solicitará las pruebas y ensayos que estime oportunos de acuerdo con los artículos correspondientes de especificación, documentos y normas reseñados. Unas y otros serán a cargo del Contratista, en tanto que su número y tipo estén dentro de lo previsto en estas especificaciones u otro documento del Proyecto.

Las pruebas de carga serán a cargo del Contratista cuando estén previstas en los documentos del proyecto y en aquellos casos en que los resultados negativos de los ensayos aconsejen, a juicio de la Supervisión de Obra, la realización de pruebas de carga previas a la aceptación de una unidad de obra.

2.4. Características de los materiales

2.4.1. Procedencia y recepción de los materiales

Previamente a la utilización de los materiales que se indican más adelante el Contratista comunicará a la Supervisión de Obra la procedencia de los mismos, sus datos de identificación y los valores en origen, si se conocen, de las características que más tarde serán objeto de control según se define para cada caso.

Los materiales a que se refiere este apartado serán como mínimo, los siguientes:

- Aceros para armaduras
- Cemento
- Agua
- Áridos
- Aditivos
- Aceros para embebidos y pernos de anclaje
- Materiales para juntas de estanqueidad

El Contratista llevará asimismo un control de recepción en obra que permita una primera comprobación de la idoneidad de los mismos y la posterior identificación de la posición de cada partida en almacenamiento o en la obra, una vez colocada.

La Supervisión de Obra podrá rechazar los materiales que provengan de lugares o firmas comerciales cuyos productos no ofrezcan las suficientes garantías.

Si se acuerda un material por marca, nombre o patente, no se admitirá ningún otro similar sin previa autorización escrita de la Supervisión de Obra.

Todos los materiales que se vayan a emplear en la obra se someterán a un control de calidad, de acuerdo con esta Especificación.

2.4.2. Almacenamiento de materiales

El Contratista mantendrá perfectamente protegidos contra cualquier deterioro todos los materiales que sean necesarios para la realización de los trabajos. Cualquier material que sufra alteraciones por incumplimiento fuera de la obra en un plazo mínimo.

Las armaduras se almacenarán de forma que estén protegidas contra aceites, grasas, polvo, etc. y de forma que exista un drenaje perfecto. Las armaduras de distintos tipos y diámetros se almacenarán en montones separados.

El cemento se suministrará y almacenará de acuerdo con el artículo 26º de la EHE.

Los áridos se almacenarán sobre áreas limpias, en pilas clasificadas por tamaños y de forma que se evite en lo posible la segregación. Deberán protegerse de una posible contaminación por el ambiente, por el terreno, y por otros materiales.

El árido grueso se distribuirá uniformemente para evitar la segregación.

El árido fino se almacenará de forma que permita un drenaje inferior, la capa inferior de los áridos finos no se utilizará para construcción.

2.4.3. Materiales para encofrados y cimbras

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o de otro material rígido, que reúna análogas condiciones de eficacia para el uso a que se destina.

En cualquier caso los materiales que se vayan a emplear tendrán las superficies destinadas a estar en contacto con el hormigón lo suficientemente uniformes y lisas para lograr unos parámetros que presenten, en cada caso, el aspecto requerido.

Además, los materiales a emplear para encofrados no deberán contener sustancias agresivas para la masa de hormigón.

Para cimbras y apeos podrán emplearse los mismos tipos de materiales indicados para los encofrados con la condición de que posean una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin deformaciones perjudiciales, las acciones que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado.

2.4.4. Armaduras

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en el artículo 32º de la EHE.

Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán de la calidad indicada en los planos.

2.4.5. Elementos embebidos y pernos de anclaje

El material para los pernos de anclaje será acero S275JR salvo indicación en contra en los planos de proyecto. El material para tuercas y arandelas S235JR según CTE Documento Básico SE-A Seguridad Estructural Acero.

Cuando los pernos sean suministro del fabricante de equipo o del Contratista de estructura metálica la calidad vendrá fijada en sus planos y será exclusivamente de su competencia y responsabilidad.

El material para placas, perfiles laminados, redondos, etc., a colocar como elementos embebidos, será acero S275JR según CTE Documento Básico SE-A Seguridad Estructural Acero, a menos que se indique otra cosa en los planos del proyecto.

El suministro de los elementos metálicos de anclaje y elementos embebidos será realizado por el Contratista de Obra Civil, a menos que se indique lo contrario en los planos del proyecto o así lo determine la Supervisión de Obra.

Todos los elementos embebidos, con la excepción de los que vayan roscados se entregarán revestidos con una mano de pintura antioxidante en las zonas que no vayan a tener contacto con el hormigón o mortero de relleno.

Los pernos de anclaje deberán ser protegidos por el Contratista contra oxidaciones y daños en las roscas, durante su almacenamiento y manipulación.

2.4.6. Cemento

Cumplirá también con todo lo exigido en el artículo 26º de la EHE.

El cemento aluminoso podrá utilizarse únicamente con autorización escrita de la Supervisión de Obra.

Previamente a su uso el Contratista presentará un certificado de pruebas, con la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por el Pliego.

2.4.7. Agua

Podrá emplearse tanto para el amasado como para el curado del hormigón cualquier tipo de agua que cumpla lo especificado en el artículo 27º de la EHE.

2.4.8. Áridos

Cumplirán lo prescrito en el artículo 28º de la EHE.

En ningún caso se usará árido procedente de playa de mar, ni los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, ni los que contengan nódulos de pirita, de yeso, o compuestos.

2.4.9. Aditivos

Se definen como aditivos aquellos productos, excepto cemento, áridos y agua, que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus características.

Cumplirán las prescripciones del artículo 29º de EHE.

Los aditivos sólo podrán emplearse con la aprobación escrita y previa por parte de la Supervisión de Obra. Para ello el Contratista propondrá el tipo de producto y la dosificación a emplear a la Supervisión de Obra, que lo aprobará o rechazará, previo ensayo si lo considera oportuno.

No obstante, se establecen las siguientes limitaciones. Si se emplea cloruro cálcico como acelerador de fraguado su dosificación será igual o menor al 2% en peso del cemento, pudiendo llegar al 3,5% si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, y solamente para hormigones en masa.

2.4.10. Morteros

Se utilizarán únicamente morteros de cemento.

Las características del árido fino del cemento y del agua serán las indicadas en los artículos correspondientes de esta especificación.

Eventualmente, el mortero podrá tener algún aditivo a fin de mejorar sus propiedades, previa aprobación por escrito de la Supervisión de Obra.

El mortero tendrá como mínimo la misma resistencia que el hormigón en contacto con él.

El uso de morteros especiales para rellenos bajo placas de anclaje, cajetines y manguitos, en determinadas estructuras y equipos, cuando sea necesario se definirá en los planos del proyecto.

2.4.11. Materiales para juntas de estanqueidad

Los materiales a emplear podrán ser bandas de caucho natural, caucho sintético, cloruro de polivinilo, neopreno, u otro material definido en los planos. Si existieren materiales cuya definición fuese a cargo del Contratista, éste los propondrá a la Supervisión de Obra para su aprobación.

Deberán reunir las siguientes características:

- Resistencia a tracción mayor o igual que 125 Kp/cm².
- Alargamiento en rotura mayor o igual que 300%.
- Impermeabilidad: 100% a la presión de trabajo.
- El material deberá ser compatible con los líquidos con los que podrá estar en contacto.

2.5. Condiciones de ejecución

2.5.1. Ejecución y colocación de encofrados y cimbras

El proyecto y dimensionamiento de todos los encofrados y cimbras, así como su construcción, será responsabilidad del Contratista.

Para su ejecución y colocación se atenderá a las prescripciones en el artículo 65º de la EHE.

Tendrán una resistencia y rigidez suficientes para mantener la posición y la forma de tal manera que no se produzcan deformaciones superiores a 5 mm en zonas locales, ni superiores a la milésima de la luz para las de conjunto.

En las aristas de los encofrados de los bornes y esquinas del hormigón que van a quedar expuestos, se colocarán berenjenos para obtener un chaflán de 25 mm a 45mm.

El descimbrado y desencofrado se realizará de acuerdo con los artículos 73º y 74º de la EHE.

Antes de proceder al descimbrado y desencofrado de los elementos resistentes principales, el Contratista solicitará el permiso correspondiente de la Supervisión de Obra.

2.5.2. Preparación y colocación de armaduras

Se efectuarán de acuerdo con los artículos 69º de la EHE.

Las armaduras se cortarán y doblarán ajustándose a las dimensiones e indicaciones dadas en los planos del Proyecto.

Las distancias entre las armaduras y los encofrados se mantendrán mediante separadores. El tipo de separador a utilizar deberá ser aprobado previamente por la Supervisión de Obra.

Cuando sea necesario colocar solapes no previstos en los planos su disposición deberá ser aprobada previamente por la Supervisión de Obra.

2.5.3. Elementos embebidos y pernos de anclaje

Tanto los pernos de anclaje como el resto de los elementos embebidos se colocarán en la posición exacta indicada en los planos del proyecto, siendo el Contratista el único responsable del cumplimiento de esta prescripción.

Todos los pernos de anclaje se situarán con plantilla y se cuidará especialmente su posición planimétrica y altimétrica, así como la verticalidad, proyección y fijación durante la colocación y fraguado del hormigón.

La posición de los elementos de anclaje deberá ser controlada por el Contratista y a su costa, inmediatamente antes y después del hormigonado, para asegurarse de que su posición es la correcta en ambos casos.

La corrección de cualquier error de la posición número o tipo de los elementos de anclaje, o daños sufridos, se hará a expensas del Contratista.

Inmediatamente después de la colocación en obra, la parte roscada vista de los pernos deberá ser cubierta con grasa y bolsas de plástico, atadas con hilo de acero, para evitar oxidaciones, manteniéndose estas protecciones hasta la colocación del equipo o estructura que vaya a ser anclado en ellos.

El Contratista colocará, como si fueran suministradas por el mismo, todas las piezas que deban quedar embebidas en el hormigón como tuberías, etc., y cuyo suministro sea realizado por otros, según los planos del proyecto.

2.5.4. Dosificación del hormigón

Se efectuará de acuerdo con las prescripciones del artículo 71º de la EHE, con las modificaciones incluidas en la presente Especificación.

El estudio de la dosificación se hará siempre con ensayos previos, de acuerdo con los artículos 83º a 91º de la EHE.

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse antes de que la Supervisión de Obra haya aprobado la fórmula de trabajo propuesta por el Contratista. Dicha fórmula señalará exactamente:

- La granulometría de los áridos combinados
- Las dosificaciones de cemento, agua y eventualmente aditivos por m3 de hormigón fresco.

La fórmula de trabajo para un mismo hormigón habrá de ser reconsiderada si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo de cemento.
- El tipo, absorción o tamaño del árido grueso.
- El módulo granulométrico del árido fino en más de dos décimas.
- La naturaleza o proporción de aditivos.
- El método de puesta en obra.

2.6. Control de calidad

El control de los hormigones se efectuará de acuerdo con las prescripciones de los capítulos 16 y 17 de la EHE, y con esta especificación.

Los niveles de control para el hormigón, y el acero serán los indicados en los planos del proyecto, tal como establece el capítulo 2 de la EHE.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, presentará a la Supervisión de Obra un procedimiento de ensayos y control de obra. Para los ensayos no periódicos avisará a la Supervisión de Obra con la suficiente antelación para que pueda asistir y comprobar los resultados.

En todo caso los resultados de los ensayos realizados por el Contratista deberán ser enviados a la Supervisión de Obra.

Por otra parte, el Contratista facilitará a la Supervisión de Obra el acceso al Laboratorio de Obra y a aquellos que realicen ensayos para la misma obra. Asimismo, le facilitará también el acceso a la documentación no económica de la obra, a los distintos tajos o lugares de trabajos, y a los talleres o instalaciones de terceros donde se realicen trabajos con destino a la misma.

III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

Pliego de Condiciones

Índice

I. ESPECIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DE GENERACIÓN	4
1. Conductores	4
1.1. Circuitos de control.....	5
1.2. Circuitos de potencia Media Tensión	5
1.3. Media Tensión	6
2. Centros de transformación	7
2.1. Transformadores	7
2.2. Celdas de media tensión	8
2.2.1. Embarrado General Celdas	8
2.2.2. Conexión con cables	8
3. Sistema de control	10
3.1. SISTEMA DE REGULACIÓN.....	10
3.2. SISTEMA DE SUPERVISIÓN	10
II. ESPECIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS 30 KV EN EDIFICIO DE CONTROL Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	11
1. Conductores	11
1.1. Circuitos de potencia 0,6/1 kV	11
1.2. Circuitos de potencia 30 kV.....	11
1.3. Baja Tensión	12
1.4. Media Tensión	13
1.5. Transformador de servicios auxiliares	13
2. Aparellaje en 30 kV.....	14
Cabinas 30 kV.....	14
Cabina de acometida.....	14
Cabina de medida.....	15
Cabina de servicios auxiliares.....	15
Medida de tensión en barras	15
Cabina de Protección de línea.....	15
Interruptores	16
Seccionadores de p.a.t.	16
Transformadores de intensidad.....	16
Transformadores de tensión	17
Aparellaje B.T. y Equipos Auxiliares.....	18
Armarios distribución y protección de baja tensión.....	18

Interruptores automáticos	18
Interruptores-fusibles	18
Protecciones	18
Medida	19
Telemando y teleseñal	19
Sistema de alimentación de Corriente Continua	20
Aparatos de medida analógica	20

I. ESPECIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA DE GENERACIÓN

1. Conductores

Se refiere el presente capítulo a las características y condiciones de instalación de los conductores de los siguientes circuitos:

- Señalización y maniobra aerogeneradores-puesto central de control.
- Potencia generación – Armario de Control
- Armario de control- Transformadores (lado BT-400 V)
- Potencia Transformadores - Interconexión (lado MT-30 kV).
- Interconexión de 30 kV distribución secundaria.
- Red de tierra para las diferentes instalaciones y aerogeneradores.

La señalización y maniobra del parque eólico desde el puesto central de control, situado en el edificio de control, se conducirá mediante cables de fibra óptica de ocho fibras, tipo multimodo (50/125 μm), o tipo monomodo (10/125 μm).

Será el adecuado para los equipos de control a instalar tanto en los aerogeneradores como en el edificio de control e irá enterrado directo en las mismas canalizaciones que los conductores de fuerza y estará protegido contra la acción de roedores.

Todos los conductores deberán llevar grabada de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante y estarán identificados en los extremos mediante codificación numérica de borna y equipo receptor, reflejándose en los planos de cableado.

Los conductores de media tensión que conectarán la cabina de protección del transformador con el propio transformador serán unipolares, de cobre, apantallados sin armadura.

El aislamiento será polietileno (VPE) para un nivel de 18/30 kV y recubrimiento de PVC.

Para la interconexión en 30 kV entre aerogeneradores y entre estos y la subestación, se emplearán cables de 3x (1x400) y 3x(1x240) mm^2 de 18/30 kV, aislados con polietileno reticulado, con pantalla de cobre y con cubierta exterior de poliolefina, de color rojo para identificación en caso de proximidad con otros conductores.

En paralelo con los cables de MT se tenderá una línea de puesta a tierra de conductor de cobre desnudo de sección adecuada. La pantalla de los conductores se conectará a tierra en ambos extremos.

Los cables deberán llevar grabada, de forma indeleble cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas UNE 21.123 y R.U. 3.305.

Para la ejecución de empalmes, exclusivamente para las líneas de interconexión entre aerogeneradores y subestación superiores a 1100 m se utilizará un empalme retráctil en frío.

Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento será reconstruido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstrucción de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales retráctiles en frío.

El conductor de tierra será de cobre desnudo, de la sección adecuada para la intensidad de cortocircuito a tierra y para la protección del personal y equipos contra potenciales peligrosos.

Este conductor unirá todo el parque eólico con la malla de tierras de la subestación, así como todos los cuadros eléctricos, estructuras y demás elementos susceptibles de ser conectados a la malla de tierra.

Las características básicas de los conductores a emplear, que responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados, son las siguientes:

1.1. Circuitos de control

- Cable multimodo
 - Tipo de fibra Multimodo 50/125 μm
 - Construcción Ajustada
 - Número de fibras 8
 - Cubierta interna Polietileno
 - Armadura Acero corrugado
 - Cubierta externa Polietileno
- Cable monomodo
 - Tipo de fibra Monomodo 10/125 μm
 - Construcción Ajustada
 - Número de fibras 8
 - Cubierta interna Polietileno
 - Armadura Acero corrugado
 - Cubierta externa Polietileno

1.2. Circuitos de potencia Media Tensión

Las características básicas que definen los conductores a emplear en las redes de 30 kV son las siguientes:

- De transformador a celdas 30 kV:
 - Denominación N2XSY
 - Tipo de conductor Tripolar-Campo Radial
 - Nivel de aislamiento 18/30 kV
 - Secciones 3x400 mm²
 - Material conductor Cobre
 - Material de aislamiento VPE
 - Pantalla Malla de Cu.
 - Cubierta Poliolefina
 - Normas UNE 21123 IEC502
 - Cubierta de armadura Polietileno
- Interconexión 30 kV:
 - Denominación RHZ1-OL
 - Tipo de conductor Unipolar-Campo Radial
 - Nivel de aislamiento 18/30 kV
 - Sección 3x(1x400) y 3x(1x240) mm².
 - Material conductor Aluminio
 - Material de aislamiento XLPE
 - Pantalla Malla de Cu.
 - Cubierta Poliolefina
 - Normas UNE 21123 IEC502
 - Cubierta de armadura Polietileno

Las pruebas y ensayos a los que deberán ser sometidos los conductores a instalar en M.T. del parque, serán al menos las siguientes:

1.3. Media Tensión

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

- a) Prueba de tensión a frecuencia industrial
- b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores
- c) Ensayo de descargas parciales
- d) Verificación de las características geométricas
- e) Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente

El contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

- a) Medida de resistencia de aislamiento (en bobina)
- b) Medida de resistencia de aislamiento (montado)
- c) Prueba de continuidad
- d) Ensayo de rigidez dieléctrica

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con a NORMA UNE 21-123.

2. Centros de transformación

Hace referencia el presente capítulo a los transformadores y cabinas de protección que se instalarán en el interior de cada aerogenerador.

La potencia de transformación será de 7000 kVA, con una relación de transformación $30\pm2,5\pm5\%/0$, kV.

2.1. Transformadores

En cada aerogenerador se instalará un transformador trifásico, , sumergido en aceite, servicio continuo. Estarán contruidos y ensayados según normas UNE 20110, UNE-EN 60076-1, IEC 726, CEI 76-1 a 76-5 e IEC 762(1982).

Dispondrá de conmutador de tomas en vacío, de cáncamos de elevación y desencubado, placa de características, orificio de llenado y dispositivo de vaciado, ruedas orientables, tomas de tierra y dispositivo de protección de nivel, temperatura y presión de aceite con caja de centralización de conexiones IP-55.

Sus características principales serán:

• Potencia	7000 kVA
• Normas	UNE / IEC
• Frecuencia	50 Hz
• Relación de transformación	$30\pm2,5\pm5\%/ 0,72$ kV
• Tensión del secundario en vacío	700 V
• Tensión de ensayo aplicada, 50 Hz,	70 kV (valor eficaz)
• Tensión de ensayo	1,2/50 μ s 125 kV (valor pico) 170 kV
• Calentamiento Aceite/Devanado	70 K -110 °C / 55 K – 95 °C
• Clase de aislamiento	A
• Grupo de conexión	Dyn 11
• Refrigeración	ONAN
• Protección	Termómetro, Nivel y Presión aceite.
• Bornes	Pasatapas de tipo abierto en alta tensión
• Material de seguridad	Placa de primeros auxilios
• Señalización de alto voltaje	

Ambos dispondrán de una placa de identificación, donde se indique el nombre del fabricante, tipo de transformador, número de serie, potencia y frecuencias nominales, tensiones y peso.

Estos transformadores serán sometidos como mínimo a los siguientes ensayos, de acuerdo con las normas UNE 20101 y 20178 (1986) y CEI 76-1 a 76-5 y 726 (1982).

- Medición de la resistencia de los arrollamientos.
- Determinación de la relación de transformación y control de grupo de conexión.
- Determinación tensión cortocircuito.
- Determinación pérdidas en carga.
- Determinación pérdidas y corriente en vacío.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Ensayo de onda de choque.
- Medida de nivel de ruido.
- Verificación de sistemas de protección.

2.2. Celdas de media tensión

La sección de celdas de protección y maniobra que se ubicarán en el interior de cada aerogenerador y estarán compuestas por un módulo de 2 ó 3 unidades con las siguientes funciones:

- Celda llegada de línea (utilizada como remonte)
- Celda salida de línea (interruptor seccionador en carga+seccionador de p.a.t.
- Celda de protección (interruptor seccionador en vacío, interruptor automático y autoválvulas).

Se utilizarán celdas prefabricadas y compactas, que se ajustarán a las normas UNE-EN 60298, CEI 298 y la recomendación UNESA 6407. Estarán diseñadas para su utilización en instalaciones interiores (IP2 CX según norma CEI 529).

Estarán construidas a base de chapa de acero de alta calidad, plegada, formando un conjunto mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación y por posibles esfuerzos electrodinámicos.

Las celdas que formen una sección de maniobra y protección deberán estar separadas eléctrica y mecánicamente, a fin de asegurar su independencia y evitar la propagación de efectos fuera de las celdas. Las puertas de acceso permitirán la manipulación, montaje y desmontaje del aparellaje. Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos explosivos de un cortocircuito en el interior de la celda.

La observación del estado de conexión del aparellaje podrá hacerse de forma directa, a través de una mirilla protegida por una placa con el adecuado grado de protección frente al impacto.

Con el fin de impedir maniobras prohibidas, las celdas dispondrán, entre otros sistemas de seguridad, de los correspondientes enclavamientos mecánicos.

Se establecerá un circuito de puesta a tierra anclado en la estructura de las celdas conectándose a este sistema los herrajes y las partes móviles por medio de trenzas flexibles de cobre.

2.2.1. Embarrado General Celdas

El embarrado incluido está dimensionado para soportar además de la intensidad nominal, las intensidades térmicas y dinámica asignada.

Características del embarrado:

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| • Tensión nominal | 36 kV |
| • Tensión de prueba (50 Hz) | 70 kV |
| • Tensión de prueba (impulso) | 170 kV |
| • Intensidad nominal | 400 A |
| • Límite térmico 1 seg. | 16 kA eff |
| • Límite electrodinámico | 40 kA cresta. |

2.2.2. Conexión con cables

Las acometidas de media tensión y las salidas a transformador o celda se realizan con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes deben ejecutarse con terminales enchufables de conexión reforzada (atornillables) y apantallados.

