



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

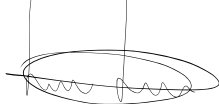
OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL NÚCLEO DE SANTA ANA, ALCALA LA REAL, JAÉN

Autor: L. Javier Hidalgo Ramírez

Director: Miguel Rosales Peinado

Madrid, Julio de 2021

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Optimización energética para abastecimiento de agua potable en el núcleo de Santa Ana,
Alcalá la Real, Jaén
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2020/21 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.: L. Javier Hidalgo Ramírez

Fecha: 20/07/2021

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Miguel Rosales Peinado

Fecha: 20/07/2021

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. L. Javier Hidalgo Ramírez _____

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Optimización energética para abastecimiento de agua potable en el núcleo de Santa Ana, Alcalá la Real, Jaén, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.





GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL NÚCLEO DE SANTA ANA, ALCALA LA REAL, JAÉN

Autor: L. Javier Hidalgo Ramírez

Director: Miguel Rosales Peinado

Madrid, Julio de 2021

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL NUCLEO DE SANTA ANA, ALCALÁ LA REAL, JAÉN

Autor: Hidalgo Ramírez, L. Javier.

Director: Rosales Peinado, Miguel.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Palabras clave: Sondeo, Abastecimiento, Agua potable, Energía Renovable

1. Introducción

Este Proyecto tiene el objetivo de alimentar energéticamente y equipar un sondeo ya construido el cual pertenece a la red de distribución de Santa Ana. Santa Ana es una pequeña pedanía de Alcalá la Real, la cual tiene 1037 habitantes y se abastece de agua de un acuífero situado en las inmediaciones de esta. Actualmente hay construido un deposito de agua potable con capacidad para abastecer a esta pedanía por un tiempo de dos días con un consumo normal de agua. A este deposito le llega el agua a través de una conducción de 1.6 km que conecta el sondeo con el deposito. El sondeo también se encuentra ejecutado, pero no tiene ningún tipo de instalación, es por ello que con este proyecto se busca solventar esta parte instalando un grupo electrobomba sumergido el cual extraiga el agua desde el fondo del sondeo y la impulse hacia el deposito, situado 65 metros más alto que el sondeo. Una vez instalada la bomba se buscará el sistema de alimentación eléctrica más eficiente y barato de construir.

2. Definición del Proyecto

Para conocer el método de alimentación energética al sondeo serán necesarios estudios de radiación solar y viento en la zona para saber si se disponen de suficientes recursos solares y eólicos que garanticen la viabilidad de la instalación de placas solares o aerogenerador.

Para conocer la potencia necesaria en placas solares o del aerogenerador, primero se ha de conocer el consumo energético que tendrá la bomba. Una vez obtenida esta potencia se procede al calculo de la planta fotovoltaica y eólica, analizando que sistema de los dos es más viable económicamente.