Los terminales enchufables de conexión reforzada se requieren cuando la intensidad de cortocircuito es de 16 kA o superior.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LAS CELDAS

Celda de Protección de Transformador

Estará dotada de los siguientes elementos:

- Interruptor seccionador tripolar de corte en vacío, de 630 A, con posiciones de conexión, seccionamiento y puesta a tierra.
- Interruptor automático tripolar de corte en SF₆, de 630A.
- Juego de barras tripolar
- Pulsadores de apertura y cierre con indicador de posición del interruptor automático.
- Bobina de apertura y cierre del interruptor.
- Enclavamiento mediante candado con puerta transformador.
- Dispositivo con bloque de tres lámparas de presencia de tensión.
- Barra de tierras.
- Rele de protección de 3 Fases + N (50-51/50N-51N).
- Disparadores de sobretensiones de óxido de metal sin explosores (uno por fase).
- Salida de cables por pasatapas a bornes enchufables para cable seco unipolar.

Celda de Línea con Interruptor – Seccionador

Estará dotada de los siguientes elementos:

- Interruptor seccionador tripolar de corte en SF₆, de 630 A con posiciones de conexión, seccionamiento y puesta a tierra.
- Juego de barras tripolar.
- Mando manual.
- Dispositivo con bloque de tres lámparas de presencia de tensión.
- Salida de cables por pasatapas a bornes enchufables para cable seco unipolar de sección hasta 400 mm².

Celdas de Remonte de Línea

Dispondremos de dos tipos de celdas de remonte de línea que estarán dotadas de los siguientes elementos:

- Juego de barras tripolar de 630 A.
- Enclavamiento mediante candado
- Dispositivo con bloque de tres lámparas de presencia de tensión
- Salida de cables por pasatapas a bornes enchufables para cable seco unipolar de sección hasta 400 mm².

Las celdas deberán someterse como mínimo a los siguientes ensayos:

- Operación mecánica sin tensión en el circuito principal.
- Operación mecánica de los elementos móviles y enclavamientos.
- Pruebas de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado conforme a los esquemas eléctricos.
- Ensayo a frecuencia industrial del circuito principal, UNE-EN 60298.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque.
- Verificación del grado de protección.

3. Sistema de control

El sistema de control VESTAS está compuesto por algoritmos de regulación y de supervisión. Las funciones del aerogenerador están controladas por un sistema basado en un microprocesador PLC que funciona en tiempo real.

3.1. Sistema de regulación

El sistema de regulación se encarga de seleccionar los valores adecuados de velocidad de giro del aerogenerador, del ángulo de paso de las palas, y de las consignas de potencia, modificándolos 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 del sistema de regulación de los aerogeneradores de la plataforma VESTAS EnVentus – 5 MW – 50 Hz son:

- Maximización de la producción de energía y de la disponibilidad.
- Limitación de las cargas mecánicas.
- Reducción del ruido aerodinámico.
- Alta calidad de energía.

Regulación del cambio de paso de las palas

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 el de control optimizan la producción de energía seleccionando la combinación óptima de revoluciones y ángulo de paso.

Control de cambio de paso independiente

A partir de velocidades medias de viento, el control de cambio de paso independiente, IPC, reduce las cargas soportadas por las palas y las transmitidas por éstas al aerogenerador mediante ligeras variaciones de cambio de paso, según la posición de giro de la pala en cada vuelta.

Regulación de potencia

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

3.2. 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, caudales 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.

II. ESPECIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS 30 KV EN EDIFICIO DE CONTROL Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO

1. Conductores

Se refiere el presente capítulo a las características y condiciones de instalación de los conductores de los siguientes circuitos:

- Señalización y control de Sistemas Eléctricos - puesto central de control.
- Potencia servicios auxiliares – Transformador de SS.AA. de 50 kVA
- Conexión interior 30 kV transformador de SS.AA. - Distribución primaria.
- Interconexión 30 kV distribución primaria
- Red de tierra para las diferentes instalaciones.

Los conductores de baja tensión serán unipolares, de sección adecuada a la intensidad a transportar y la sección mínima del conductor de tierra será fijada por la ITC BT.

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) para un nivel de 0,6/1 kV y recubrimiento de PVC color negro. Deberán llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante. Todos los conductores estarán identificados en los extremos mediante codificación numérica de borna y equipo receptor, reflejándose en planos de cableado.

Los conductores de Media Tensión enterrados serán unipolares apantallados sin armadura, de sección adecuada a la intensidad máxima de transporte. El material de aislamiento será polietileno reticulado (XLPE) para un nivel de aislamiento de 18/30 kV. La pantalla del conductor se conectará a tierra en ambos extremos. La cubierta exterior de los conductores será de poliolefina.

Deberán llevar grabada, de forma indeleble, cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas UNE 21.123 y R.U. 3.305.

Los conductores serán de cobre para B.T. y de Aluminio para M.T., según se indica en los esquemas unifilares que se adjuntan.

Las características básicas de los conductores a emplear, que responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados, son las siguientes:

1.1. Circuitos de potencia 0,7/1 kV

- | | |
|---------------------------|-------------|
| • Denominación | RV |
| • Tipo de conducto | Unipolar |
| • Nivel de aislamiento | 0,7/1 kV |
| • Sección | varias |
| • Material de aislamiento | XLPE |
| • Cubierta | PVC (negro) |

1.2. Circuitos de potencia 30 kV

Las características básicas que definen los conductores a emplear en las redes de 30 kV son las siguientes:

- Acometida a cabinas de 30 kV
- Salidas a circuitos del parque

- Denominación RHZ1-OL
- Tipo de conductor Unipolar-Campo Radial
- Nivel de aislamiento 18/30 kV
- Sección 3x(1x400) y 3x(1x240) mm²
- Material de aislamiento XLPE
- Pantalla Malla de Cu.
- Cubierta Poliolefina
- Normas UNE 21123 IEC502
- Cubierta de armadura Polietileno

- Acometida a transformador de SS.AA.

- Denominación RHZ1-OL
- Tipo de conductor Unipolar-Campo Radial
- Nivel de aislamiento 18/30 kV
- Sección 3x(1x95) mm²
- Material de aislamiento XLPE
- Pantalla Malla de Cu.
- Cubierta Poliolefina
- Normas UNE 21123 IEC502
- Cubierta de armadura Polietileno

1.3. Baja Tensión

El fabricante facilitará un acta de pruebas por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

- a) Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- c) Medida de la resistencia de aislamiento.
- d) Medida de espesores de aislamiento y cubiertas.

El contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos:

- a) Medida de resistencia de aislamiento (en bobina)
- b) Medida de resistencia de aislamiento (montado)
- c) Prueba de continuidad

1.4. Media Tensión

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

- a) Prueba de tensión a frecuencia industrial
- b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores
- c) Ensayo de descargas parciales
- d) Verificación de las características geométricas
- e) Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente

El contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

- a) Medida de resistencia de aislamiento (en bobina)
- b) Medida de resistencia de aislamiento (montado)
- c) Prueba de continuidad
- b) Ensayo de rigidez dieléctrica

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con la NORMA UNE 21-123.

1.5. Transformador de servicios auxiliares

El transformador de servicios auxiliares será para instalación interior y de 50 kVA de potencia aparente, para una tensión de 36 kV , tipo seco servicio continuo y pérdidas reducidas..

Se instalará en el interior de una envolvente metálica.

Dispondrá de placa de identificación, donde se indique el nombre del constructor, tipo del transformador, número de serie, potencia y frecuencias nominales, tensiones y peso.

Sus características más importantes serán las siguientes:

• Normas	UNE
• Servicio	Interior
• Potencia	50 kVA
• Refrigeración	AN
• Frecuencia	50 Hz
• Aislamiento	36000 V
• Tensión nominal primario	30000 V
• Tensión nominal secundario	400/230 V
• Grupo de conexión	Dyn11
• Regulación en vacío	$\pm 2,5\%$ y $\pm 5\%$
• Refrigerante	Aire
• Máx. var. T° devan. doble ta=40°C	65°C
• Tensión de cortocircuito	4%

Dispondrá de cáncamos de elevación , placa de características, , ruedas orientables, tomas de tierra y dispositivo de protección de sobrepresión y sobretemperatura tipo T-154 instalado sobre la propia envolvente..

Será sometido como mínimo a los siguientes ensayos, de acuerdo con la norma UNE 20101 (CEI 76), UNE 20138 y UNESA 5201 D, sobre ensayos de transformadores:

- Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial
- Ensayo de tensión inducida a frecuencia elevada
- Ensayo de onda de choque
- Determinación tensión cortocircuito
- Determinación pérdidas con carga
- Determinación pérdidas y corriente de vacío
- Medición de la resistencia de los arrollamientos
- Determinación de la relación de transformación y grupo de conexión

2. Aparellaje en 30 kV

Todo el aparellaje de 30 kV será de tipo interior alojado en el interior del edificio de control del parque. La distribución y protección en 30 kV estará compuesta básicamente por las siguientes unidades:

- Acometida
- Medida
- Unidades de protección de línea
- Servicios auxiliares

Cabinas 30 kV

Las cabinas de protección dispondrán de un elemento de corte automático en vacío, y serán de tipo aislamiento integro en SF₆, a excepción de la cabina de medida que será de aislamiento al aire.

Cada cabina se conectará mediante cables subterráneos unipolares de aislamiento seco 18/30 kV con terminales enchufables aislados.

A la cabina de acometida llegarán los cables de evacuación de la energía generada en el parque, desde la subestación de Peraleda.

A las cabinas de línea acometerán líneas RHZ1-OI de 3x(400) y 3x(1x240) mm².

Por último, a la cabina de protección del transformador de servicios auxiliares llegarán los cables RHZ1-OI de 3(1x95) mm²

La instalación de las protecciones, medida, telemando, etc., en el compartimento de control de cada cabina, suprime el cuadro de protecciones clásico.

El módulo de distribución primaria estará compuesto esencialmente por cabinas blindadas de aislamiento integro en SF₆, cuyas características básicas son:

- ✓ Tipo interior
- ✓ Aislamiento integro en SF₆
- ✓ Interruptor fijo de corte en vacío con enclavamientos mecánicos.
- ✓ Barra simple
- ✓ Compartimento de control para relés, reenganches, medida, telemando, etc.

A excepción de la cabina de medida que será de aislamiento al aire, cuyas características básicas son:

- ✓ Tipo interior
- ✓ Aislamiento aire
- ✓ Transformadores de intensidad para medida de facturación.
- ✓ Transformadores de tensión para medida de facturación.

Cabina de acometida

Estará dotada de los siguientes elementos:

- 1 Interruptor automático trifásico de corte SF₆, tensión 36 kV, 1250 A asignados y 25 kA de poder de corte, con mando motorizado, relé antibombeo, contador de maniobras, bobinas de cierre, de disparo y mínima tensión.
- 1 Seccionador trifásico en vacío de tres posiciones, abierto/cerrado/puesta a tierra, accionamiento manual, cierre brusco, V_n=36 kV, poder de cierre 62,5 kA cresta.
- 3 Transformadores de intensidad, aislamiento seco, tensión asignada 36 kV, relación de transformación 1300/5 A, intensidad térmica 25 kA.
- 3 Aisladores testigo tipo resistivo y juego de 3 pilotos luminosos para indicación y comprobación de presencia de tensión en cada fase.

- 1 Juego de cerraduras de enclavamiento.
- s/n Embarrado general preparado para conducir 1000 A asignados y capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a una intensidad térmica de cortocircuito de 25 kA durante 1 segundo.
- s/n Pletina de cobre electrolítico de 40 x 5 mm para puesta a tierra de la instalación.
- s/n Cable de cobre de al menos 50 mm² para puesta a tierra del aparellaje
- s/n Elementos de alumbrado y varios.
- 1 Relé de protección tipo 8IVD-DIN de ZIV o similar con protección 3x50/51
- s/n Interruptores magnetotérmicos y relés auxiliares.

Cabina de medida

Estará dotada de los siguientes elementos:

- 3 Transformadores de intensidad, aislamiento seco, tensión asignada 36 kV, relación de transformación 1300/5 A, intensidad térmica 25 kA.
- 3 Transformadores de tensión, aislamiento seco, tensión asignada 36 kV, relación de transformación 30.000:V3/110:V3, factor de tensión 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un 8 h, modelo antiexplosivo.

Cabina de servicios auxiliares

Estará dotada de los siguientes elementos:

- 1 Interruptor seccionador trifásico en carga de 36 kV, 200 A, mando manual, disparo automático por fusibles ó bobina, tipo NALF de ABB o similar.
- 3 Bases portafusibles y cartuchos A:P:R. De 36 kV y 10 A según DIN 43625 y IEC 420.
- 2 Seccionador trifásico de puesta a tierra, accionamiento manual, cierre brusco, Vn=36 kV, poder de cierre 62,5 kA cresta
- 3 Aisladores testigo tipo resistivo y juego de 3 pilotos luminosos para indicación y comprobación de presencia de tensión en cada fase.
- s/n Embarrado general preparado para conducir 1000 A asignados y capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a una intensidad térmica de cortocircuito de 25 kA durante 1 segundo.
- s/n Pletina de cobre electrolítico de 40 x 5 mm para puesta a tierra de la instalación.
- s/n Cable de cobre de al menos 50 mm² para puesta a tierra del aparellaje
- s/n Elementos de alumbrado y varios.
- s/n Interruptores magnetotérmicos y relés auxiliares.

Medida de tensión en barras

Todos los componentes indicados a continuación, irán conectados al embarrado general sin necesidad de colocar una celda independiente.

- 3 Transformadores de tensión, aislamiento seco, tensión asignada 36 kV, relación de transformación 30.000:V3/110:V3-110:V3-110:3V, factor de tensión 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un 8 h, modelo antiexplosivo, montaje sobre carretón extraíble.

Cabina de Protección de línea

Estarán dotadas de los siguientes elementos:

- 1 Interruptor automático trifásico de corte en vacío, tensión 36 kV, 630 A asignados y 25 kA de poder de corte, con mando motorizado, relé antibombeo, contador de maniobras, bobinas de cierre, de disparo y mínima tensión.
- 3 Seccionador trifásico en vacío de tres posiciones, abierto/cerrado/puesta a tierra, accionamiento manual, cierre brusco, Vn=36 kV, poder de cierre 62,5 kA cresta.
- 3 Transformadores de intensidad toroidales, aislamiento seco, tensión asignada 36 kV, relación de transformación 300/5 A (circuito 1), 400/5 A (circuitos 2, 3 y 4) . Intensidad térmica 25 kA.
- 3 Transformadores de intensidad toroidales, aislamiento seco, tensión asignada 36 kV, relación de transformación 300/5 A (circuito 1), 400/5 A (circuitos 2, 3 y 4). Intensidad térmica 25 kA.

- 3 Aisladores testigo tipo resistivo y juego de 3 pilotos luminosos para indicación y comprobación de presencia de tensión en cada fase.
- 1 Juego de cerraduras de enclavamiento.
- s/n Embarrado general preparado para conducir los 1000 A asignados y capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a una intensidad térmica de cortocircuito de 25 kA durante 1 segundo.
- s/n Pletina de cobre electrolítico de 40 x 5 mm para puesta a tierra de la instalación.
- s/n Cable de cobre de al menos 50 mm² para puesta a tierra del aparellaje.
- s/n Elementos de calefacción, alumbrado y varios.
- 2 Relé de protección tipo 8IRD-DIN de ZIV o similar con protección 3x50/51 y 67 Na
- s/n Interruptores magnetotérmicos y relés auxiliares.

Para situar en la salida de cables

- 1 Transformador de intensidad toroidal, 60/1A, diámetro interior 110 mm, tipo IFH-3 de ARTECHE, o similar.

Interruptores

Se utilizarán para protección y desconexión en carga de línea y resto de posiciones, y presentarán las siguientes características:

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| • Dieléctrico | Vacio |
| • Tensión nominal | 36 kV |
| • Intensidad nominal | 1250 y 630 A |
| • Poder de corte | 25 kA |
| • Poder de cierre | 62,5 kA cresta |
| • Tensión de prueba (50 Hz) | 70 kV |
| • Tensión de prueba (impulso) | 170 kV |

El accionamiento será por muelles, con carga por motor de 125 V c.c., y estarán provistos de bobinas de apertura, cierre y mínima tensión e indicadores de estado.

Seccionadores de p.a.t.

Se utilizarán exclusivamente para conexión a tierra de los circuitos correspondientes cuando el interruptor esté abierto y su accionamiento será manual.

Transformadores de intensidad

Serán de tipo soporte, de servicio interior y antiexplosivos. Su construcción será de resina epoxy, moldeada bajo vacío y adecuadamente tratada. Sus características principales serán:

- Posiciones de acometida:

✓ Relación de transformación	1300/5-5-5A
✓ Tensión nominal	36 kV
✓ Potencia S1	10 VA
✓ Clase de precisión S1	5P20
✓ Intensidad térmica de cortoc.	25 KA

- Posiciones de línea

Para medida:

- | | |
|--|---------|
| ✓ Relación de transformación (C1) | 300/5 A |
| ✓ Relación de transformación (C2, C3 y C4) | 400/5 A |
| ✓ Tensión nominal | 36 kV |
| ✓ Potencia S1 | 10 VA |
| ✓ Clase de precisión S1 | 0,5 |

✓ Intensidad térmica de cortoc. 25 KA

Para protección:

✓ Relación de transformación (C1) 300/5 A
 ✓ Relación de transformación (C2, C3 y C4) 400/5 A
 ✓ Tensión nominal 36 kV
 ✓ Potencia S1 10 VA
 ✓ Clase de precisión S1 5P20
 ✓ Intensidad térmica de cortoc. 25 KA

En las posiciones de línea se instalarán transformadores toroidales, para la protección direccional de tierra en neutro aislado, de relación 60/1 A y 1 VA. Serán de $\Phi 105$, abribles, tipo BAR.

Transformadores de tensión

Serán de tipo soporte y de servicio interior. Su construcción será de resina epoxy, moldeada bajo vacío y adecuadamente tratada. Sus características principales serán:

- Relación de transformación: 30.000: $\sqrt{3}$ /110: $\sqrt{3}$ -110: $\sqrt{3}$ -110:3
 - Tensión nominal 36 kV
 - Potencia S1 30 VA
 - Potencia S2 30 VA
 - Potencia S3 50 VA
 - Clase de precisión S1 3P
 - Clase de precisión S2 0,5
 - Clase de precisión S2 3P
 - Factor de tensión (s. continuo) 1,2
 - Factor de tensión (8 h) 1,9

Aparellaje B.T. y Equipos Auxiliares

Armarios distribución y protección de baja tensión

La distribución y protección en baja tensión se dispondrá en embarrado tripolar de cobre adecuado a la intensidad nominal e intensidad de cortocircuito del transformador. El embarrado principal tendrá, como mínimo, la misma capacidad de carga que el interruptor principal.

Los elementos de protección y maniobra se alojarán en unidades modulares y prefabricadas construidas en chapa electrozincada, protegida y pasiva de 15/10 mm. de espesor mínimo con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. Todos los fondos, techos y paredes laterales serán elementos separados, extraíbles y dotados de juntas de estanqueidad, y permitirán ampliación por extensión de sus armaduras.

Donde quiera que haya una unión entre barras, éstas estarán plateadas y atornilladas de acuerdo con normas DIN. Todos los embarrados, cables, terminales y conexiones estarán diseñadas para una capacidad de 1,5 veces la del interruptor principal a plena carga.

Sus características más importantes serán:

- | | |
|----------------------------|-------|
| - Tensión de empleo máxima | 690 V |
| - Tensión de aislamiento | 1 kV |
| - Intensidad nominal | 100 A |

El grado de protección de los armarios será IP3X y los soportes de piezas bajo tensión será de material autoextinguible.

Interruptores automáticos

Serán aparatos de instalación fija y accionamiento automático con cierre y apertura manual, de corte omnipolar y con las siguientes características:

- | | |
|--------------------------|---------|
| - Tensión nominal | 690 V |
| - Tensión de servicio | 400 V |
| - Tensión de aislamiento | 1000 V |
| - Poder de corte | UNE-CEI |

Interruptores-fusibles

Se utilizarán para protección y seccionamiento de líneas principales, instalados en barras de 400 V de accionamiento manual y bastidor fijo.

Serán de corte omnipolar, siendo sus principales características:

- | | |
|--------------------------|-------|
| - Intensidad nominal | 630A |
| - Tensión nominal | 660 V |
| - Tensión de aislamiento | 1 kV |

Protecciones

Para la protección de las líneas de generación y de los distintos equipos conectados a la barra de 36 kV, se instalarán equipos de protección y control normalizados según UNE 21-136 (CEI-255). En concreto, cumplirán con los requerimientos de dicha norma con respecto a:

- Impulso de tensión
- Perturbaciones de 1 MHz
- Perturbaciones de transitorios rápidos
- Descargas electrostáticas
- Temperatura
- Interferencias y rizado en la alimentación
- Emisividad de radiofrecuencias
- Grado de protección de la envolvente

Las protecciones que se instalarán son las que a continuación se describen:

- o En líneas de generación
- ✓ Protección de Sobreintensidad (50, 51, 67 Na).

- o En posición de acometida
- ✓ Protección de Sobreintensidad (50, 51) y de sobre tensión de neutro (59 N).

- o En posición de transformador de SS.AA.
- ✓ Relé Detección Gas Presión y Temperatura

Medida

De acuerdo con el Reglamento de Puntos de Medida (RPM), el punto de medida se considera de tipo 1.

Este equipo de medida, deberá cumplir con el Reglamento de Puntos de Medida (RPM), de tal forma que sus consumos puedan ser gestionados a través del Sistema Eléctrico Nacional.

Los transformadores de tensión deberán tener una clase de precisión de 0,2 para medida y los transformadores de intensidad deberán tener una clase de precisión igual o mejor que 0,2S.

Estará formado por los equipos descritos a continuación

- Contador-Registrador de clase 0,2S para P. Activa y 0,5 para P. reactiva, para puntos frontera tipo 1.
- Modem.
- Bloque de pruebas.
- Int. Magnetotérmico.
- Base de enchufe.
- Toma de tierra.

Además, se instalarán en cada una de las posiciones los equipos convertidores multifunción (analizadores de red) adecuados, que informarán sobre el estado de todas las variables de medida del sistema.

Las variables sobre las que informarán son las siguientes:

- Tensión
- Intensidad
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Potencia aparente
- Factor de potencia
- Frecuencia

Todos los equipos serán de tipo trifásico desequilibrado, con medida a cuatro hilos, con visualizador local y comunicación serie con protocolo J-Bus.

Telemando y teleseñal

Se contemplará el gobierno desde el edificio central, de los siguientes elementos:

- ✓ Interruptores de 36 kV.

Se dispondrá de la señal de estado en el puesto central de los siguientes elementos:

- ✓ Interruptores de 36 kV.

Sistema de alimentación de Corriente Continua

Se proyectará la instalación de una unidad centralizada de alimentación de cc a base de baterías de Ni/Cd 125 V y 100 Ah equipada con su correspondiente rectificador-cargador y funcionamiento en flotación, situada en la sala de 30 kV.

También se contemplará la instalación de una unidad centralizada de alimentación de cc a base de baterías de Ni/Cd 48 Vcc, dimensionada para dar servicio a los equipos de comunicaciones de la subestación, equipada con su correspondiente rectificador-cargador y funcionamiento en flotación, situada en la sala de 30 kV

Todos los elementos y piezas necesarias del montaje van incluidos en los correspondientes módulos de rácores, regletas, mando, control y embarrado de conexión del aparellaje y disyuntores.

Aparatos de medida analógica

Se suministrarán en cada caso en la forma, dimensiones y características que se especifiquen. Serán empotrables, de forma cuadrada o rectangular, con suficiente sensibilidad y provistos de amortiguadores.

Podrán ser de precisión o industriales, de acuerdo con cada aplicación en concreto. Los aparatos de precisión con fuerza antagonista mecánica deberán estar dotados de un equipamiento que permita la corrección del índice "0" en reposo.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y mecánica, fusión y cortocircuitos exigidas a esta clase de material en las normas VDE y recomendaciones de la AEE.

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

Presupuesto

Índice

1. Mediciones y precios unitarios.....	4
2. Presupuesto de Ejecución Material y Contrata.....	12

1. Mediciones y precios unitarios

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA

Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio Unitario	Importe (€)
	CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL PARQUE EÓLICO								
	Subcapítulo 1.01: Movimiento de tierras								
1.01.01	m³ Limpieza y desbroce a máquina. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, con un espesor de 25 a 35 cm, incluso carga y transporte de los productos del desbroce a vertedero o a acopios intermedios para su posterior utilización								
	Viales nuevos	1	6675.00	8.00		53,400.00			
	Viales a reparar	1	200.00	2.00		400.00			
	Plataformas	8	60.00	75.00		36,000.00			
	Aerogeneradores	8				-			
	Ciment. Torre metereológica	1	2.50	2.50		6.25			
	Zanja línea 30 kV	1	6,875.00	0.70		4,812.50			
							94,618.75	1.03	97,457.31
1.01.02	m³ Excav. DESMONTE terreno compacto. Excavación en desmonte, a cielo abierto, por medios mecánicos, en terrenos de consistencia media dura, hasta una profundidad igual o menor de dos metros, incluso carga y transporte a vertedero de los productos procedentes de la excavación								
	Viales principales	1				100,060.00			
	Plataformas	8				-			
							100,060.00	3.62	362,217.20
1.01.03	m³ Excav. zanjas en terreno compacto. Excavación en pozo o zanjas, por procedimientos mecánicos, en terreno de consistencia dura, hasta una profundidad igual o menor de dos metros, incluso carga y transporte a vertedero de los productos procedentes de la excavación								
	Zanja línea media tensión	1	6875	0.7	1	4,812.50			
							4,812.50	6.97	33,543.13
1.01.04	m³ Excav. Vaciado terreno compacto. Excavación en terrenos de consistencia dura, en vaciado para cimentación de grandes dimensiones, hasta 3 m de profundidad, incluso transporte de sobrantes a vertedero o acopios intermedios, para su posterior reutilización								
	Ciment. Aerogeneradores	8		1,033.77		8,270.16			
	Ciment. Torres Meteo	1	2.2	2.2	1	4.84			
							8,275.00	8.60	71,165.00
1.01.05	m³ Relleno en cimentación de aerogeneradores Relleno en cimentación de aerogeneradores con material procedente de la excavación, tendido en tongadas de 20 cm, con preparación previa, explanación, humectación y compactación hasta el 95% del Proctor Modificado, medido sobre perfil.								
	Ciment. Aerogeneradores	8		861.00		6888			
							6,888.00	13.88	95,628.72
1.01.06	m³ Relleno en TERRAPLEN núcleo de viales. Relleno en núcleo de viales con material de calidad tolerable (PG-3), procedente de la excavación, o de préstamos, tendido en tongadas de 20 cm, con preparación previa, explanación, humectación y compactación hasta el 95% del Proctor Modificado, medido sobre perfil.								
	Viales principales	1.00				91,240.00			
	Plataformas	8.00				-			
							91,240.00	2.00	182,480.00
1.01.07	m³ Relleno firme de viales. Relleno en ejecución de firme de viales con zahorras artificiales de calidad sub-base del PG-3, tendido en capa de 20 cm, compactado y humectado, hasta el 98% del Proctor Modificado, medido sobre perfil.								
	Viales nuevos	1.00	6,675.00	8.00	0.25	13,350.00			
	Viales a reparar	1.00	200.00	2.00	0.25	100.00			
	Plataformas	8.00	50.00	65.00	0.10	2,600.00			
							16,050.00	10.46	167,883.00
1.01.08	m³ Relleno en zonas localizadas. Relleno, extendido y compactado de tierras en zonas localizadas, por medios manuales, con apisonadora manual tipo rana, en tongadas de 30 cms de espesor, incluso humectación de las mismas, con aporte de material procedente de la excavación o préstamo, medido sobre perfil								
	Zanja línea media tensión	1.00	6,875.00	0.70	0.45	2,165.63			
							2,165.63	3.01	6,507.83

1.01.09	m³ Relleno con arena en zanjas. Relleno con arena de río en zanjas, por medios manuales, en formación de lechos para tendidos de cables, incluso aporte de materiales, testigos y compactado, medido sobre perfil Zanja línea media tensión	1.00	6,875.00	0.70	0.55	2,646.88	2,646.88	21.04	55,678.14
1.01.10	mL Formación de cuneta. Formación de cuenta en tierra, taludes 2-1, con profundidad de 0,20 m Viales principales	1.00	6,875.00			6,875.00	6,875.00	1.80	12,375.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.01		1,084,935.33							
Subcapítulo 1.02: Hormigones									
1.02.01	m³ Hormigón de Limpieza HM 10. Suministro y colocación de hormigón en masa HM 10, con una resistencia característica Fck de 10 N/mm², para limpieza y nivelación de fondos de excavación, incluso vertido, vibrado y nivelación del mismo Ciment. Aerogenerador Ciment. Torres Meteo	8.00 1.00			39.00 0.40	312.00 0.40	312.40	95.49	29,831.08
1.02.02	m³ Hom. HA-30 T. máx. 20 mm. Ciment. Suministro y colocación de hormigón fuertemente armado, tipo HA-30, con una resistencia característica Fck de 30 N/mm², y 20 mm de tamaño máximo del árido en cimentaciones, incluso vertido, vibrado y nivelación del mismo. Según normas NTE-CSZ y EHE Cimentación Aerogeneradores Ciment. Torres Meteo	8.00 1.00			522.00 13.20	4,176.00 13.20	4,189.20	87.77	367,686.08
1.02.03	m2 Encofrado curvo en alzados Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas. Cimentación Aerogeneradores	8.00	49.00			392.00	392.00	56.21	22,034.32
1.02.04	m2 Junta de hormigón Junta entre fases de homigonado con producto adhesivo adecuado, incluso limpieza y preparación de la superficie, suministro y colocación, entre la zapata y el pedestal Cimentación Aerogeneradores	8.00	64.00			512.00	512.00	56.21	28,779.52
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.02		448,331.00							
Subcapítulo 1.03: Aceros									
1.03.01	kg Acero Corrugado B 500 S o N. Suministro y colocación de acero corrugado B 500 S o N, cortado, doblado, según dimensiones y formas indicadas en los planos, incluso p.p. de solapes, recortes y despuntes. Según EHE Cimentaciones Aerogeneradores	8.00			57,420.00	459,360.00	459,360.00	0.84	385,862.40
1.03.02	Ud Sistema de anclaje de la torre del aerogenerador a la cimentación Sistema de anclaje compuesto por Juegos de Pernos y accesorios, según las indicaciones del suministrador, para los aerogeneradores. Cimentaciones Aerogeneradores	8.00				8.00	8.00	500.00	4,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.03		389,862.40							
Subcapítulo 1.04: Varios									
1.04.01	mL Cinta plástica señalizadora. Cinta de plástico señalizadora normalizada, enterrada en zanja sobre cables eléctricos	1.00	6,875.00			6,875.00	6,875.00	0.50	3,437.50
1.04.02	ud Suplemento cruce zanja/calzada. Suplemento especial de zanja con calzada, a base de fibrocemento para alojamiento de conductores y relleno de hormigón HM-20, s/planos, incluso aporte de material	8.00				8.00	8.00	900.00	7,200.00

1.04.03	ml Plancha PVC Plancha de PVC enterrada para protección de cables eléctricos en zanja enterrada	1.00	6,875.00			6,875.00	6,875.00	2.00	13,750.00
1.04.04	Ud de mojoneros de hormigón prefabricado Suministro y colocación de mojoneros de hormigón prefabricado a una distancia de 70 metros, para señalización de recorrido de zanjas incluyendo: aporte, suministro y colocación, aplomado del poste y retacado con materiales de la propia excavación.	1				98	98.00	30.00	2,940.00
1.04.05	P.A de Balizamiento de Yacimientos Arqueológicos Balizamiento de yacimientos arqueológicos a base de cerramiento perimetral constituido por postes de madera y cinta de plástico	1				1	1.00	4,000.00	4,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.04									31,327.50
TOTAL CAPÍTULO 1									1,954,456.23

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA									
Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe (€)
	CAPÍTULO 2: CONDUCTORES Y P.A.T. CABINAS MEDIA TENSIÓN								
	Subcapítulo 2.01: Conductores y P.A.T.								
2.01.01	ML. Suministro de cable MT 1x400 mm² Conductor de enlace en M.T., entre aerogeneradores, tipo RHZ1 OL 18/30 kV, 1x400 mm², CU.	2	3,698.00				7,396.00	11.20	82,835.20
2.01.02	ML. Suministro de cable MT 1x300 mm² Conductor de enlace en M.T., entre aerogeneradores, tipo RHZ1 OL 18/30 kV, 1x300 mm², AL.	0	0				-	7.50	-
2.01.03	ML. Suministro de cable MT 1x240 mm² Conductor de enlace en M.T., entre aerogeneradores, tipo RHZ1 OL 18/30 kV, 1x240 mm², AL.	0	7,770.00				-	6.30	-
2.01.04	ML. Suministro de cable MT 1x150 mm² Conductor de enlace en M.T., entre aerogeneradores, tipo RHZ1 OL 18/30 kV, 1x150 mm², AL.	0	-				-	4.61	-
2.01.05	ML. Suministro de cable BT 3x6 mm² Conductor de enlace en B.T., entre aerogeneradores y torres meteorológicas tipo RV 0.6/1 kV, 3x6mm², Cu.	1	500.00				500.00	0.73	366.00
2.01.06	ML. Suministro de cable Fibra Óptica monomodo. Cable de transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos de fibra óptica 10/125, a base de 8 hilos monomodo, tipo DP06-ET90.316/UIT G.652	1	4,907.00				4,907.00	1.37	6,722.59
2.01.07	ML. Suministro de cable Fibra Óptica multimodo. Cable de transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos de fibra óptica 50/125, a base de 8 hilos multimodo, tipo DP06-ET 90.316/OM2	1	6,894.00				6,894.00	1.13	7,769.54
2.01.08	Ud. Puesta a Tierra Aerogenerador. Instalación p.a.t. aerogenerador considerando cable de Cu desnudo de 50 mm² , soldaduras aluminotérmicas, picas, etc.	1	8				8.00	739.00	5,911.97
2.01.09	ML. Suministro de cable de tierra de 1x95 mm² Conductor de p.a.t. para enlace entre aerogeneradores, CT y subestación, a base conductor Cu desnudo 95 mm²	1	6,893.00				6,893.00	2.92	20,099.99
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.01									123,705.28
	Subcapítulo 2.02: Tendido y Montaje								
2.02.01	Ud. Tendido y montaje. Tendido, conexionado, e identificación de los cables anteriores, en zanja registrable o enterrados. Incluidos terminales y empalme.(No se incluye obra civil).	1	1					62,000.00	62,000.00
SUBTOTAL CAPÍTULO 2.02									62,000.00
	Subcapítulo 2.03: Cabinas de Media Tensión								
2.03.01	Ud Cabinas compactas Conjunto modular de cabinas de media tensión formado por cabinas de remonte, seccionamiento y protección general.								
	0L+1V	2	1					11,789.00	23,578.00
	0L+1L+1V	6	1					15,800.00	94,800.00
	0L+2L+1V	0	1					19,800.00	-
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.03									118,378.00
TOTAL CAPÍTULO 2									304,083.28

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA									
Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe (€)
3.01.01	CAPÍTULO 3: AEROGENERADORES								
	Subcapítulo 3.01: Unidades VESTAS V5,6								
	ud. Aerogenerador Aerogenerador tipo Vestas compuesto por rotor de 162 m de diámetro, góndola multiplicador, sistema de frenado, generador eléctrico, grupos hidráulicos, sistemas automáticos de giro, orientación, cuadros control incluido el transporte, montaje y puesta en servicio del mismo.								
		8						4,368,000.00	34,944,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 3.01									34,944,000.00
TOTAL CAPÍTULO 3									34,944,000.00

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA

Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe (€)
CAPÍTULO 4: CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30kV									
Subcapítulo 4.01: Aparellaje y equipos Centro de Seccionamiento 30 kV									
4.01.01	Ud. Suministro de celda de entrada de línea 30 kV. Celda de acometida a barras de 30 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, , conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en vacío, relés de protección, etc.	1	1				1	23,981.77	23,981.77
4.01.02	Ud. Suministro de celda de medida 30 kV. Celda de medida barras de 30 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, , conteniendo básicamente en su interior, transformadores de intensidad y de tensión para alimentación de equipo de medida para facturación, etc.	1	1				1.00	23,981.77	23,981.77
4.01.03	Ud. Suministro de celda de salida de línea 30 kV. Celda para alimentación a parques, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en vacío,seccionador de puesta a tierra, relés de protección, etc.	4	1				1.00	20,730.42	82,921.68
4.01.04	Ud. Suministro de celda servicios auxiliares 30 kV. Celda para protección de transformador de SS.AA., en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, conteniendo básicamente en su interior interruptor-seccionador con fusibles asociados, etc.	1	1				1.00	11,050.15	11,050.15
4.01.05	Ud. Suministro de equipo rectificador-batería Equipo rectificador batería 125 Vcc, 100 Ah, montado sobre armario metálico de interior conteniendo en su interior el cargador rectificador y las baterías de Ni-Cd.	1	1				1.00	11,660.80	11,660.80
4.01.06	Ud. Suministro de armario de SS.AA. Armario metálico de interior con interruptor de acometida y embarrados de 400/230 Vca y 125 Vcc, para alimentación de alumbrado y fuerza de la subestación, circuitos de apartamento del parque de MT, etc.	1	1				1.00	7,285.90	7,285.90
4.01.07	Ud. Suministro de transformador de SS.AA. Suministro de transformador de SS. AA de relación 30/0,4 kV. de 50 kVA de potencia, con grupo de conexión Dyn11, tipo seco, con refrigeración AN. Incluye envolvente metálica.	1	1				1.00	3,150.00	3,150.00
4.01.08	Ud. Autoválvula Paramrayos autoválvula unipolar de 30 kV y max. Tensión de servicio 36 kV	3					3.00	350.00	1,050.00
4.01.09	P/A. Suministro y montaje de alumbrado y fuerza Suministro y montaje de todo el material necesario para el alumbrado normal y de emergencia exterior para el edificio de control y centro de seccionamiento.	1					1.00	9,054.85	9,054.85
4.01.10	Ud. Suministro de elementos de seguridad Elementos de seguridad como guantes, banqueta, pertiga, etc..	1					1.00	4,500.00	4,500.00
4.01.11	Ud Suministro S.A.I. Suministro para alimentación sistema control parque	1	1				1.00	2,884.86	2,884.86
4.01.12	Ud. Armario de medida facturación	1	1				1.00	9,900.00	9,900.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.01									191,421.78
Subcapítulo 4.02: Montaje+ puesta marcha									
4.02.01	Montaje Aparellaje Eléctrico 30 kV	1					1	57,000.00	57,000.00
4.02.02	Supervisión, pruebas y puesta en marcha							23,000.00	23,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.02									80,000.00
TOTAL CAPÍTULO 4									271,421.78

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA

Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe (€)
5.01.01	CAPÍTULO 5: EDIFICIO DE CONTROL Subcapítulo 5.01:Obra Civil Edificio de Control								
	Ud. Obra Civil Edificio de Control Edificio de Control del centro de seccionamiento del parque, según plantas de distribución recogidas en planos del proyecto de ejecución, con acabados y características constructivas adecuadas a las normas vigentes, totalmente acabado, de acuerdo a la memoria	1						100,000.00	100,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 5.01									100,000.00
TOTAL CAPÍTULO 5									100,000.00

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA

Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe (€)
6.01.01	CAPÍTULO 6: INGENIERÍA Y DIRECCIÓN DE OBRA Subcapítulo 6.01. Ingeniería del Parque Eólico								
	Ud de Ingeniería del parque eólico incluyendo tanto la ingeniería básica como la de detalle	1						55,000.00	55,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 6.01									55,000.00
6.02.01	Subcapítulo 6.02. Dirección facultativa de la obra								
	Ud. Dirección Facultativa de la obra	1						50,000.00	50,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 6.02									50,000.00
TOTAL CAPÍTULO 6									105,000.00

MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA

Cod.	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales	Precio	Importe (€)
7.01.01	CAPÍTULO 7: VARIOS								
	Subcapítulo 7.01: Control de Calidad Control de calidad en obra realizado por empresa especializada	1						15,000.00	15,000.00
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.01									15,000.00
TOTAL CAPÍTULO 7									15,000.00
TOTAL MEDICIONES Y PRECIOS UNITARIOS P.E. ZALAMEA									37,693,961.29

2. Presupuesto de Ejecución Material y Contrata

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL Y POR CONTRATA

El desglose en EUROS de las principales partidas del presupuesto se refleja a continuación:

Obra Civil:

Parque Eólico (Capítulo 1)	1,954,456.23
Centro de Seccionamiento e Interconexión (Capítulo 5)	75,000.00
Almacén de Residuos Peligrosos	25,000.00

Suministros eléctricos del Parque Eólico:

Conductores y puesta a tierra (Subcapítulo 2.01)	123,705.28
CSI (subcapítulo 4.01)	191,421.78

Cabinas de Media Tensión (subcapítulo 2.03)	118,378.00
---	------------

Montaje Eléctrico del Parque Eólico

Tendido de cables (subcapítulo 2.02)	62,000.00
CSI (subcapítulo 4.02)	80,000.00

Aerogeneradores (Capítulo 3):	26,880,000.00
--------------------------------------	----------------------

Ingeniería y Dirección de Obra

Ingeniería del Parque Eólico (subcapítulo 6.01)	55,000.00
Dirección facultativa de la obra (subcapítulo 6.02)	50,000.00

Varios (Capítulo 7)	60,000.00
----------------------------	------------------

TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	29,674,961.29
------------------------------------	----------------------

16 % Gastos Generales	4,747,993.81
3 % Beneficio Industrial	890,248.84

TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	35,313,203.94
--	----------------------

El presupuesto de ejecución por contrata de las instalaciones y obras del Parque eólico de Zalamea (44,8MW) asciende a la cantidad de:

TREINTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS TRECE MIL DOSCIENTOS TRES EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (35,313,203.94€)

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

ANEXO I: Estudio de recurso eólico

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



ANEXO I: ESTUDIO DE RECURSO EÓLICO

Estudio

Índice

1. Objeto	4
2. Alcance	4
3. Emplazamiento	5
4. Datos de partida	7
4.1 Datos de series temporales de viento en el emplazamiento	7
4.2 Orografía del emplazamiento	8
4.3. Rugosidad superficial de los distintos tipos de suelo	9
4.5 Curva de potencia y coeficientes de empuje	10
5. Localización de los aerogeneradores	12
6. Resultados de la campaña de medición	12
6.1 Estación de Zalamea	13
7. Perfiles verticales de viento	18
8. Conclusión de la campaña de medición	19
9. Extrapolación a largo plazo	19
10. Curvas de isoventas	19
11. Emplazamiento de detalle de aerogeneradores	21
11.1. Evaluación de la energía media anual producida	21
11.2 Vestas V162 de 5,6MW de potencia nominal, altura de buje 119m (Potencia total instalada: 50,4 MW)	22
11.3 Siemens Gamesa SG 6.0-155 de 6MW de potencia nominal, altura de buje 122,5m (Potencia total instalada: 48 MW)	24
11.4 General Electric GE 158-5,5MW de 5,5MW de potencia nominal, altura de bujes 120,9m (Potencia total instalada: 49,5 MW)	26
12. Estimación de la energía media vertida a red anualmente	28
13. Conclusiones	29

1. Objeto

El presente estudio de evaluación del potencial eólico se realiza con los siguientes objetos:

- Caracterizar el potencial eólico existente en el emplazamiento de Zalamea, ubicado en el término municipal de Zalamea de la Serena, en la provincia de Badajoz.
- Estimar la producción energética media anual del parque eólico de Zalamea de 44,8 MW de potencia eléctrica instalada.

El estudio se ha realizado con un periodo de datos de viento en el emplazamiento de 10 años que comprende desde el 01/01/2010 hasta el 11/02/2020, estos datos han sido proporcionados por la empresa VORTEX.

2. Alcance

Las actividades realizadas para lograr los objetos anteriormente especificados se resumen en lo siguiente:

- Instalación de una estación anemométrica virtual por parte de VORTEX, que emplea una resolución mediante ordenador para obtener la estimación de los datos de viento a través de una estación de medida virtual. Esta estimación se realiza teniendo en cuenta distintos aspectos:
 - Buena exposición a los vientos dominantes y representatividad del área objeto del estudio.
 - Evaluación del comportamiento direccional local del viento en la zona.
- Los parámetros medidos son la velocidad a 120 metros de altura, además de la dirección del viento a dicha altura, intervalos de 1 hora, cada día durante 10 años.
- Análisis y tratamiento de los datos eólicos con el fin de obtener los parámetros estadísticos representativos del potencial energético del recurso eólico y su distribución espaciotemporal.
- La determinación de la distribución espacial del campo de vientos en la zona se ha realizado con el modelo WASP, desarrollado por el Instituto danés RISO y utilizado como herramienta para la realización del Atlas Eólico Europeo. El modelo WASP es un modelo tridimensional del flujo de vientos con consideración de la topografía, obstáculos y rugosidad superficial.