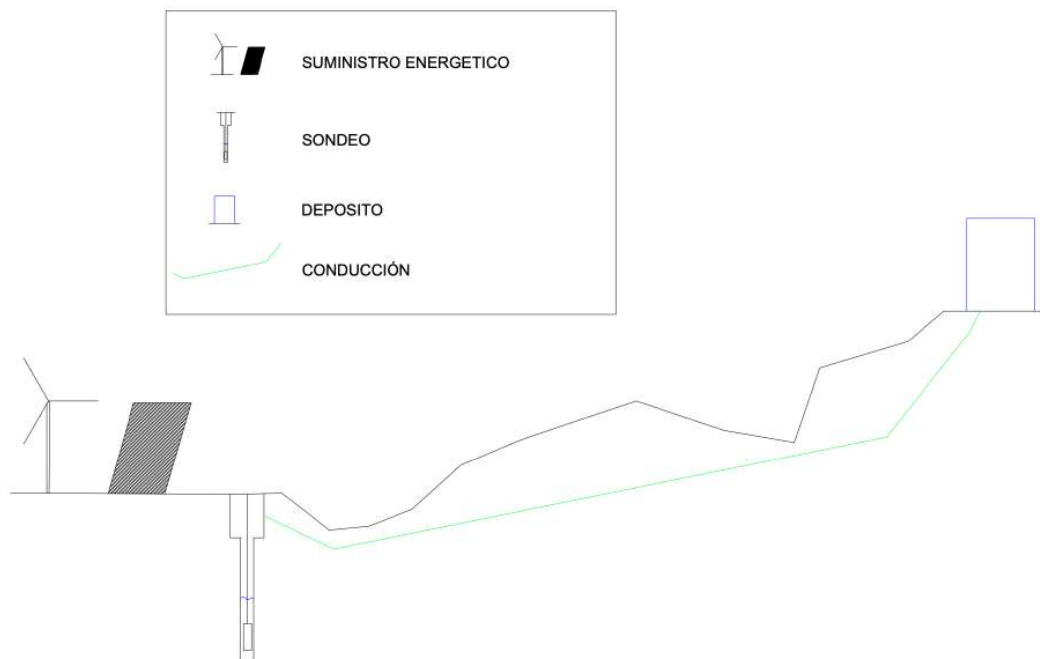


Ilustración 1: Esquema de la instalación hidráulica

3. Descripción del modelo

La diferencia de cotas entre la bomba y el depósito es de 65 metros más 10 metros de pérdidas en la conducción. La potencia necesaria de la bomba para aportar el caudal necesario para llenar el depósito en 8 horas es de 15kW. Se elige por tanto una bomba que cumpla estas características y esta tiene un consumo de 18,5kW ya que tiene un rendimiento del 80%. Una vez elegida la bomba se procede al estudio de las alternativas del aerogenerador, las placas fotovoltaicas y la red de media tensión. Los estudios de viento en la zona indican que un aerogenerador no sería la mejor opción ya que no hay un viento óptimo. Aun así sí que habría viento suficiente para generar energía eléctrica a partir de la energía eólica. El precio del aerogenerador necesario es de 53.000€.

Se repite el proceso realizado con el aerogenerador, pero esta vez con las placas fotovoltaicas. Los estudios de radiación solar en la zona indican unas condiciones óptimas de funcionamiento, habiendo un sol muy superior al necesario para el correcto

funcionamiento de las placas solares. Teniendo en cuenta la potencia de la bomba, es necesaria la instalación de 80 placas fotovoltaicas con un precio total de 12.245,60€.

La línea eléctrica de media tensión tendría que construirse desde una línea eléctrica actual propiedad de endesa hasta el sondeo. Esta línea pasaría por un espacio restringido en el que no se pueden construir líneas eléctricas aéreas, por lo que esta debería ir soterrada. El precio medio de una línea eléctrica de media tensión subterránea es de 35.000€/km. Teniendo en cuenta que la distancia de esta línea es de 3,6Km, el precio total de esta sería de 119.000,00€

4. Resultados

A la vista de los resultados económicos anteriores se comprueba que el sistema más económico es la instalación de placas fotovoltaicas. Estas no solo son más económicas en su instalación, sino que disminuyen el coste de explotación de la instalación ya que no habría que pagar los costes derivados del consumo energético. Otra de las ventajas es el uso de energías renovables, las cuales ayudan a reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y mejorando la calidad del aire.

La instalación de estas placas solares lleva consigo todo el montaje de control de la energía y de la bomba, para obtener el máximo rendimiento de esta y aprovechar al máximo el uso de la bomba en las horas de mayor radiación solar.

Al no ser el sol un recurso que tengamos disponible en todo momento, se instalará un grupo electrógeno auxiliar que solamente se ponga en marcha cuando el depósito disminuya su nivel de agua por debajo de un 10%, y así garantizar el abastecimiento de agua en todo momento.

ENERGY OPTIMIZATION FOR WATER SUPPLY IN THE TOWN OF SANTA ANA, ALCALÁ LA REAL, JAÉN

Author: Hidalgo Ramírez, L. Javier.

Supervisor: Rosales Peinado, Miguel.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

Key Words: Geotechnical survey, borehole, water supply, potable water, renewable energy

1. Introduction

This Project is aimed to power and equip an already-built geotechnical survey which belongs to the Santa Ana distribution network. Santa Ana is a little district of Alcalá la Real which has 1037 inhabitants and is supplied with water from an aquifer located in the vicinity of this. There is currently a drinking water tank built with the capacity to supply this district for a period of two days with normal water consumption. The water reaches the mentioned deposit through a 1.6 km pipeline that connects the borehole with the deposit. The borehole is already executed; however, it lacks any kind of installation. Therefore, this project seeks to solve this part by installing a submerged electric pump unit which extracts the water from the bottom of the borehole and drives it to the tank, which is located 65 meters higher than the borehole. Once the pump is installed, the most efficient and inexpensive system to build will be sought.

2. Definition of the Project

On one hand, in order to know the method of energy supply to the geotechnical survey, studies of solar radiation and wind in this area will be necessary to understand if there are sufficient resources to guarantee the viability of the installation of solar panels or wind turbines.

On the other hand, in order to know the power required in solar panels or wind turbines, the first step is to be aware of the energy consumption that the pump will have. Once this power

is obtained, we proceed to calculate the photovoltaic and wind power plants, analyzing which of the two systems is more economically viable.