- Análisis energético del emplazamiento con el objeto de evaluar la instalación de un parque eólico a base de 9 aerogeneradores. Se han estudiado distintas alternativas tecnológicas:

Tecnología	Potencia unitaria (MW)	Altura de buje (m)
Vestas V162-5,6MW	5,6	119
Gamesa SG 6.0-155	6,0	122,5
General Electric GE 158-5,5MW	5,5	120,9

- La estimación de la energía media producida anualmente por el parque eólico se ha realizado con el modelo PARK que incorpora el programa WASP con el objeto de considerar las pérdidas energéticas introducidas por las estelas de los aerogeneradores.

3. Emplazamiento

El Parque Eólico de Zalamea se ubicará en el término municipal de Zalamea de la Serena, en la provincia de Badajoz. La zona estudiada es un monte con una elevación media de 740 metros sobre el nivel del mar.

En las siguientes imágenes se presenta la localización geográfica del emplazamiento, así como los terrenos donde se ubicarán los aerogeneradores.



Figura 1: Situación del emplazamiento sobre mapa geográfico local.



Figura 2: Detalle de ubicación del emplazamiento.



Figura 3: Detalle localización posición aerogeneradores del parque eólico sobre imagen de ortofoto del emplazamiento.



Figura 4: Detalle localización posición aerogeneradores del parque eólico sobre imagen de ortofoto del emplazamiento.

4. Datos de partida

La información de partida necesaria para la realización del estudio hace referencia a:

- Datos de series temporales de viento en el emplazamiento.
- Orografía del emplazamiento.
- Rugosidad superficial de los distintos tipos de suelo.
- Densidad del aire.
- Curva de potencia y coeficientes de empuje del modelo de los aerogeneradores considerados en el estudio.

4.1 Datos de series temporales de viento en el emplazamiento

La campaña de medición en el emplazamiento ha sido realizada por VORTEX.

Para evaluar el potencial se dispone de una estación anemométrica denominada Zalamea, ubicada en la provincia de Zalamea de la Serena, en la provincia de Badajoz, en el punto de coordenadas UTM, ($X = 267810.00$, $Y = 4271912.00$).

La simulación de estación anemométrica de 120 metros de altura está equipada con 1 anemómetros a las alturas de medición de 120 metros; y 1 veletas a la altura de medición de la torre virtual 120 metros. También hay un barómetro a la misma altura.

La estación anemométrica se caracteriza de la siguiente manera.

- Altura de Torre: 120 metros de altura
- Distribución de sensores para medición de velocidad y dirección del viento:
 - 120 metros: 1 anemómetro.
 - 120 metros: 1 veleta.
 - 120 metros: 1 barómetro.

4.2 Orografía del emplazamiento

La orografía del terreno es un parámetro de entrada al modelo de cálculo WASP.

La topografía que se ha digitalizado se corresponde con una superficie de 29,6 x 19,3 km² (571,3km²) con una distancia entre líneas de nivel de 10 metros. El alcance se resume en la siguiente tabla:

ALCANCE DE LA TOPOGRAFIA DIGITALIZADA

XUTM	YUTM
251.210,3	4.264.535,0
251.210,3	4.283.869,5
280.775,8	4.264.535,0
280.775,8	4.283.869,5

En la siguiente figura se muestra la topografía digitalizada:

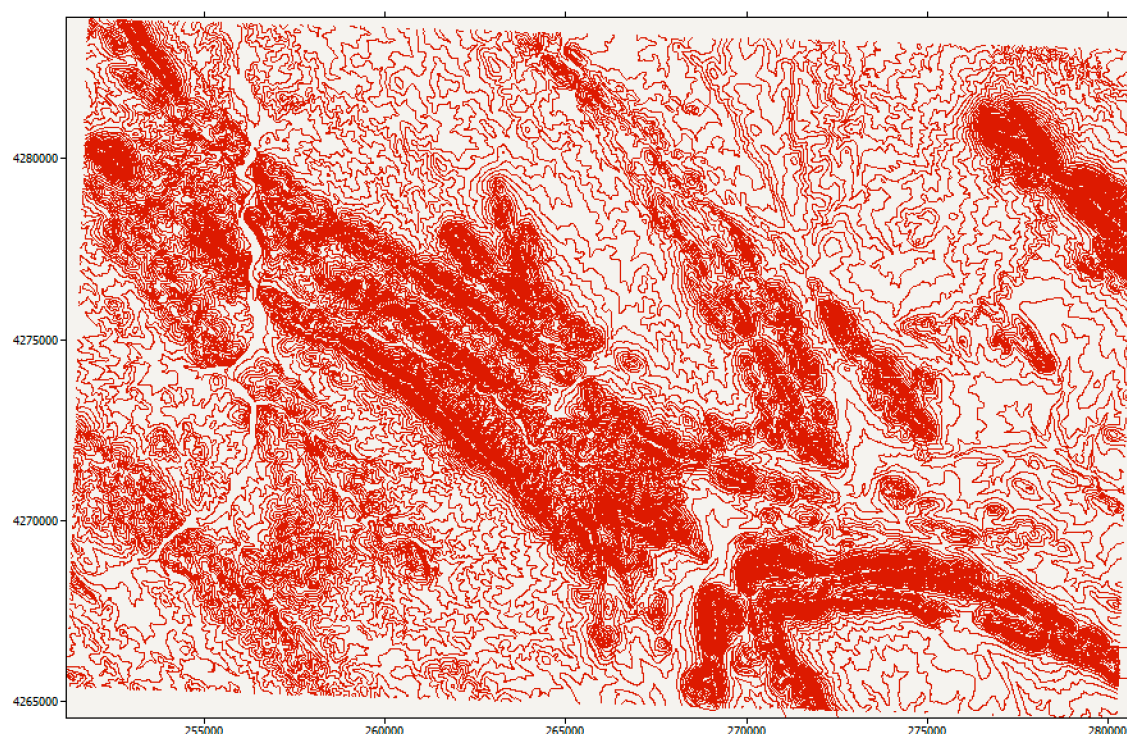


Figura 5: Topografía digital

4.3. Rugosidad superficial de los distintos tipos de suelo

La rugosidad superficial de los distintos tipos de suelo del emplazamiento se ha modelizado en consonancia con lo establecido en el manual del modelo WASP y del Atlas Eólico Europeo.

Se han supuesto unos valores de rugosidad de 0,01, 0,05 y 0,2 correspondiente a escasa vegetación, campos de cultivo abiertos y varios árboles/arbustos, respectivamente. Esta categoría de vegetación corresponde principalmente a explotaciones de olivos, siendo arboles de baja altura y densidad, estas plantaciones tienen como finalidad la obtención de aceite y aceitunas.

En las fotografías adjuntas se muestra el tipo de vegetación presente en parte del emplazamiento.



Figura 6: Tipología de rugosidad presente en parte del emplazamiento

4.4 Densidad del aire

La densidad del aire depende de dos variables, la temperatura y la altitud.

$$T(z_2) = T(z_1) - \frac{1^\circ\text{C}}{154\text{m}} \cdot (z_2 - z_1) \quad [^\circ\text{C}]$$

La temperatura media obtenida de la torre de Zalamea es de 14,9°C a una altitud de 742 metros sobre el nivel del mar.

Como se van a estudiar distintas alternativas tecnológicas a distintas alturas de buje, para el cálculo de la densidad del emplazamiento, se ha tomado una altura de buje media. Esta altura media de buje es 119m.

Debido a que la elevación del emplazamiento a la altura de buje es 841m (722m de elevación media del emplazamiento donde se sitúan los aerogeneradores y 119m de altura de buje) es necesario calcular, aplicando la fórmula anterior, la temperatura a la altura de buje.

La densidad para las condiciones explicadas anteriormente se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\rho = \left(\frac{P_0}{R \cdot T} \right) \exp \left(\frac{-g \cdot z}{R \cdot T} \right) \quad [kg / m^3]$$

Siendo:

$$P_0 = 101,325(Pa)$$

$$g = 9.8(m / s^2)$$

$$z = altitud(m)$$

$$T = temperatura(K)$$

$$R = 286.9(J / kg \cdot K)$$

Por tanto, la densidad en el emplazamiento es de **1,111 kg/m³**

4.5 Curva de potencia y coeficientes de empuje

Para este estudio se analizarán los siguientes aerogeneradores:

Tecnología	Potencia unitaria (MW)	Altura de buje (m)
Vestas V162-5,6MW	5,6	119
Siemens SG 6.0-155	6	122,5
General Electric G.E.5,5MW-158	5,5	120,9

A continuación, se muestran la curva de potencia y coeficientes de empuje de la tecnología empleada, interpolada a la densidad correspondiente, que es 1,111 kg/m³. Con esta curva se ha estimado la producción energética neta anual del parque eólico.

Aerogenerador Vestas V162-5,6MW

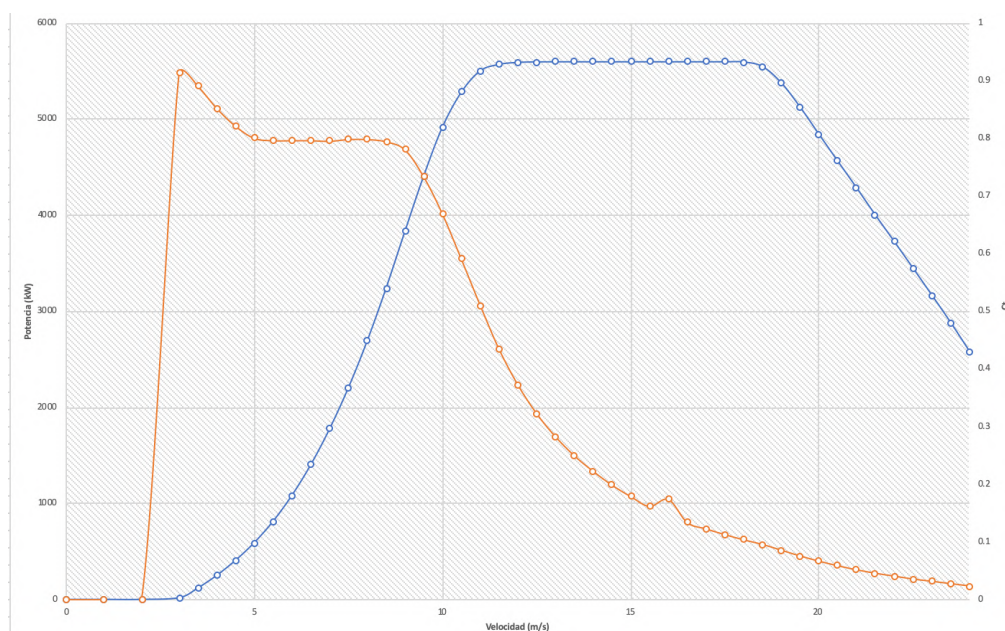


Figura 7: Curva de potencia Aerogenerador Vestas V162-5,6MW

Aerogenerador Siemens Gamesa SG6.0-155

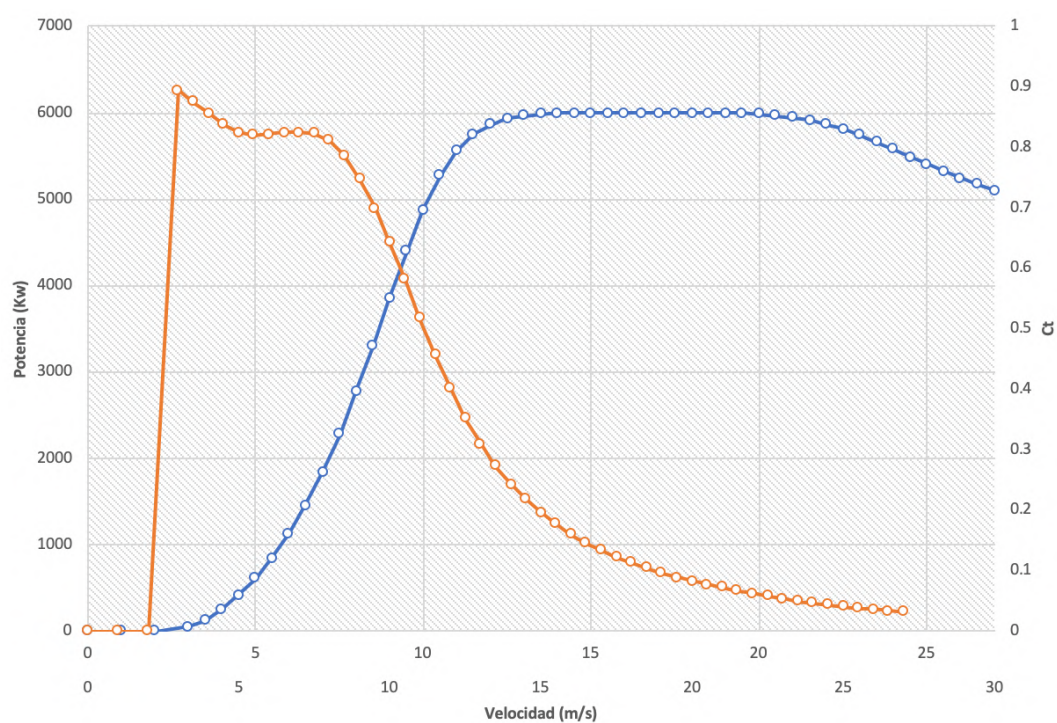


Figura 8: Curva de potencia Aerogenerador Siemens Gamesa SG6.0-155

Aerogenerador General Electric G.E 5,5-158

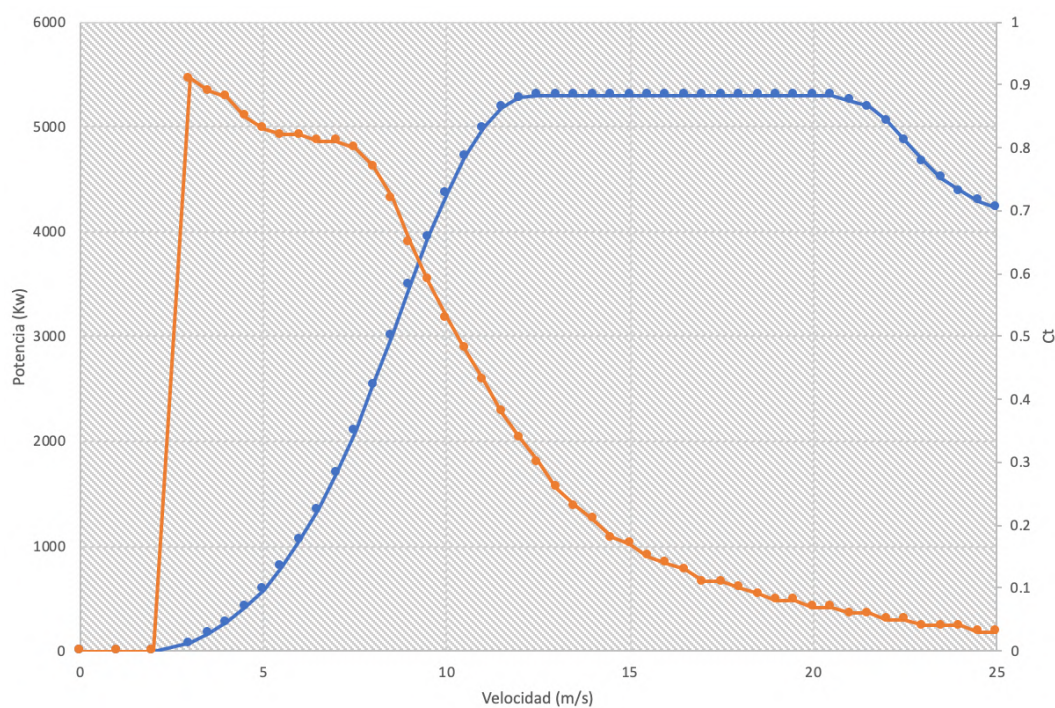


Figura 9: Curva de potencia Aerogenerador General Electric G.E 5,5-158

5. Localización de los aerogeneradores

El parque eólico está formado por nueve (9) posiciones de aerogeneradores.

Las coordenadas de los aerogeneradores establecidas, en coordenadas ETRS89- UTM -Huso30 son las siguientes:

Parque Eólico de Zalamea		
Coordenadas UTM		
Aerog.	X _{UTM}	Y _{UTM}
A01	267.810	4.271.912
A02	267.512	4.271.530
A03	267.211	4.271.144
A04	266.916	4.270.750
A05	266.619	4.270.367
A06	266.316	4.269.990
A07	266.018	4.269.617
A08	265.554,6	4.269.420
A09	265.378	4.268.922

6. Resultados de la campaña de medición

Se presentan los resultados obtenidos en la campaña de medición tras el correspondiente tratamiento estadístico de los datos eólicos disponibles (utilizando el programa Windographer), con la finalidad de determinar los diversos parámetros que cuantifican el potencial eólico en el emplazamiento del parque.

- Período de datos
- Nº de observaciones del período
- Velocidad media
- Velocidad máxima
- Parámetros de Weibull
- Densidad de potencia media
- Intensidad de turbulencia
- Distribución direccional de velocidad, frecuencia, densidad de energía y turbulencia

Además se incluyen los siguientes gráficos:

- Función distribución de probabilidad
- Rosas de Frecuencia, Velocidad y Energía
- Perfil diario de velocidad
- Perfil estacional de velocidad
- Intensidad de turbulencia

6.1 Estación de Zalamea

Se dispone de datos registrados por la estación de medición desde 01/01/2010 hasta 01/01/2020.

Variable	Estación Zalamea
Altura sobre el suelo (m)	119
Velocidad de viento: media (m/s)	6,226
Velocidad de viento: mínima (m/s)	0
Velocidad de viento: máxima (m/s)	25,87
Weibull k	2,05
Weibull c (m/s)	7,04
Densidad de potencia media (W/m ²)	276,7
Contenido energético medio (kWh/m ² /año)	2.454
Registros posibles	88.632
Registros válidos	88.632
Registros perdidos	0
Ratio de datos válidos (%)	100

-Distribución de Weibull a 119 metros:

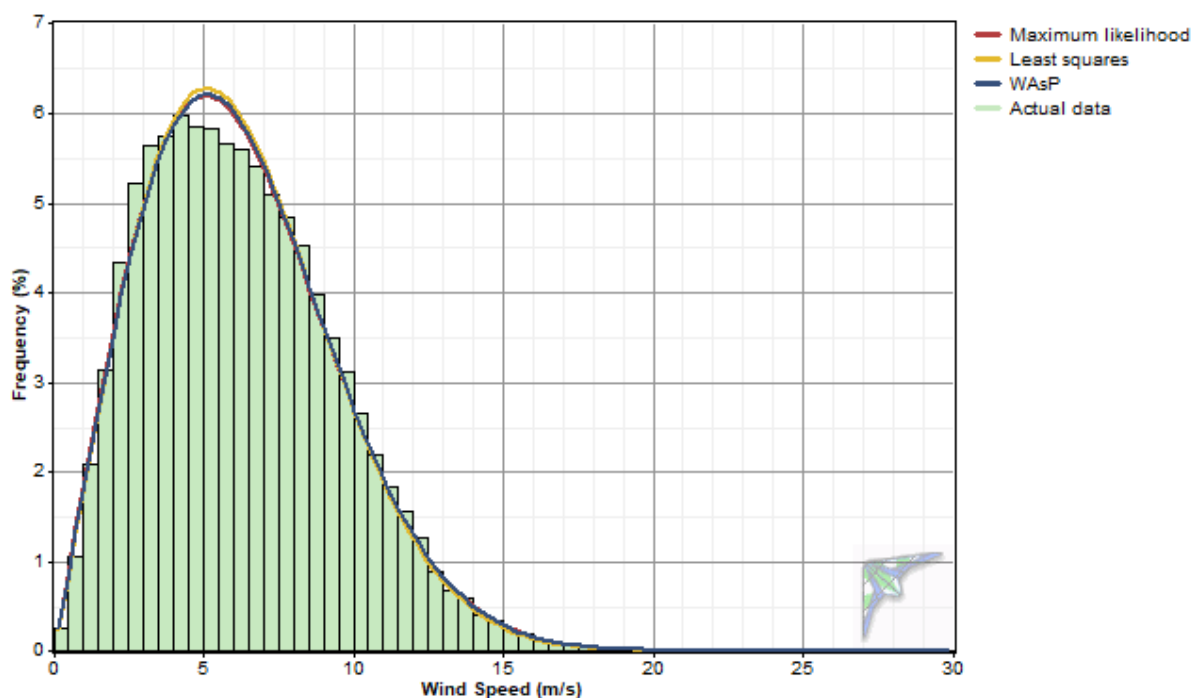


Figura 10: Distribución en Frecuencias de la Velocidad de viento (Distribución de Weibull).

-Rosa de viento de frecuencia, velocidad y energía:

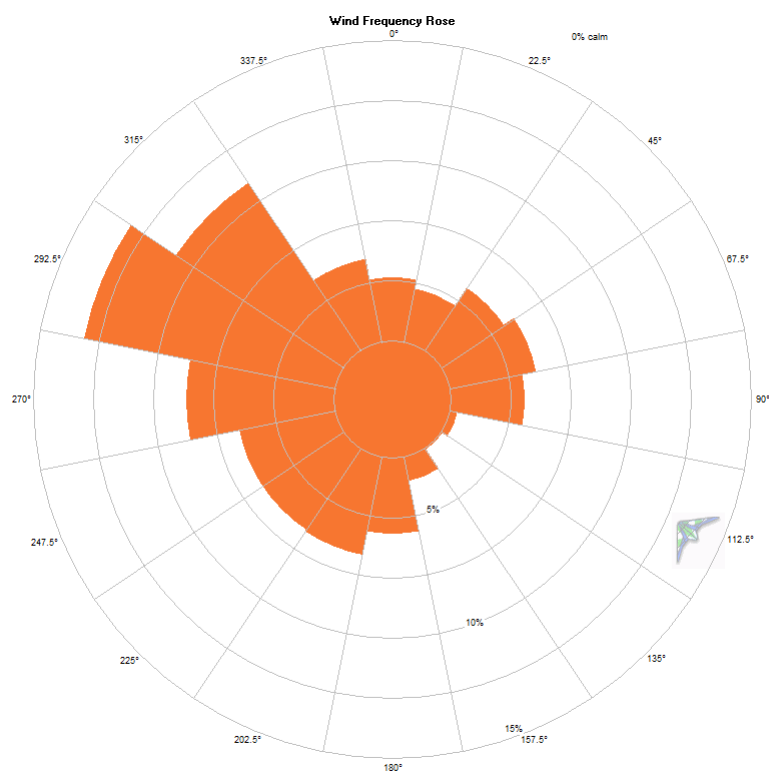


Figura 11: Rosa de vientos de Frecuencia.

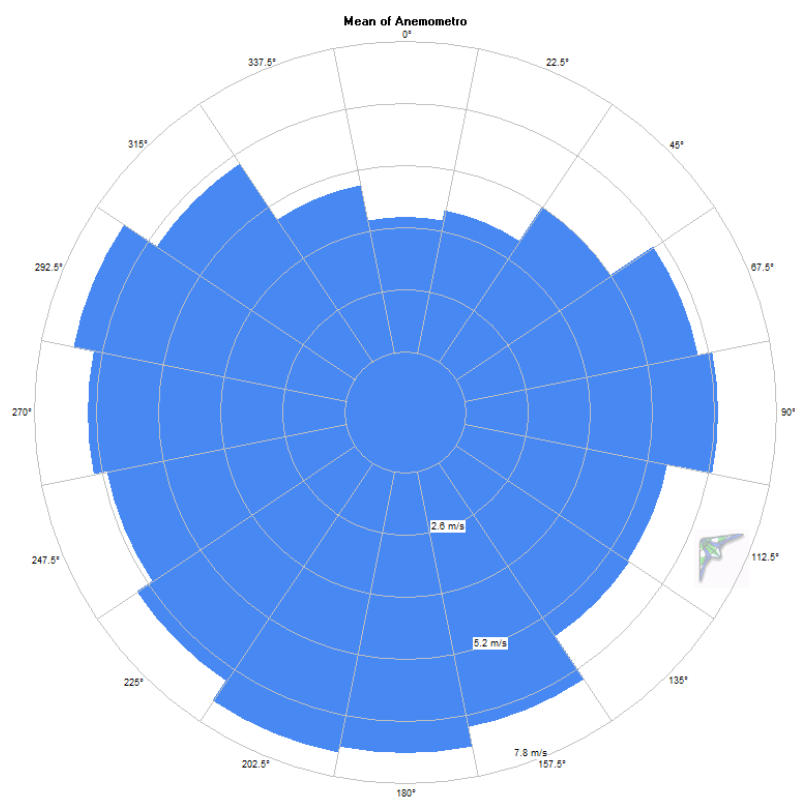


Figura 12: Rosa de vientos de Velocidades.

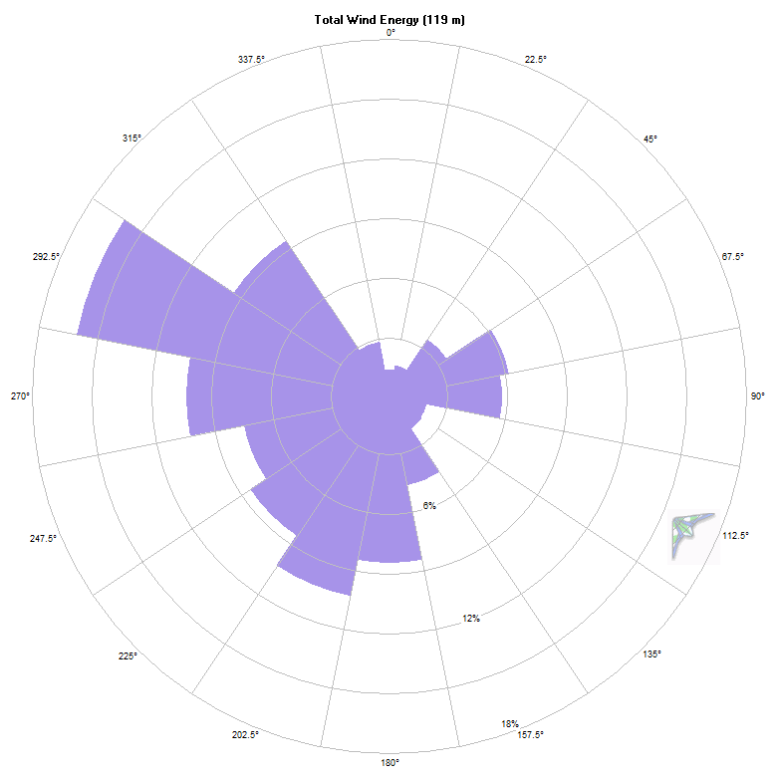


Figura 13: Rosa de vientos de Velocidades.

-Distribución direccional de frecuencia, velocidad y energía a 119m:

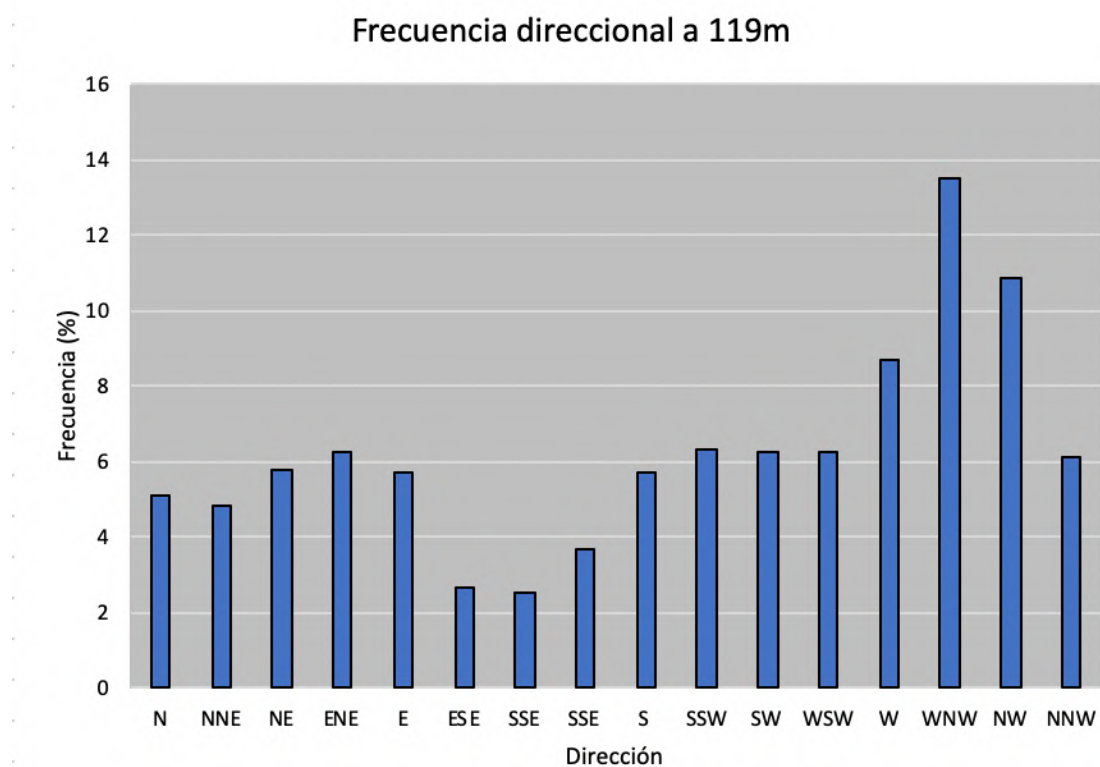


Figura 14: Frecuencia direccional a 119 metros.

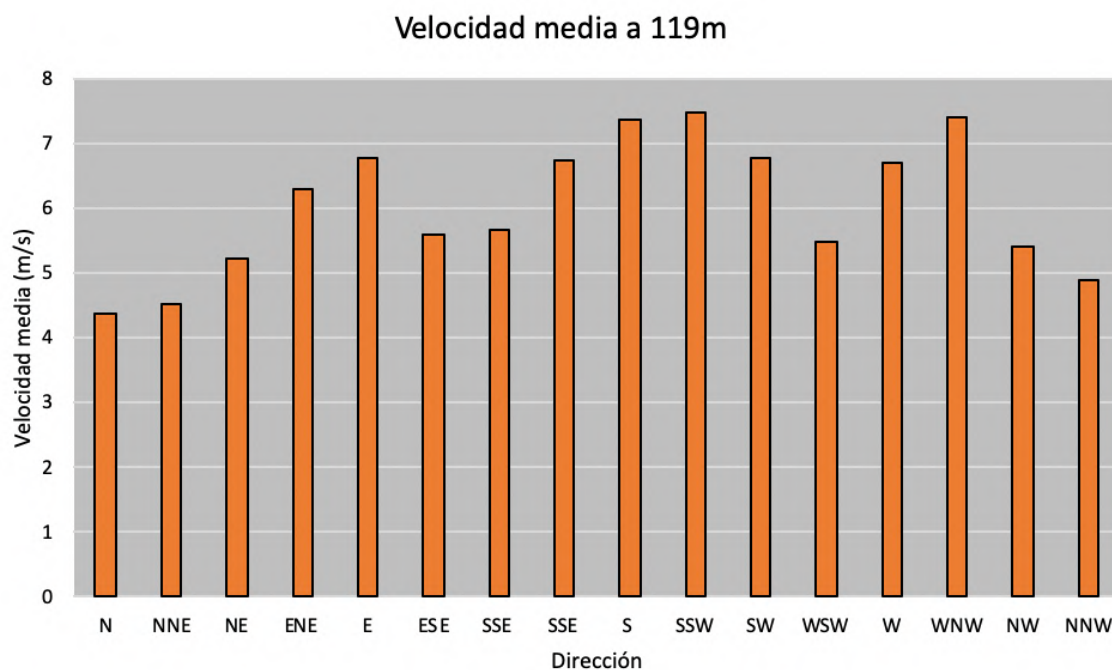


Figura 15: Velocidad media a 119 metros.

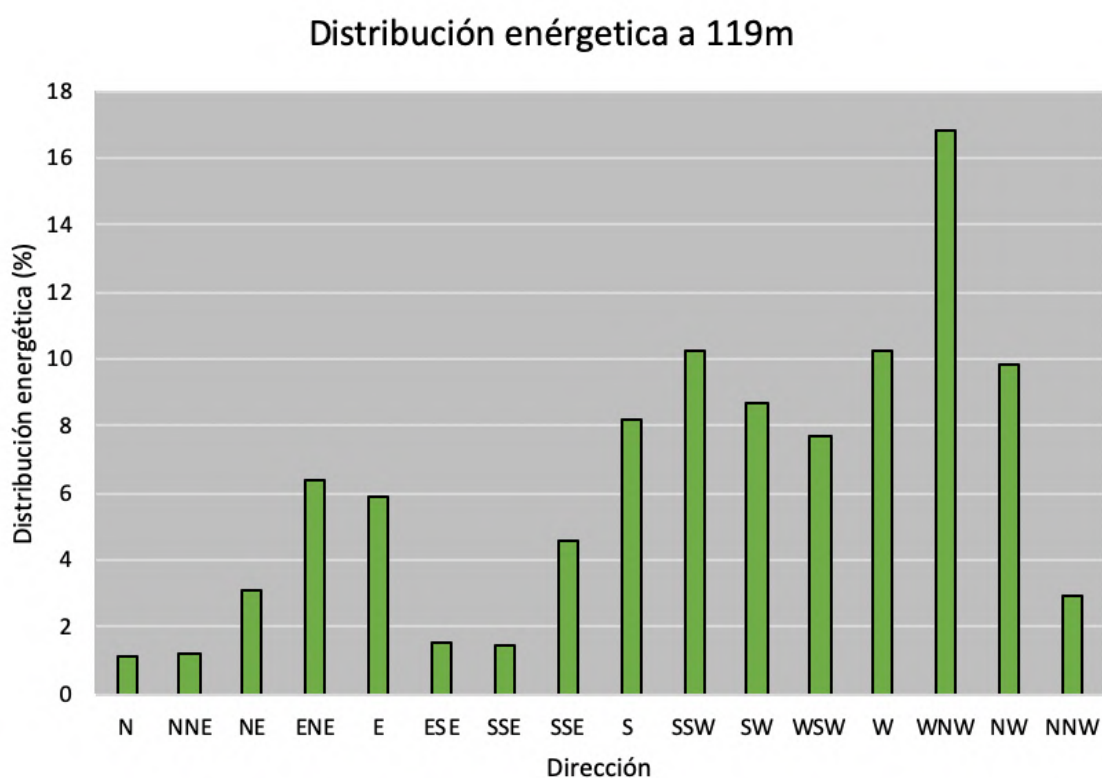


Figura 16: Distribución energética a 119 metros.

Dirección	Grados	Frecuencia (%)	Velocidad(m/s)	Distribución energética (%)
N	0	5.1	4.35	1.1
NNE	22.5	4.83	4.52	1.2
NE	45	5.74	5.2	3.1
ENE	67.5	6.23	6.28	6.34
E	90	5.71	6.78	5.87
ESE	112.5	2.62	5.57	1.53
SSE	135	2.51	5.65	1.41
SSE	157.5	3.68	6.71	4.6
S	180	5.72	7.34	8.2
SSW	202.5	6.31	7.45	10.2
SW	225	6.23	6.75	8.7
WSW	247.5	6.25	5.48	7.7
W	270	8.67	6.68	10.2
WNW	292.5	13.5	7.39	16.81
NW	315	10.82	5.39	9.8
NNW	337.5	6.08	4.87	2.96

- Variación horaria de la velocidad de viento:

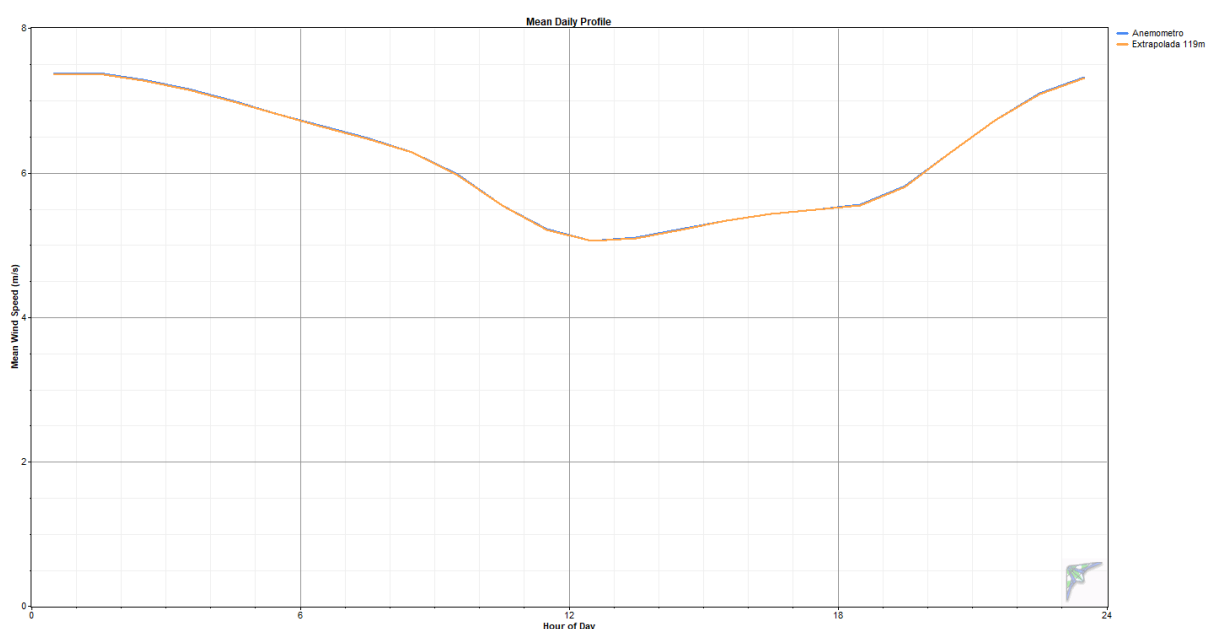


Figura 17: Variación horaria de la velocidad del viento.

-Variación mensual de la velocidad de viento

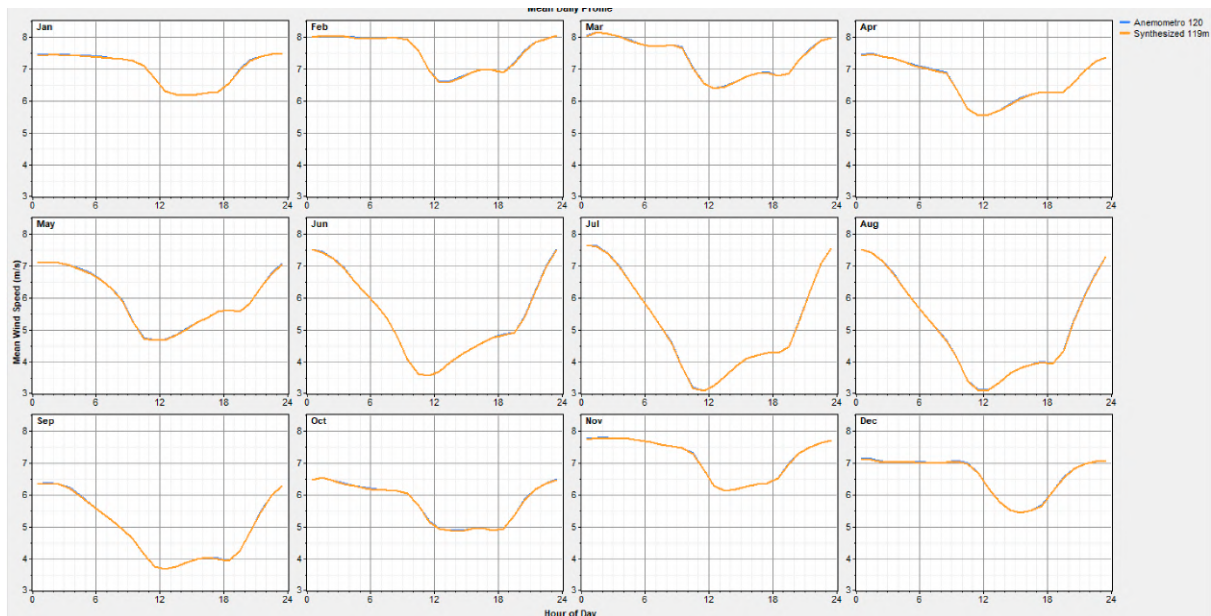


Figura 18: Variación mensual de la velocidad del viento.

7. Perfiles verticales de viento

El perfil vertical está basado en la ley potencial. El valor que se obtiene del exponente de la ley potencial es 0,134.

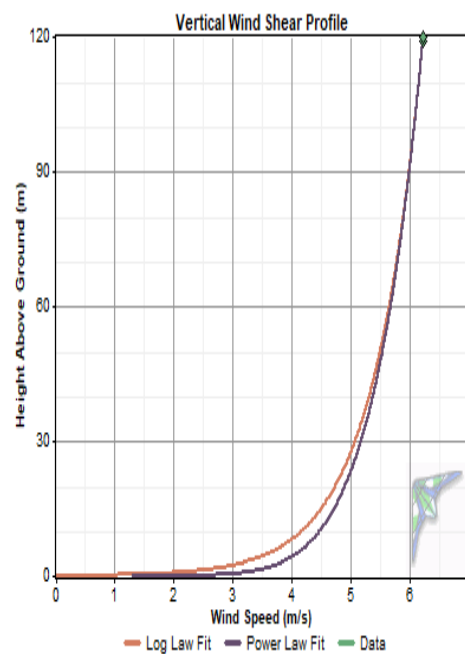


Figura 17: Perfil vertical del viento.

8. Conclusión de la campaña de medición

- La velocidad media alcanzó el siguiente valor para la estación de Zalamea:
 - 120 m: 6,233 m/s

Por tanto, utilizando la ley potencial de variación de la velocidad media del viento con la altura (perfil vertical) para el nivel de 119 metros se obtiene la siguiente velocidad media de viento extrapolada:

- 119 m: 6,226 m/s

A continuación, se detallan las principales conclusiones referidas al anemómetro situado a 120m, que es el anemómetro más alto de la estación anemométrica y el único disponible.

- La velocidad media es ligeramente superior en el rumbo SSW (7.45m/s).
- El campo de vientos presenta como dirección media dominante en SSW (9,55%), siendo la de mayor contenido energético la WNW (16,81%).
- La densidad de potencia media a 119 m ascendió a un valor de 279 W/m².
- La tendencia de la variación horaria de la velocidad media del viento muestra un mínimo en torno a las 12:00 del mediodía.

9. Extrapolación a largo plazo

Se ha considerado que el periodo escogido, que comprende desde el 01/01/2010 al 01/01/2020 es representativo del largo plazo, por tratarse de 10 años completos, de una serie virtual. Aun así, se podría tener en cuenta una serie virtual de mayor duración, aunque se obtendrían unos datos muy similares.

10. Curvas de isoventas

Con el objeto de evaluar el efecto de la orografía y la rugosidad superficial local sobre el comportamiento del viento en la zona del parque eólico, se ha realizado una simulación del campo de viento mediante el modelo WASP.

El modelo utilizado WASP (*Wind Atlas Analysis and Application Program*) a partir de una serie de datos de entrada como son la serie temporal de viento, la topografía, la rugosidad y los posibles obstáculos, obtiene la velocidad geostrófica, velocidad del viento sin perturbar en la atmósfera libre, para finalmente calcular la velocidad del viento en una coordenada determinada sin más que asumir la igualdad de velocidades geostróficas (hipótesis razonable pues las velocidades geostróficas varían con grandes distancias) y aplicar los modelos de orografía, rugosidad y obstáculos previamente definidos por sus parámetros de entrada.

A continuación, se adjuntan el mapa de densidad de potencia y el mapa de velocidad media a la altura de buje de 119 metros como representativo. En ellos puede observarse que, de forma general, las zonas de mayor potencial eólico corresponden con las de mayor altitud.

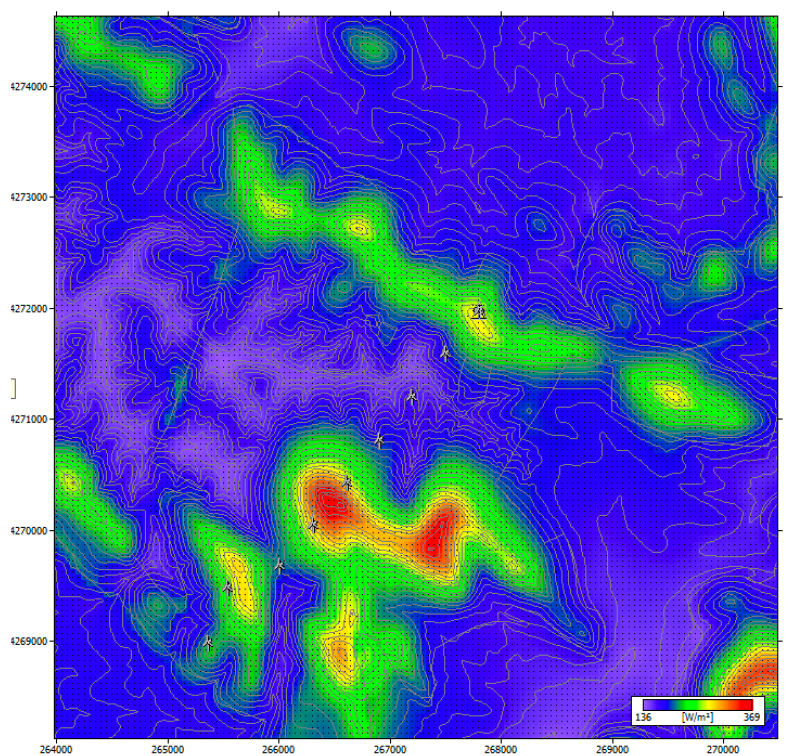


Figura 18: Mapa de isoventas emplazamiento, densidad de potencia.

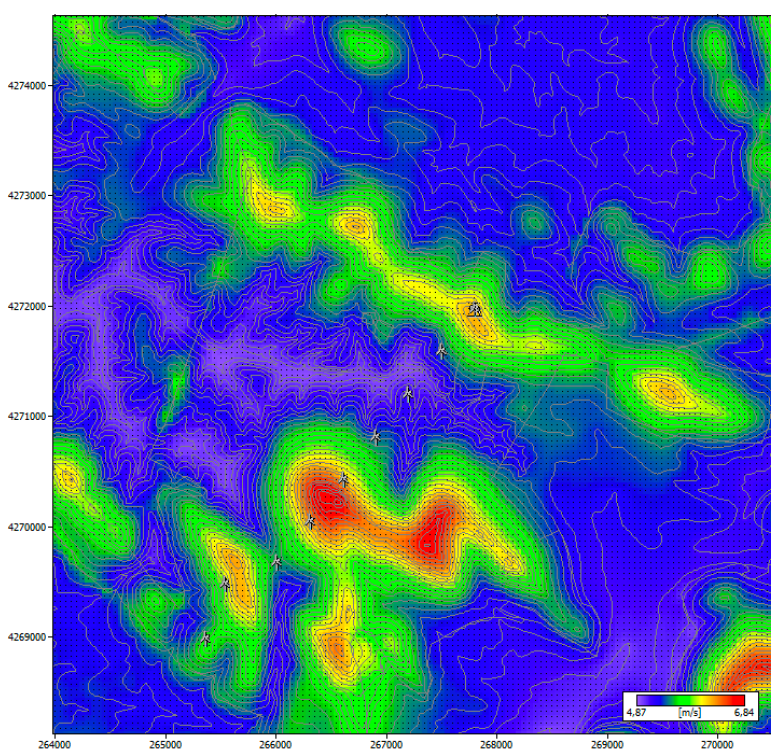


Figura 19: Mapa de isoventas emplazamiento, velocidad media.

11. Emplazamiento de detalle de aerogeneradores

11.1. Evaluación de la energía media anual producida

La estimación de la energía media anual producida se ha realizado con el programa WASP a partir de las siguientes hipótesis en conformidad con lo indicado anteriormente sobre las estaciones de referencia:

- Campo de viento en el emplazamiento de cada aerogenerador: parámetros de Weibull (A y C) más la frecuencia.
- Productividad de aerogeneradores del 100 %.
- Pérdidas de producción por efecto estela (modelo PARK del programa WAsP 10.0).
- Alturas de buje de los aerogeneradores: 119, 120.9 y 122.5 metros.
- Curvas de potencia de los aerogeneradores:
 - o Vestas V162 de 5,6MW de potencia nominal, adaptada a la densidad del emplazamiento de valor 1,111 kg/m³.
 - o Siemens Gamesa SG 6.0-155 de 6MW de potencia nominal, adaptada a la densidad del emplazamiento de valor 1,111kg/m³.
 - o General Electric GE 158-5,5MW de 5,5MW de potencia nominal, adaptada a la densidad del emplazamiento de valor 1,111kg/m³.

A continuación, se presenta la producción media anual bruta de cada aerogenerador para las tecnologías estudiadas haciendo referencia a los siguientes conceptos:

- **Producción Libre:** producción bruta por máquina considerándola aislada.
- **Producción Bruta:** producción bruta por aerogenerador considerando su integración en el parque eólico y por tanto las pérdidas por estela.
- **Horas equivalentes:** es el tiempo equivalente anual de funcionamiento a potencia nominal con un 100% de productividad y por tanto sin considerar las pérdidas de producción por mantenimiento, indisponibilidades de red, etc.

11.2 Vestas V162 de 5,6MW de potencia nominal, altura de buje 119m (Potencia total instalada: 44,8 MW)

PARQUE EÓLICO ZALAMEA								
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIA ANUAL ESTIMADA								
AEROGENERADORES V162-5,6MW								
ALTURA DE BUJE 119 metros								
Aero	Xutm	Yutm	Producción Libre (MWh/año)	Producción Bruta (MWh/año)	Pérdidas(%)	Velocidad a HH (m/s)	Clase	Horas equivalentes
A01	267.810	4.271.912	17.644	16.395	4,35	6,23	III	2.927,67
A02	267.512	4.271.530	13.409	12.034	3,72	5,37	IV	2.148,93
A03	266.916	4.270.750	14.948	13.454	4,86	5,46	IV	2.402,50
A04	266.619	4.270.367	18.295	16.778	6,03	6,35	III	2.996,07
A05	266.316	4.269.990	16.748	16.310	5,47	6,23	IV	2.912,50
A06	266.018	4.269.617	12.840	12.301	5,17	5,46	IV	2.553,75
A07	265.554,6	4.269.420	15.580	15.021	5,97	6,00	IV	2.682,32
A08	265.378	4.268.922	16.019	15.023	1,69	5,68	IV	2.682,67
TOTAL			127.423	121.051	4,657	5,85	IV	2.707,96

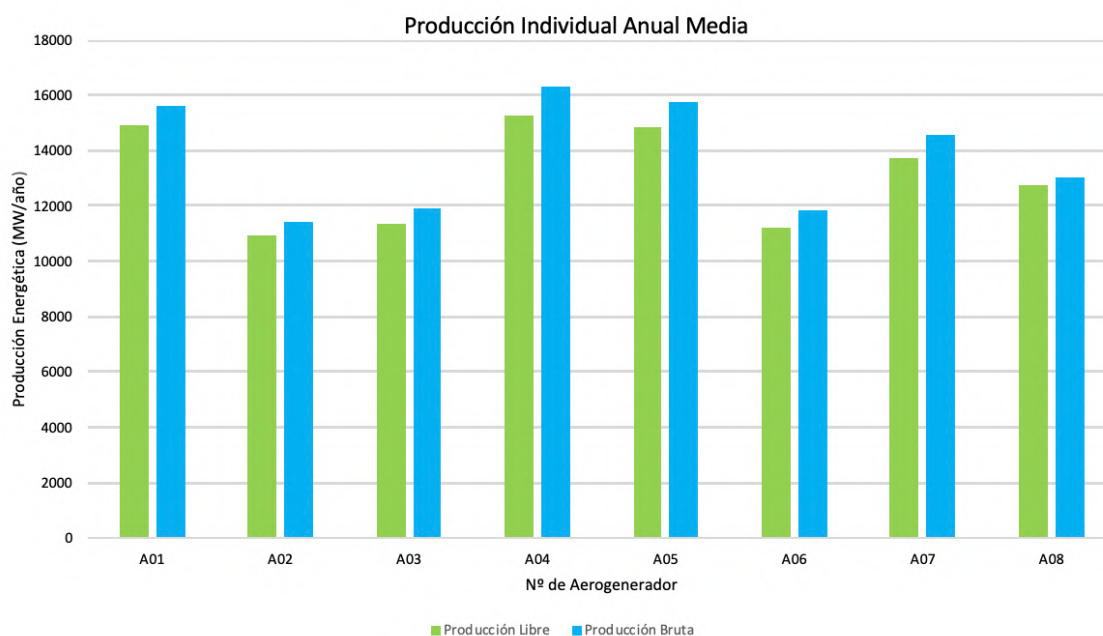


Figura 20: Producción individual anual media.

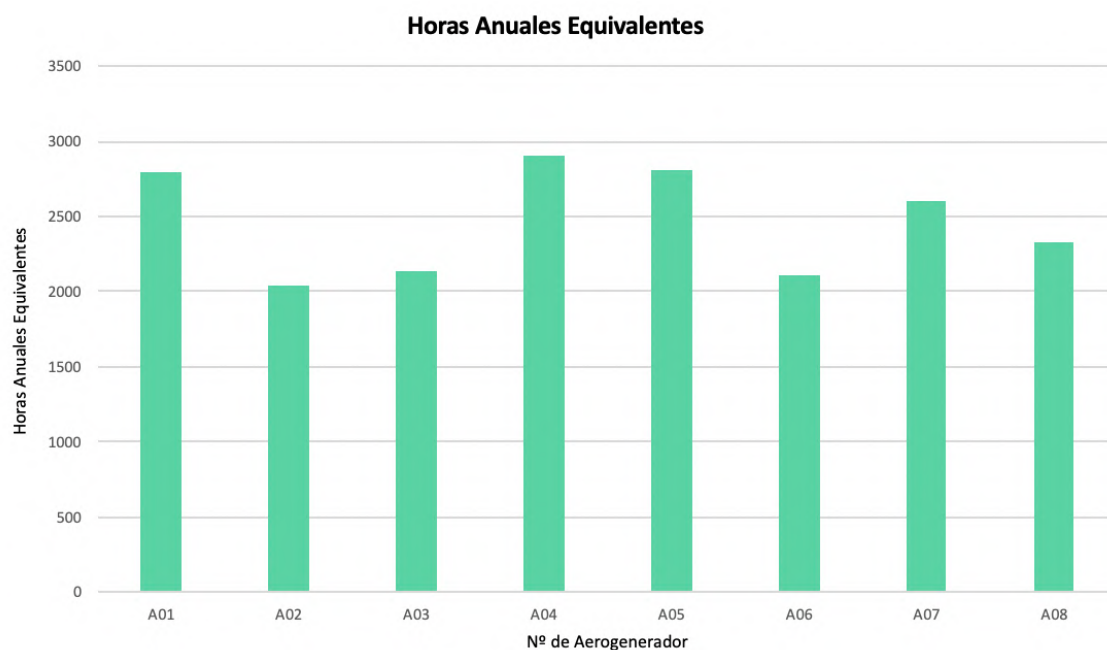


Figura 21: Horas anuales equivalentes.

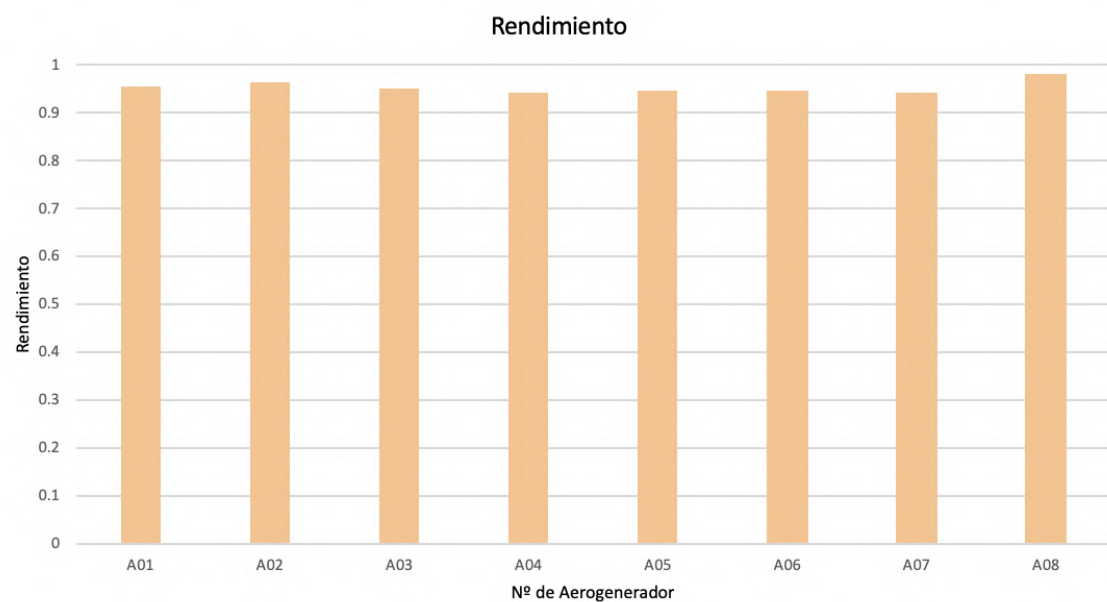


Figura 22: Rendimiento de los aerogeneradores.

11.3 Siemens Gamesa SG 6.0-155 de 6MW de potencia nominal, altura de buje 122,5m (Potencia total instalada: 48 MW)

PARQUE EÓLICO ZALAMEA								
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIA ANUAL ESTIMADA								
AEROGENERADORES S.G 6.0-6MW								
ALTURA DE BUJE 122,5 metros								
Aero	Xutm	Yutm	Producción Libre (MWh/año)	Producción Bruta (MWh/año)	Pérdidas(%)	Velocidad a HH (m/s)	Clase	Horas equivalentes
A01	267.81	4.271.912	16.623	15.854	4,63	6,35	III	2.642,33
A02	267.512	4.271.530	12.219	11.552	5,46	5,48	IV	1.925,33
A03	267.211	4.271.144	11.242	10.693	4,89	5,27	IV	1.782,17
A04	266.916	4.270.750	12.778	12.112	5,21	5,58	IV	2.018,67
A05	266.619	4.270.367	17.324	16.352	5,62	6,47	III	2.725,33
A06	266.316	4.269.990	16.746	15.914	4,97	6,35	III	2.652
A07	266.018	4.269.617	12.690	12191	3,93	5,58	IV	2.031,83
A08	265.554,6	4.269.420	15.520	15074	2,88	6,12	III	2.512,33
TOTAL			115.142	109.742	4,69	5,9	IV	2.286,25

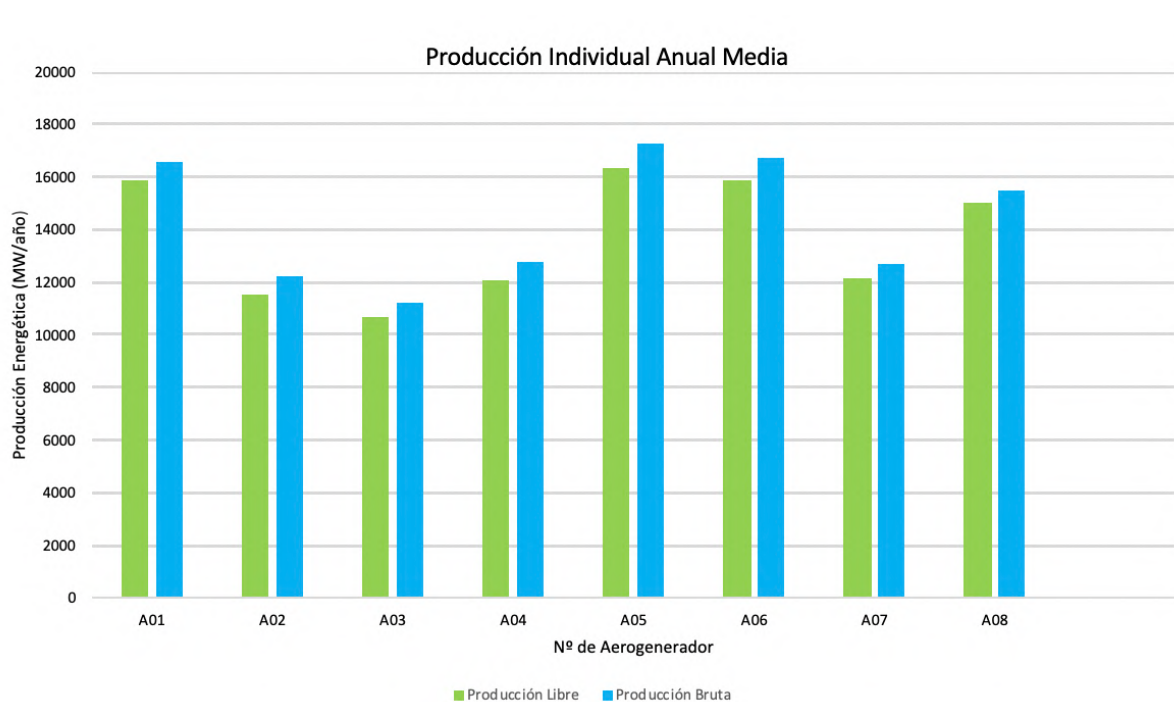


Figura 23: Producción individual anual media.

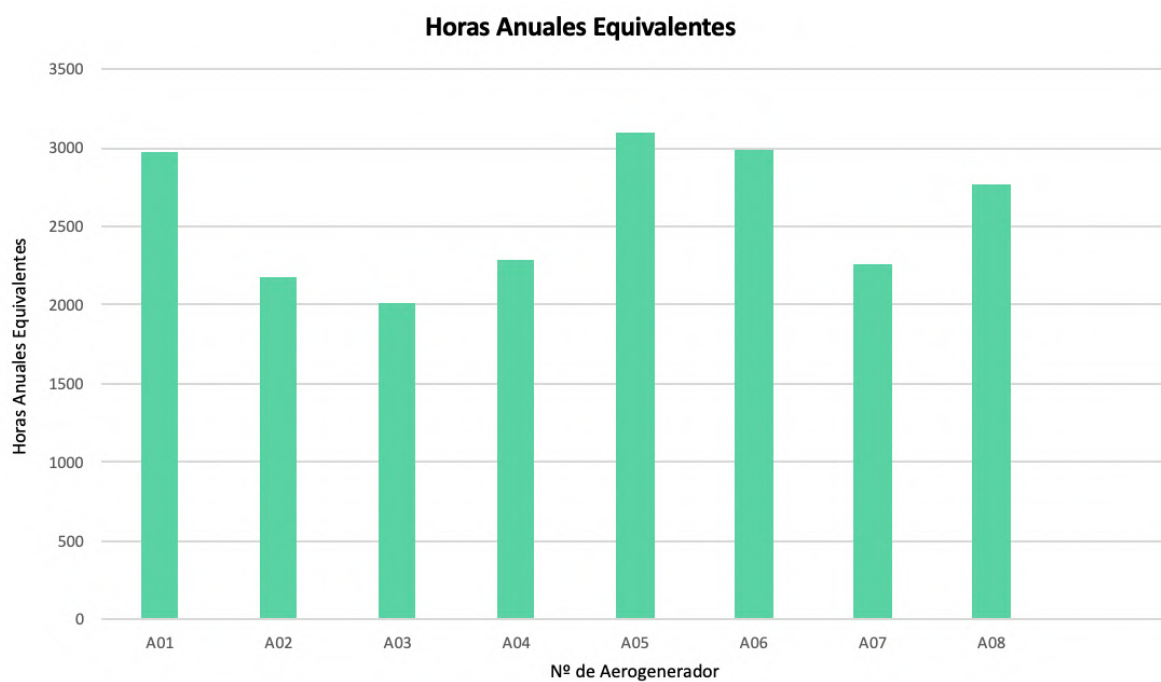


Figura 24: Horas anuales equivalentes.

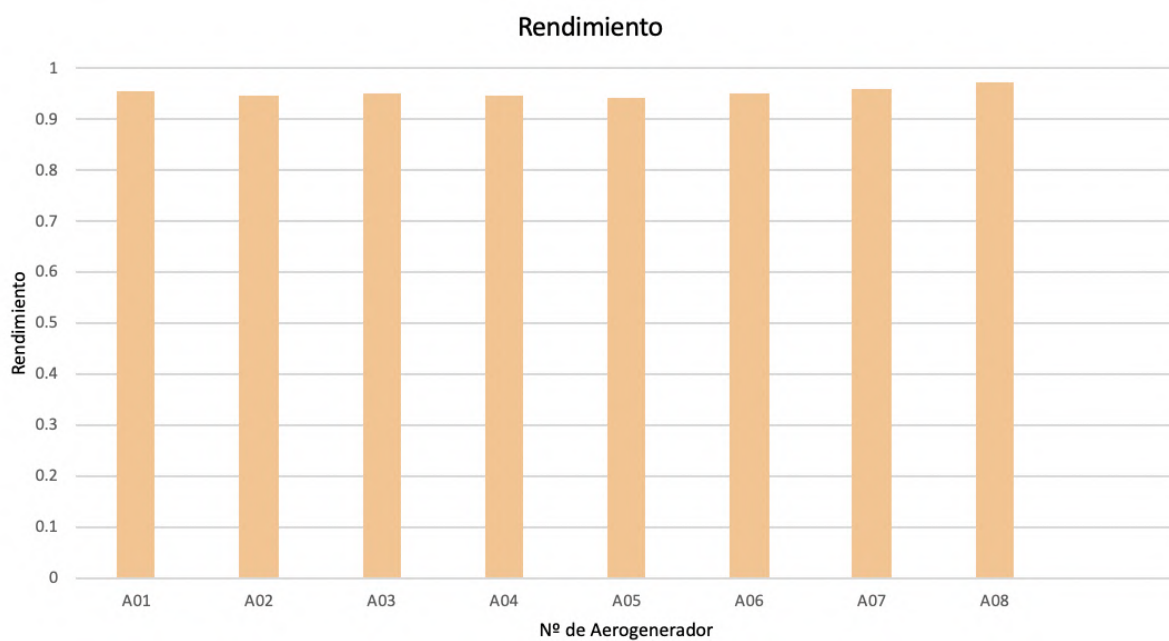


Figura 25: Rendimiento de los aerogeneradores.

11.4 General Electric GE 158-5,5MW de 5,5MW de potencia nominal, altura de buje 120,9m (Potencia total instalada: 49,5 MW)

PARQUE EÓLICO ZALAMEA

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MEDIA ANUAL ESTIMADA

AEROGENERADORES G.E 5,5MW-158

ALTURA DE BUJE 120,9 metros

Aero	Xutm	Yutm	Producción Libre (MWh/año)	Producción Bruta (MWh/año)	Pérdidas(%)	Velocidad a HH (m/s)	Clase	Horas equivalentes
A01	267.81	4.271.912	15.076	14.383	4,6	6,34	III	2.615,09
A02	267.512	4.271.530	11.126	10.533	5,33	5,46	IV	1.915,09
A03	267.211	4.271.144	10.250	9.760	4,78	5,25	IV	1.774,54
A04	266.916	4.270.750	11.627	11.039	5,05	5,56	IV	2.007,09
A05	266.619	4.270.367	15.688	14.807	5,61	6,45	III	2.692,18
A06	266.316	4.269.990	15.173	14.406	5,05	6,34	III	2.619,27
A07	266.018	4.269.617	11.540	10.995	4,72	5,56	IV	1.999,09
A08	265.554,6	4.269.420	14.082	13.326	5,37	6,1	III	2.422,91
A09	265.378	4.268.922	12.620	12.412	1,65	5,78	IV	2.256,73
TOTAL			117.182	111.661	4,68	5,87	IV	2.255,77

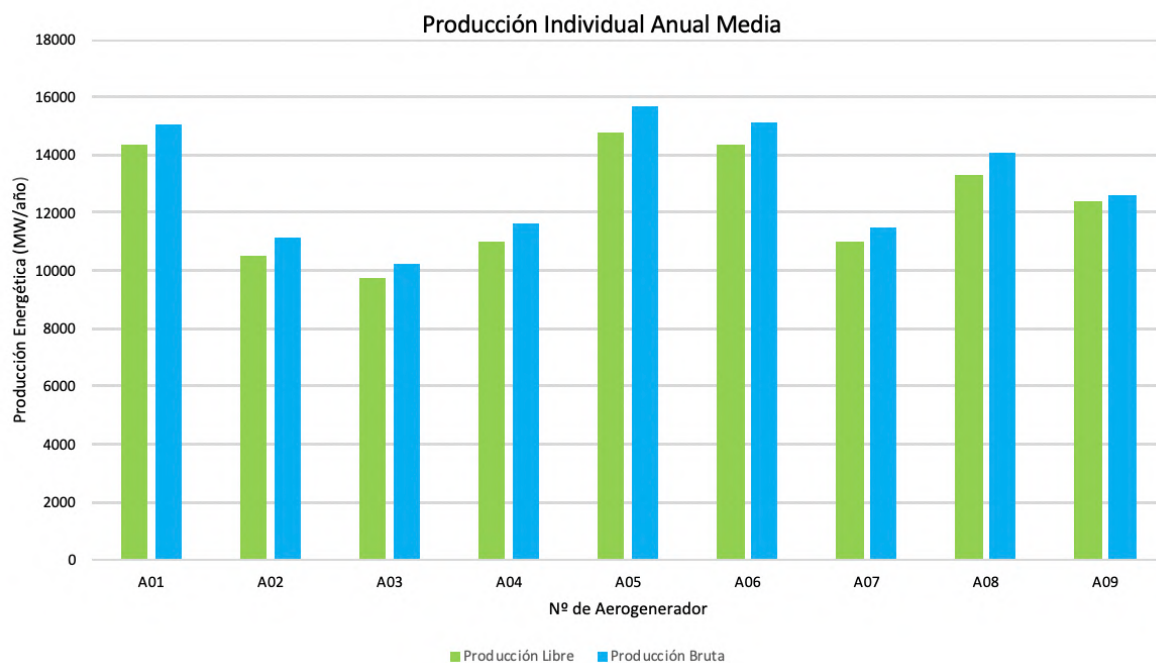


Figura 26: Producción individual anual media.

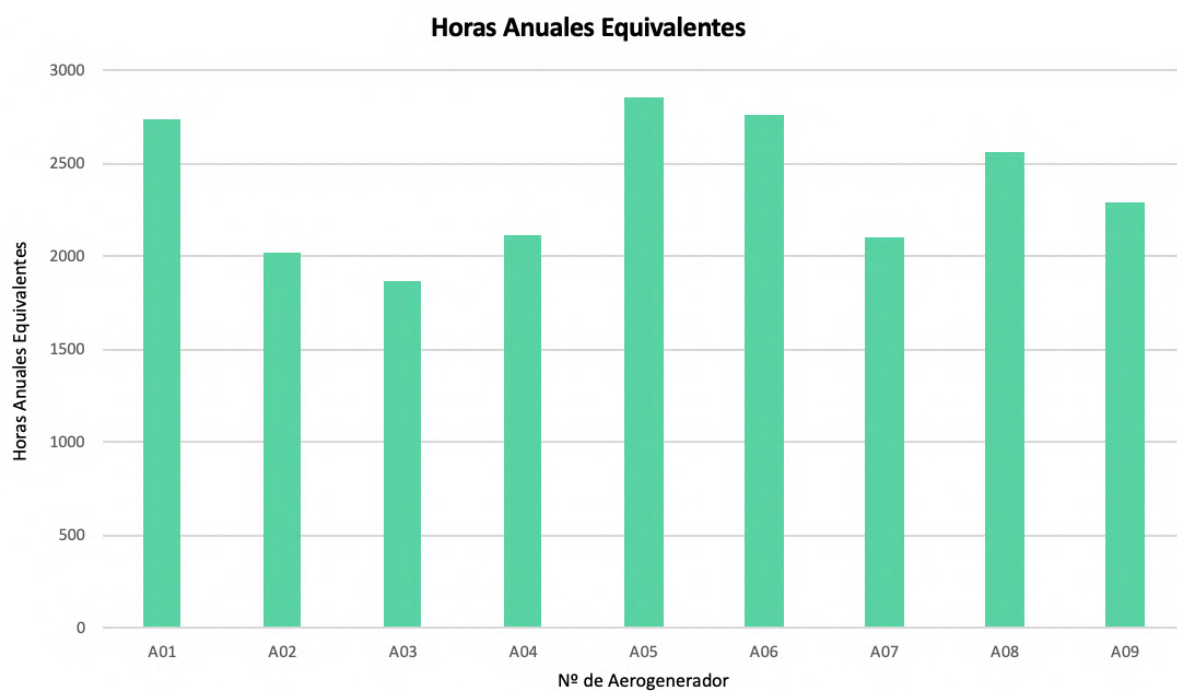


Figura 27: Horas anuales equivalentes.

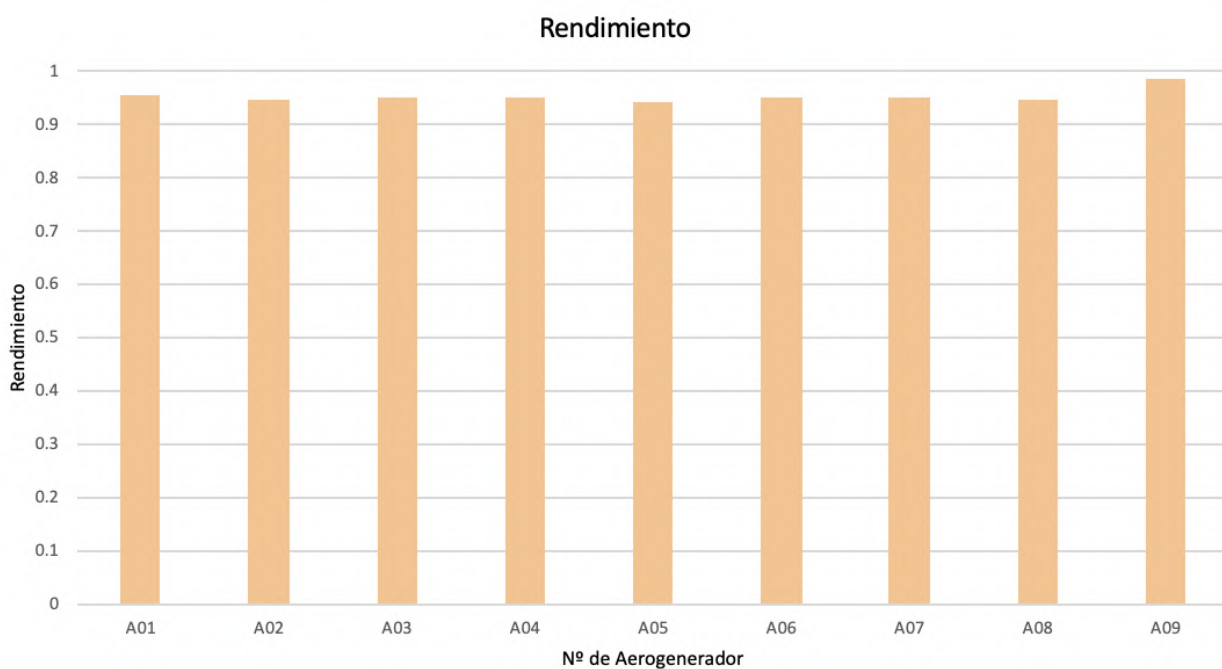


Figura 28: Rendimiento de los aerogeneradores.

12. Estimación de la energía media vertida a red anualmente

La evaluación energética media anual obtenida en los apartados precedentes se ha realizado suponiendo una productividad del parque del 100%. Para la determinación de la energía media anual vertida a red se han de considerar las pérdidas ocasionadas por:

- Indisponibilidad de los aerogeneradores y de las instalaciones eléctricas. (97%)
- Pérdidas de energía en las instalaciones eléctricas. (97%)
- Otras pérdidas. (95%)

Pérdidas	
Eléctricas	97%
Disponibilidad	97%
Otras pérdidas	97%
Total	91,27%

Por tanto:

$$\text{Producción neta} = 0,97 * 0,97 * 0,97 * \text{Producción Bruta}$$

Con esas consideraciones la energía media anual vertida a red y el tiempo medio de funcionamiento a potencia nominal resulta la siguiente:

PARQUE EÓLICO ZALAMEA									
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL									
Alternativa	HH (m)	Potencia nominal (MW)	Nº aeros	Potencia instalada (MW)	Energía Libre (MWh/año)	Energía Bruta (MWh/año)	Energía neta (MWh/año)	Horas equivalentes	Factor de capacidad (%)
V162-5,6MW	119	5,6	8	44,8	127.423	121.051	110.484	2.466,14	28,15%
SG 6.0-170	122,5	6,0	8	48	115.142	109.742	100.158,56	2.286,25	27,38%
GE 158-5,5MW	120,9	5,5	9	49,5	117.182	111.661	101.909,98	2.255,77	27,02%

13. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio previo se resumen a continuación:

- El recurso eólico disponible en el emplazamiento caracterizado por las velocidades medias analizadas a lo largo del documento resulta ser de clase IV.

A continuación, se detallan las principales conclusiones referidas al anemómetro situado a 120m, que es el anemómetro más alto de la estación anemométrica y el único disponible.

- La velocidad media es ligeramente superior en el rumbo SSW (7.45m/s).
- El campo de vientos presenta como dirección media dominante en SSW (9,55%), siendo la de mayor contenido energético la WNW (16,81%).
- La densidad de potencia media a 119 m ascendió a un valor de 279 W/m².
- La tendencia de la variación horaria de la velocidad media del viento muestra un mínimo en torno a las 12:00 del mediodía.
- La simulación del campo de vientos con el modelo WAsP, con la inclusión de modelos de orografía y rugosidad del suelo, dio como resultado el mapa de isoventas a la altura de buje del aerogenerador de 119 metros. En el mismo se diferencian claramente como zonas de mayor potencial eólico son las que tienen mayor cota y coinciden con las áreas donde se han ubicado los aerogeneradores.
- En la estimación de la producción media vertida a red se ha tenido en cuenta las posibles disminuciones como consecuencia de las indisponibilidades de los aerogeneradores, las pérdidas eléctricas en las instalaciones y otras pérdidas. Todo ello se ha englobado en un factor de disminución de la producción media del parque de valor 0,91. Habiéndose obtenido los siguientes resultados de las tres tecnologías de aerogeneradores considerados:

PARQUE EÓLICO ZALAMEA									
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL									
Alternativa	HH (m)	Potencia nominal (MW)	Nº aeros	Potencia instalada (MW)	Energía Libre (MWh/año)	Energía Bruta (MWh/año)	Energía neta (MWh/año)	Horas equivalentes	Factor de capacidad (%)
V162-5,6MW	119	5,6	8	44,8	127.423	121.051	110.484	2.466,14	28,15%
SG 6.0-170	122,5	6,0	8	48	115.142	109.742	100.158,56	2.286,25	27,38%
GE 158-5,5MW	120,9	5,5	9	49,5	117.182	111.661	101.909,98	2.255,77	27,02%

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

ANEXO II: Cálculos justificativos

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



ANEXO II: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Cálculo

Índice General

- I.1: DIMENSIONAMIENTO DE CABLES
- I.2: CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO

I.1: DIMENSIONAMIENTO DE CABLES

Cálculo

Índice

1. Objeto	3
2. Dimensionado de los cables de Media Tensión	3
2.1. Documentos de referencia	3
2.2. Criterios para el dimensionamiento de cables	3
2.3. Hipótesis para el dimensionamiento de cables.....	4
2.3.1. Criterio 1: Intensidad máxima admisible en régimen permanente.....	4
2.3.2. Criterio 2: Caída de tensión en el cable	5
2.4. Resultado de las secciones de los conductores.....	5
2.4.1. Criterio 1: Intensidad máxima admisible.....	5
2.4.2. Criterio 2: Caída de tensión en el cable.....	7
3. Niveles de aislamiento.....	8
4. Distancias mínimas	8

1. Objeto

El objeto del presente documento es presentar los cálculos justificativos del dimensionamiento de cables de Media Tensión, así como otra serie de consideraciones eléctricas a tener en cuenta en la infraestructura eléctrica del Parque eólico Zalamea.

2. Dimensionado de los cables de Media Tensión

En este capítulo se determinan las secciones de los conductores que canalizan la energía generada en cada uno de los aerogeneradores del parque eólico.

El Parque Eólico contará con dos circuitos y un total de ocho (8) aerogeneradores de 5,6MW, distribuyéndose de forma equilibrada cuatro aerogeneradores en cada circuito.

CIRCUITO	Nº de aeros	DENOMINACIONES de AEROS
Circuito 1	4	A01, A02, A03 y A04
Circuito 2	4	A05, A06, A07 y A08

Por cada circuito circulará una intensidad de 538,84A, por lo que el cable elegido para el tendido subterráneo de media tensión será RHZ1-2OL con conductor de cobre, tensión de aislamiento 18/30kV con una sección obtenida en los cálculos que se muestran a continuación.

2.1. Documentos de referencia

Los siguientes documentos aportan información complementaria necesaria para llevar a cabo el presente estudio:

- Implantación de general, zanjas eléctricas, documento 2020003.
- Unifilar General de Media Tensión, documento 2020007
- Normas UNE 211435, UNE-EN 60228, UNE-21192, IEC-60949, IEC-60228.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITC-LAT 01 a 09. (Real Decreto 223/2008)
- Catálogo de cables de Media Tensión Top Cable.

2.2. Criterios para el dimensionamiento de cables

Para el dimensionamiento de los cables se utilizará el mas exigente de los siguientes criterios:

- Criterio 1: Intensidad máxima en el cable en régimen permanente.
- Criterio 2: Caída de tensión en el cable.

2.3. Hipótesis para el dimensionamiento de cables

-En el caso de instalaciones enterradas, los valores de la carga máxima admisible contemplan una profundidad de instalación de 90 cm, el terreno de referencia está a 25°C de temperatura y presenta una resistividad térmica de 1,5 K m/W.

-La temperatura máxima de servicio en régimen permanente del conductor será de 90°C.

-La temperatura máxima en cortocircuito del conductor será de 250°C.

En la documentación del fabricante del aerogenerador se puede consultar la curva de capacidad de la máquina, con los valores de potencia activa y reactivas máximas podemos calcular el $\cos \varphi$ mínimo de funcionamiento, que nos dará la condición de funcionamiento a máxima corriente de la máquina, con la cual calcularemos las secciones del cable.

2.3.1. Criterio 1: Intensidad máxima admisible en régimen permanente

Los coeficientes reductores que se detallan a continuación están de acuerdo con el Reglamento de línea de alta tensión en concreto la ITC-LAT 06.

Cables enterrados y coeficientes reductores:

- La temperatura del terreno se considerará de 25°C (sin factor de corrección).
- Profundidad de enterramiento: 90 – 110 cm (factores de corrección entre 1,01 y 0,99 respectivamente).
- Resistividad térmica del terreno: se supondrá igual a 1,5 K·m/W para todos los cables (sin factor de corrección).
- Los cables estarán instalados tendidos en zanja, directamente enterrados, la separación entre las ternas será igual o mayor a 20 cm. Véase detalle de los tipos de Zanjas empleados para el futuro parque.
- Factores de corrección por agrupamiento de sistemas: dependiendo del tipo de agrupamiento, se tomarán los valores, o una extrapolación de ellos, de acuerdo a la tabla 10 de la ITC LAT 06.
- En los casos en que es necesario instalar más de un conductor por fase, el factor de corrección que se aplicará será de 0,90 por asociación en paralelo. En tal caso las ternas se agruparán al tresbolillo.

El factor de corrección total para un tipo determinado de instalación será el producto de todos los factores de corrección anteriores que le sean aplicables.

En los casos en los que el cable recorre tramos al aire y otros enterrados, se han aplicado los coeficientes relativos a estos últimos, por ser más restrictivos.

La intensidad modificada que será capaz de transportar el cable será la carga máxima admisible en servicio permanente dividida por el factor de corrección total:

$$I_{\text{modificada}} = \frac{I_{\text{nominal}}}{\text{Factor}}$$

2.3.2. Criterio 2: Caída de tensión en el cable

La caída de tensión (en V) en un cable se obtiene de forma aproximada por la siguiente fórmula:

$$\Delta V = 3 \cdot L \cdot I_n \times (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta V = (\sqrt{3} * L * I * \cos \phi) / (S * \gamma)$$

Donde L es la longitud del cable en km, I_n la intensidad que recorre el conductor en A, R la resistencia máxima del conductor a 90°C y 50 Hz en Ω/km , X la reactancia a 50 Hz en Ω/km y $\cos \varphi$ el factor de potencia.

En el caso en que se ha instalado más de un conductor por fase, la intensidad total que recorre el conductor se dividirá por el número de conductores por fase.

2.4. Resultado de las secciones de los conductores

2.4.1. Criterio 1: Intensidad máxima admisible

Para la selección de la sección según este criterio se debe aplicar el Reglamento de Líneas de Alta Tensión, ITC-006. En este caso se obtiene una intensidad de 134,71A siendo esta la intensidad aportada por cada generador, lo que permite calcular la corriente de cada circuito siendo esta 538,86A. para la realización de dichos cálculos se ha utilizado un factor de corrección total de 0,79 como se ha detallado anteriormente.

A continuación, se muestran los pasos aplicados según el Reglamento de Líneas de Alta Tensión:

1. Intensidad que aporta cada generador:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{7000}{\sqrt{3} * 30} = 134,71A$$

2. Número de aerogeneradores por línea:

Interruptor de 630A.
Nº aeros. Por línea=630/I

Se obtiene que deberá haber 2 líneas equilibradas con 4 aerogeneradores cada una.

3. Cálculo de la sección

A continuación, se presentan las tablas del Reglamento de Alta Tensión para los factores de corrección a aplicar.

Temperatura °C Servicio Permanente es	Temperatura del terreno, θ_s , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 1: Factor de corrección (F) para temperatura del terreno distinta 25°C

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tabla 6: Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm²	>185 mm²	≤185 mm²	>185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 7: Factores de corrección para profundidades de la instalación distinta de 1m

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	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
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

Tabla 4: Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5Km/W

Factores de corrección obtenidos con las tablas:

Temperatura del terreno y de servicio	1,04
Agrupamiento de 3 ternas	0,78
Profundidad del terreno 130cm	0,98
Ternas enterradas en arena	1

Tabla 5: Factores de corrección aplicados

*Los valores de los factores de corrección se han obtenido del Reglamento de Alta Tensión

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Tabla 6: Intensidades máximas admisibles en A

$$I = I_{\text{línea}} / \text{factor}$$

Con todo esto se instalarán dos cables en paralelo para cada línea por lo que cada sección se dimensionará para una intensidad de 338,92A (0,5*I), ante la posibilidad de elegir cables de cobre y aluminio siempre se elegirá un cable de aluminio debido a su menor coste, por lo que se obtienen las siguientes opciones:

- 300mm² cable de aluminio aislamiento EPR. (375A máxima admisible)
- 240mm² cable de aluminio aislamiento XLPE. (345A máxima admisible)
- 240mm² cable de aluminio aislamiento HEPR. (365A máxima admisible)

2.4.2. Criterio 2: Caída de tensión en el cable

Para el cálculo de la caída de tensión en los cables se tendrán en cuenta los dos circuitos por separado, el primero tiene una longitud de 3176,42 metros y el segundo de 3698 metros, se comprobará que la caída de tensión está dentro de unos márgenes razonables (menos del 1%).

$$\Delta V = (\sqrt{3} * L * I * \cos \phi) / (S * \gamma)$$

$$\text{Circuito 1} \rightarrow \Delta V = \frac{\sqrt{3} * 3176,42 * 538,86 * 0,9}{400 * 44} = 151,6 \text{ V} = 0,5\%$$

$$\text{Circuito 1} \rightarrow \Delta V = \frac{\sqrt{3} * 3698 * 538,86 * 0,9}{400 * 44} = 176,49 \text{ V} = 0,58\%$$

3. Niveles de aislamiento

Los niveles de aislamiento que se han adoptado para los materiales de 132 kV, de acuerdo con MIE-RAT 12, son los que corresponden a materiales del grupo B para aislamiento pleno.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado para la tensión de 132 kV, considerando la tensión más elevada para el material (U_m) 145 kV eficaces, suponen 650 kV cresta como tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo y 275 kV eficaces como tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial durante un minuto.

Los niveles de aislamiento adoptados para los materiales de 30 kV, de acuerdo a MIE-RAT 12, son los que corresponden a materiales del grupo A para aislamiento pleno.

En el sistema de 30 kV el material soporta permanentemente como tensión más elevada para el material (U_m) 36 kV eficaces, 170 kV cresta como tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo y 70 kV eficaces como tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial durante un minuto.

4. Distancias mínimas

De acuerdo con el nivel de aislamiento adoptado y según lo indicado en las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 12 en 132 kV y 30 kV, las distancias mínimas fase-tierra y entre fases son las siguientes:

Nivel de Tensión	Tensión soportada a impulsos tipo rayo	Distancia mínima fase- tierra	Distancia mínima entre fases
132 kV	650 kV	130 cm	130 cm
30 kV	150 kV	32 cm	32 cm

Según la instrucción MIE-RAT 15 apartado 3.1.2 los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre pasillos deberán estar a una altura mínima H sobre el suelo medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Siendo “ d ” la distancia expresada en centímetros, asociada al nivel de tensión y mostrada en la tabla de arriba.

Por otra parte, todos los elementos en tensión, en las zonas accesibles, estarán situados a una altura, sobre el suelo, superior a 230 cm, considerando en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si este se encuentra puesto a tierra, cumpliendo de esta forma lo indicado en la instrucción MIE-RAT 15 apartado 3.1.5.

La distancia entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a la distancia B , que en el caso de un cerramiento mediante enrejado de cualquier altura superior a 220 cm, viene dado por la ecuación:

$$B = 150 + d$$

Siendo “ d ” la distancia expresada en centímetros, asociada al nivel de tensión y mostrada en la tabla de arriba.

Por lo tanto, para el nivel de tensión de 132 kV de la subestación se tienen que respetar las siguientes distancias mínimas:

Nivel de Tensión	"d"	Altura mínima (H) sobre el suelo	Distancia entre el cerramiento y las zonas en tensión (B)
132 kV	130 cm	$250 + 130 = 380$ cm	$150 + 130 = 280$ cm

I.2: CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO

Cálculo

Índice

1. Objeto	3
2. Documentos de referencia	3
3. Hipótesis de cálculo y datos de partida	3
4. Impedancias del sistema	4
5. Fuente equivalente de tensión.....	5
6. Resultados	6
7. Conclusiones.....	6

1. Objeto

El objeto del presente documento consiste en determinar el nivel máximo de las corrientes de cortocircuito que presentarán los diferentes niveles de tensión del sistema eléctrico del parque eólico de Zalamea.

El cortocircuito máximo será utilizado para la elección de los interruptores necesarios en el sistema eléctrico, y la validación de las máquinas eléctricas elegidas.

2. Documentos de referencia

Los siguientes documentos sirven de partida para llevar a cabo el presente estudio:

- “Esquema Unifilar General del Parque Eólico”
- IEC Standard 60909: “Short-Circuit Current Calculation in Three Phase A.C. Systems”.
- UNE-EN 60067-5-2008: “Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos”.
- IEEE Standard 141-1993: “Electric Power Distribution for Industrial Plants (Red Book)”.
- UNE 21239-3: “Cálculo de corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna”.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

3. Hipótesis de cálculo y datos de partida

- Las corrientes de cortocircuito trifásica y de línea a tierra, en la futura subestación de 132 kV han sido estimadas de la forma más conservadora posible conforme a la indicación dada por la norma UNE-EN 60076-5, según la cual si se desconoce la potencia aparente de cortocircuito de la red, se pueden utilizar los valores dados por la tabla 2 de dicha norma, lo que nos daría un valor máximo de la potencia aparente de cortocircuito en función de la tensión de la red a que se conecte la subestación.
- Las impedancias de las líneas de media tensión de 30 kV y de los conductores de baja tensión en el interior de cada aerogenerador se consideran como nulas, ya que se pueden considerarse nulas las impedancias del resto del sistema.
- Se consideran fuera de servicio los equipos redundantes
- Todas las cargas tipo no motor están funcionando al 100 %.
- El valor estimado R/X para la red, fue establecido en 0,125.

4. Impedancias del sistema

En este apartado se calculan las impedancias que habrá en el circuito con el fin de poder representar un circuito monofásico equivalente que permita calcular la intensidad de cortocircuito:

Red

$$Z_{red,132kV} = c * \frac{U_{nQ}^2}{S_{KQ}''}$$

- c: Factor de tensión, en este caso 1.1.
- U_{nQ} : Tensión compuesta de la red en vacío, en este caso 132kV
- S_{KQ}'' : Potencia de cortocircuito simétrica inicial 7200 MVA

$$Z_{red,30kV} = \frac{Z_{red,132kV}}{t^2} = 0,14\Omega$$

- t: Relación de transformación.

$$R_Q = 0,1 * X_Q = 0,014\Omega$$

$$X_Q = 0,995 * Z_Q = 0,139\Omega$$

Transformador de la Subestación

$$Z_{TS30kV} = \frac{u_{kr} * U_{rT}^2}{100 * S_{rT}}$$

- u_{kr} : Tensión asignada de cortocircuito del transformador en %, en este caso 12%.
- U_{rT} : Tensión compuesta asignada del transformador, en este caso 30kV.
- S_{rT} : Potencia aparente asignada del transformador, en este caso 56MVA.

$$Z_{TS30kV} = 1,92^{90^\circ} \Omega$$

$$Z_{eq30kV}^I = Z_{red30kV} + Z_{TS30kV} = 2,06^{89,61^\circ} \Omega$$

Transformador principal del aerogenerador

$$Z_{Tppal30kV} = \frac{u_{kr} * U_{rT}^2}{100 * S_{rT}}$$

- u_{kr} : Tensión de cortocircuito asignada del transformador en %, en este caso 8%.
- U_{rT} : Tensión compuesta asignada del transformador, en este caso 30kV.

- S_{rT} : Potencia aparente asignada del transformador, en este caso 7MVA.

$$Z_{Tppal30kV} = 10,28^{90^\circ} \Omega$$

Generador

Impedancia de los motores asíncronos según UNE 21239-92:

$$Z_{G30kV} = 60^{69,5^\circ} \Omega$$

$$Z_{eq30kV}^{II} = Z_{Tppal30kV} + Z_{G30kV} = 69,72^{72,5^\circ} \Omega$$

5. Fuente equivalente de tensión

A continuación se presenta la fuente equivalente de tensión según la norma:

$$E = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3}} = \frac{1,1 \cdot 30000}{\sqrt{3}} = 19052,56 V$$

La $Z_{eqFinal}$ se calcula como el paralelo entre Z_{eq30kV}^I y Z_{eq30kV}^{II} , obteniendo:

$$Z_{eqFinal} = 2,00^{89,12^\circ} \Omega$$

El resultado final es : $I_k'' = 9510,33^{-89,12^\circ} A$

Las diferentes aportaciones a esta corriente de cortocircuito son:

- Aportación de cada aerogenerador:

$$I_{kAero}'' = 280,34^{-72,5^\circ} A$$

- Aportación de la Red a través del transformador de la subestación:

$$I_{kRED}'' = 7573,08^{-89,61^\circ} A$$

6. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de cortocircuito del parque eólico Zalamea:

Tensión	I_k''	I_{kAero}''	I_{kRED}''
30kV	9510,33 $^{-89,12^\circ}$ A	280,34 $^{-72,5^\circ}$ A	7573,08 $^{-89,61^\circ}$ A

Tabla 1: Resultados cálculo de cortocircuito

7. Conclusiones

Con los resultados obtenidos y las secciones calculadas en el apartado de dimensionamiento de cables se puede comprobar que estos aguantan la intensidad de cortocircuito, siendo la intensidad máxima de estos 345A.

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

ANEXO III: Estudio Técnico Económico de Viabilidad

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



ANEXO III: ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD

Anexo

Índice

1. Análisis económico y financiero	4
1.1. Datos de partida.....	4
1.1.1. Producción.....	4
1.1.2. Vida útil	4
1.1.3. Precio de Venta.....	4
1.1.4. Gastos de explotación	4
1.1.5. Hipótesis económicas.....	5
1.1.5. Hipótesis financieras.....	5
2. Volumen de inversión total a acometer.....	6
3. Cronograma previsto para la inversión.....	7
4. Detalle de las fuentes de financiación a utilizar	8
5. Ingresos esperados por la explotación del parque.....	9
6. Gastos operativos desglosados por categorías.....	10
7. Análisis de la rentabilidad del proyecto.....	11
8. Cuenta de pérdidas y ganancias	12
9. Análisis de sensibilidad.....	13
10. Conclusiones.....	14

1. Análisis económico y financiero

En el presente documento se recoge el estudio de viabilidad económica del Parque Eólico Zalamea.

1.1. Datos de partida

Las hipótesis adoptadas para la determinación de los flujos de caja anuales generados y por tanto la rentabilidad del proyecto, se exponen a continuación:

1.1.1. Producción

De acuerdo con las simulaciones realizadas se espera una producción del parque de 105.253 MWh/a. Esta producción corresponde a un funcionamiento aproximadamente de 2466,14 horas equivalentes a potencia nominal (44,8MW).

1.1.2. Vida útil

Se considera una vida útil de 20 años, considerando que funciona todos los años excepto el primero un total de 2466,14 horas equivalentes a potencia nominal.

1.1.3. Precio de Venta

El precio de venta se fijará según la normativa, esta fijación de precio de venta se fija según el precio medio anual de la energía eólica fijado por la Comisión Nacional del Mercado de la competencia y que se puede consultar en el Mercado Ibérico de Electricidad.

Para la realización de este proyecto se ha fijado un precio medio para el año 2021 de 4,6c€/kWh, este precio irá variando con los años según lo comentado anteriormente.

1.1.4. Gastos de explotación

Los gastos de explotación se pueden ver en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente Estudio. Para este parque se han aplicado los siguientes costes:

	c€/kWh	k€/año
Op. & Mant. aerogeneradores	0,75	
Op. & Mant. resto de parque	-	61,60
Aceites + repuestos	-	-
Terrenos	-	-
Administración	-	15,20
Personal	-	24,00
Seguros	-	38,66
Impuestos	-	72,53
Otros gastos de explotación		30,93

Tabla 2: Gastos de explotación.

La actualización anual de los mismos se ha adoptado siguiendo la evolución del IPC anual (estimado en un 2,5 %).

1.1.5. Hipótesis económicas

Se han considerado las siguientes hipótesis económicas:

Tasa de inflación general (%)	1,5
Tipo impositivo (%)	25
Tipo de iva (%)	21
Amortización de inmovilizado (años)	20
Tipo de colocación de tesorería	1,5
Tasa de descuento (%)	4
Demora en los cobros de e. eléctrica a la red(meses)	1
Demora en los pagos de gastos variables (meses)	1

Tabla 3: Hipótesis económicas.

1.1.5. Hipótesis financieras

Con respecto a la financiación de proyecto se ha considerado una relación entre recursos propios y ajenos (apalancamiento) de 35/65. Las condiciones de financiación ajena se han considerado:

TIPO BASE (%) / MARGEN (%) = TOTAL (%)	4,5%	0,50%	5,00%
COMISIÓN DE APERTURA (%) / DE AGENCIA (k€)		0,9%	6
Período de devolución (AÑOS)			18
Ratio cobertura servicio de la deuda			1,15

Tabla 3: Hipótesis financieras.

En el servicio de la deuda se garantiza como mínimo un ratio de cobertura del 1,20.

Con respecto a la política de dividendos, determinante en el cálculo del TIR del accionista, se ha considerado un reparto de dividendos variable en función de los resultados del periodo. De los recursos disponibles una vez deducidas las compensaciones de resultados negativos anteriores y las dotaciones obligatorias a la reserva legal y otras reservas obligatorias, se reparte a dividendos un porcentaje razonable, destinándose el resto a reserva voluntaria.

2. Volumen de inversión total a acometer

El presupuesto de ejecución por contrata del parque eólico y la infraestructura de evacuación asociada asciende a la cantidad de:

TREINTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS TRECE MIL DOSCIENTOS TRES EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (35,313,203.94€)

• Obra Civil:	
– Parque Eólico	1,954,456.23
– Centro seccionamiento y almacen residuos peligrosos	100,000.00
• Suministros eléctricos del Parque Eólico:	
– Conductores y puesta a tierra	123,705.28
– Centro de Interconexión y Seccionamiento	191,421.78
– Cabinas de Media Tensión (MT)	118,378.00
• Montaje Eléctrico del Parque Eólico	
– Tendido de cables	62,000.00
– Centro Interconexión y Seccionamiento	80,000.00
• Aerogeneradores:	
– Aerogeneradores	26,880,000.00
• Ingeniería y Dirección de Obra	
– Ingeniería del Parque Eólico	55,000.00
– Dirección facultativa de la obra	50,000.00
• Varios	60,000.00
TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	29,674,961.29
– 16 % Gastos Generales	4,747,993.81
– 3 % Beneficio Industrial	890,248.84
TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	35,313,203.94
· GASTOS DE DESARROLLO	600,000.00
· INFRAESTRUCTURA INTERCONEXION ELECTRICA	1,250,000.00
· TOTAL INVERSIÓN (i.i.i)	37,163,203.94

[illegible]

4. Detalle de las fuentes de financiación a utilizar

	€	
• Total Fondos:	38,032,803	
• Fondos propios:	7,606,561	20%
- Acciones ordinarias	7,606,561	100%
- Acciones preferentes	0	0%
• Subvenciones:	0	0%
• Fondos ajenos	30,426,242	80%
- Deuda principal	30,426,242	100%
- Deuda subordinada	0	0%

5. Ingresos esperados por la explotación del parque

INGRESOS PREVISTOS

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Producción de energía	GWh	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	0
Precio de la electricidad	c€/kWh	4.70	4.75	4.79	4.84	4.89	4.94	4.99	5.04	5.09	5.14	5.19	5.24	5.30	5.35	5.40	5.46	5.51	5.57	5.62	5.68	5.73
Ingresos por venta de la electricidad	k€/año	5,192	5,244	5,297	5,350	5,403	5,457	5,512	5,567	5,623	5,679	5,736	5,793	5,851	5,909	5,969	6,028	6,089	6,149	6,211	6,273	0
Ingresos financieros	k€/año	0	9	19	27	36	44	51	58	65	72	78	84	89	95	124	174	224	274	326	378	0
Ingresos extraordinarios	k€/año																					
Ingresos Totales	k€/año	5,192	5,254	5,316	5,377	5,439	5,501	5,563	5,625	5,688	5,751	5,814	5,877	5,940	6,004	6,092	6,202	6,312	6,424	6,537	6,651	0

6. Gastos operativos desglosados por categorías

GASTOS OPERATIVOS

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
Op. & Mant. Aerogeneradores	k€/año	866	879	893	906	920	933	947	962	976	991	1006	1021	1036	1051	1067	1083	1099	1116	1133	1150	0
Op. & Mant. Resto De Parque	k€/año	64	65	66	67	68	69	70	71	73	74	75	76	77	78	79	81	82	83	84	85	0
Aceites + Repuestos	k€/año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terrenos	k€/año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administración	k€/año	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20	20	21	21	0
Personal	k€/año	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	33	33	34
Seguros	k€/año	40	41	42	42	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	54	0
Impuestos	k€/año	76	77	78	79	80	82	83	84	85	87	88	89	91	92	93	95	96	98	99	101	0
Otros Gastos De Explotación	k€/año	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	38	38	39	39	40	40	41	42	42	43	0
Gastos de explotación totales	k€/año	1,120	1,137	1,154	1,172	1,189	1,207	1,225	1,244	1,262	1,281	1,300	1,320	1,340	1,360	1,380	1,401	1,422	1,443	1,465	1,487	34

7. Análisis de la rentabilidad del proyecto

	TIR (%)	VAN (k€) (4.00%)	PRS(Años)
• Proyecto Antes de Impuestos:	9.38	20,260	9.11
• Proyecto Después de Impuestos:	6.50	8,866	11.22
• Accionista:	9.26	10,239	17.93

8. Cuenta de pérdidas y ganancias

CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

k€	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
1. Importe neto de la cifra de negocios	0	5192	5244	5297	5350	5403	5457	5512	5567	5623	5679	5736	5793	5851	5909	5969	6028	6089	6149	6211	6273	0
2. Variación de existencias de productos terminados y en curso de fabricación																						
3. Trabajos realizados por la empresa para su activo																						
4. Aprovisionamientos																						
5. Otros ingresos de explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Gastos de personal	0	(25)	(25)	(26)	(26)	(27)	(27)	(27)	(28)	(28)	(29)	(29)	(30)	(30)	(30)	(31)	(31)	(32)	(32)	(33)	(33)	(34)
7. Otros gastos de explotación	0	(1146)	(1163)	(1180)	(1198)	(1216)	(1234)	(1253)	(1271)	(1290)	(1310)	(1329)	(1349)	(1370)	(1390)	(1411)	(1432)	(1454)	(1475)	(1498)	(1520)	(68)
8. Amortización del inmovilizado	0	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	(1872)	0
9. Imputación de subvenciones de inmovilizado no financiero y otras																						
10. Excesos de provisiones																						
11. Deterioro y resultado por enajenaciones del inmovilizado																						
A) RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	0	2150	2185	2219	2254	2289	2325	2360	2396	2432	2469	2505	2542	2580	2617	2655	2693	2731	2770	2809	2848	-101
12. Ingresos financieros	0	0	9	19	27	36	44	51	58	65	72	78	84	89	95	124	174	224	274	326	378	0
13. Gastos financieros	0	(1664)	(1455)	(1368)	(1276)	(1179)	(1078)	(972)	(860)	(744)	(622)	(495)	(362)	(223)	(78)	(8)	(8)	(8)	(8)	0	0	0
14. Variación de valor razonable en instrumentos financieros																						
15. Diferencias de cambio																						
16. Deterioro y resultado por enajenaciones de instrumentos financieros																						
B) RESULTADO FINANCIERO	0	(1664)	(1446)	(1349)	(1248)	(1143)	(1034)	(921)	(802)	(679)	(550)	(417)	(278)	(133)	17	116	166	216	267	326	378	0
C) RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	0	486	738	870	1006	1146	1290	1440	1594	1753	1918	2089	2265	2446	2634	2771	2859	2947	3037	3135	3226	(101)
17. Impuesto sobre beneficios	0	(134)	(197)	(231)	(265)	(300)	(336)	(374)	(412)	(453)	(494)	(537)	(581)	(627)	(674)	(708)	(730)	(753)	(775)	(800)	(823)	0
D) RESULTADO DEL EJERCICIO	0	402	592	692	794	899	1008	1121	1237	1358	1482	1610	1743	1880	2021	2125	2191	2258	2326	2400	2469	(34)

9. Análisis de sensibilidad

Inversión (miles euros)	TIR proyecto (%)	TIR accionista (%)
40880	7.62	8.00
39021	8.10	8.53
37163	6.50	9.26
35305	9.18	9.66
33447	9.79	10.27
Horas de Funcionamiento (h)	TIR proyecto (%)	TIR accionista (%)
2666	9.66	10.11
2566	9.14	9.61
2466	6.50	9.26
2366	8.08	8.52
2266	7.54	7.93
Precio de Venta a Red (c€/kW)	TIR proyecto (%)	TIR accionista (%)
7.44	10.04	10.48
7.10	9.34	9.80
4.70	6.50	9.26
6.42	7.88	8.30
6.08	7.12	7.46

10. Conclusiones

A la vista de los resultados mostrados, así como el correcto estado de las cuentas anuales, se puede concluir que el proyecto es viable desde el punto de vista económico.

La inversión resulta altamente recomendable, tanto para el financiador del proyecto, como para los socios que aporten capital.

PARQUE EÓLICO - ZALAMEA

Proyecto de Ejecución

ANEXO IV: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL PROYECTO

Situación: Zalamea de la Serena (Badajoz)

Autor: Borja Martín-Cubas Núñez

Director: Consolación Alonso Alonso

Curso: 2019/2020



ANEXO IV: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE INTEGRADOS EN EL PROYECTO

Anexo

Índice

1. Objeto	4
2. Objetivos integrados en el proyecto	4
2.1. Energía asequible y no contaminante.....	5
2.2. Trabajo decente y crecimiento económico	5
2.3. Industria, innovación e infraestructura	5
2.3. Producción y consumo responsables	5
2.4. Acción por el clima	6

1. Objeto

En este documento se pretende analizar y relacionar los objetivos de desarrollo sostenible que están comprendidos en el proyecto y que nivel de importancia tienen estos y si además se van a mantener a lo largo de la vida útil del mismo o en que periodos se pueden ver afectados.

2. Objetivos integrados en el proyecto

En 2017 la ONU definió 17 objetivos para transformar el mundo y de esta forma mejorar la vida de las personas y del planeta, estos objetivos tratan tanto de la pobreza como del medio ambiente.

A continuación, se muestra una tabla resumen sobre estos 17 objetivos:



Figura 1: Objetivos desarrollo sostenible según la ONU.

Este proyecto trata de un parque eólico por lo que esto va a tener gran relación con los objetivos de mejora y conservación del medio ambiente y por otro lado también va a producir trabajo y mejora de infraestructuras en la zona en la que se desarrolla. Por tanto, los objetivos de desarrollo sostenible que están integrados en el proyecto son:

- o Energía asequible y no contaminante.
- o Trabajo decente y crecimiento económico.
- o Industria, innovación e infraestructura.
- o Producción y consumo responsables.
- o Acción por el clima.

2.1. Energía asequible y no contaminante

Este es uno de los objetivos principales que cumple el proyecto, la energía es un bien esencial para garantizar las necesidades de las personas, este proyecto beneficia tanto a las poblaciones cercanas a la instalación como a todo el mercado eléctrico español. El desarrollo de este proyecto está cumpliendo el objetivo de instalar fuentes de energía más modernas y eficaces ya que se trata de aerogeneradores de última generación y sobretodo produce energía limpia ya que se trata de una energía renovable.

2.2. Trabajo decente y crecimiento económico

Este objetivo puede tener una importancia media/alta en el proyecto, teniendo mayor importancia en la fase de construcción del parque, en la que se puede ver beneficiada la población cercana al emplazamiento, también tiene importancia la fase de mantenimiento, pero en este caso con menor afectación.

En la fase de construcción se puede llegar a necesitar aproximadamente 96 trabajadores, lo que puede hacer que la gente de la zona sea contratada y obtenga un puesto de trabajo de mejor calidad que la media de trabajos disponibles en la zona en la fase de mantenimiento se ve menos afectado el cumplimiento de este objetivo ya que se necesita menos personal y este debe tener una formación adecuada para el desarrollo de dicha labor.

2.3. Industria, innovación e infraestructura

Este objetivo se está cumpliendo de una manera indirecta, ya que no es el objetivo principal al que se enfoca el proyecto, el desarrollo de este requiere una mejora de las carreteras existentes para permitir el acceso de la maquinaria y el transporte de los aerogeneradores hasta el emplazamiento por lo que la zona se va a ver beneficiada por estas mejoras. Por otro lado, también se ve afectada por esta mejora la red eléctrica de la zona ya que para realizar la conexión del parque con la red de transporte y distribución hay que construir más líneas o renovar las existentes.

2.3. Producción y consumo responsables

Este objetivo tiene una importancia alta en proyecto, ya que no solo se trata de un proyecto de generación de energía renovable si no que también contribuye a la reducción de generación de residuos ya que este tipo de producción energética tiene una generación de residuos prácticamente nula, a diferencia de otros tipos de generación como es la nuclear o las energías fósiles que emiten contaminantes que afectan a la calidad del aire y del terreno de la zona. Esto hace que la calidad del aire y del medio ambiente mejore y por tanto lo haga también la calidad de vida de las personas del entorno.

2.4. Acción por el clima

Este es uno de los objetivos principales por el que se plantea este proyecto, la construcción y funcionamiento de este forma parte de una evolución de producción eléctrica contaminante a una producción limpia a la que se van a ver sometidos todos los países pronto o tarde, debido a los acuerdos internacionales que se llevan produciendo durante los últimos años.

La temperatura del planeta va aumentando con el paso de los años debido a la emisión de gases a la atmósfera por lo que este tipo de proyectos, que no emiten ningún tipo de emisión nociva, esta colaborando directamente a los acuerdos internacionales de reducción emisiones de gases contaminantes y por tanto a mejorar el estado del planeta y reducir ese aumento de temperaturas que se está produciendo.