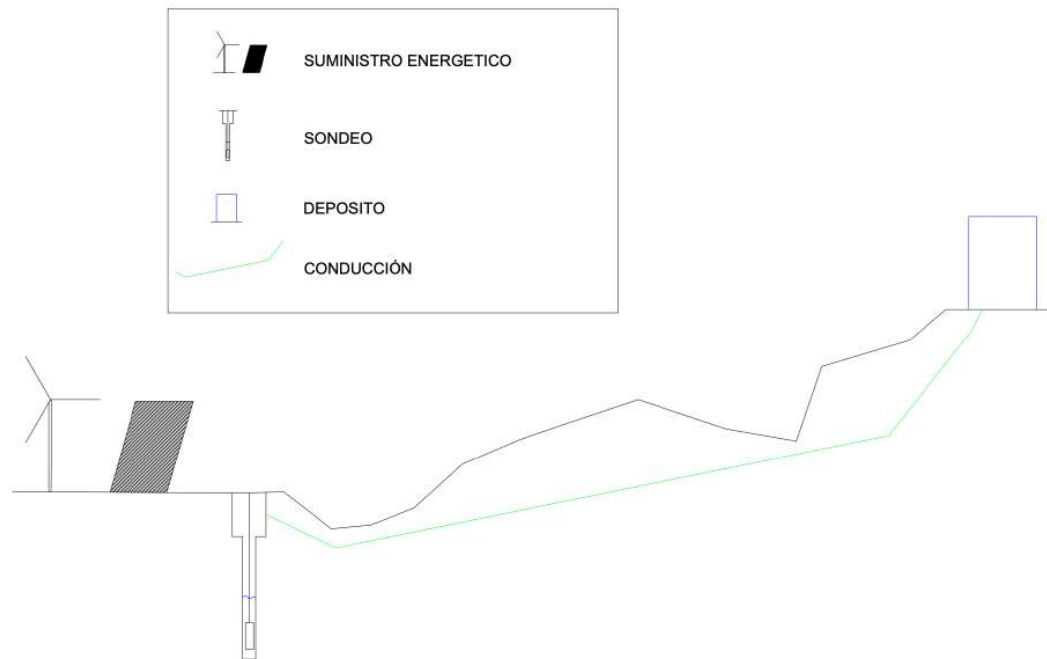


Ilustración 2: Esquema de la instalación hidráulica

3. Description of the model

The difference in height between the pump and the deposit is 65 meters plus 10 meters of losses in conduction. The necessary power of the pump to provide the indispensable flow to fill the tank in 8 hours is 15kW. Therefore, a pump that meets these characteristics is chosen and this has a consumption of 18.5kW, since it has an efficiency of 80%. Once the pump has been chosen, we proceed to study the alternatives of the wind turbine, the photovoltaic panels and the medium voltage network. Wind studies in the area show that a wind turbine would not be the best option since there is no optimal wind. Even so, there would be enough wind to generate electrical power from wind energy. The price of the necessary wind turbine is 53,000€.

The process carried out with the wind turbine is repeated, but this time with the photovoltaic panels. Solar radiation studies in the area show optimal operating conditions, with a much

higher level of sun than necessary for the correct functioning of solar panels. Considering the power of the pump, it is mandatory to install 80 photovoltaic panels, which accounts for 12,245.60€

The medium voltage power line would have to be built from a current power line, which is owned by Endesa, to the borehole. This line would pass through a restricted space where overhead power lines cannot be built, so it should be buried instead. The average price of an underground medium voltage power line is 35,000€/km. Thus, considering that the distance of the line is 3.6km, the total price would be 119,000.00€.

4. Results

In view of the previous economic results, it is found that the most economical system is the installation of photovoltaic panels. These are not only cheaper to install, but also reduce the operating cost of the facility since there would be no need to pay for the costs derived from energy consumption. Another advantage would be the use of renewable energies, which are key in order to reduce carbon dioxide emissions into the atmosphere and improve air quality.

The installation of these solar panels implies all the energy control and pump assembly, to obtain the maximum performance of this and make the most of the use of the pump in the hours of greatest solar radiation.

Since the sun is not a resource which is permanently available, an auxiliary generator set will be installed. This generator set will only start up when the tank decreases its water level below 10%, and thus, guarantee the water supply at all times.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	4
1.1 Motivación del proyecto	4
1.2 Estado de la técnica	4
1.3 Población	7
1.4 Acuífero	8
Capítulo 2. Obra Civil.....	9
2.1 Sondeo	9
2.2 Conducción de agua.....	11
2.3 Depósito	12
Capítulo 3. Equipamiento del sondeo	14
3.1 Grupo Electrobomba.....	14
3.2 Elección del sistema eléctrico.....	17
3.2.1 Aerogenerador.....	18
3.2.2 Placas Fotovoltaicas.....	24
3.2.3 Red Eléctrica Media Tensión.....	40
3.3 Implantación del sistema eléctrico.....	41
3.3.1 Placa Fotovoltaica.....	41
3.3.2 Servicio Auxiliar de energía	41
3.3.3 Control y Conexión del sistema	44
Capítulo 4. Modelo Económico.....	51
4.1.1 Presupuesto.....	51
4.1.2 Ahorro económico energía renovable	52
Capítulo 5. Conclusiones y Trabajos Futuros.....	54
Capítulo 6. Bibliografía.....	56
ANEXO I: Normativas a Aplicar	58
ANEXO II: Planos.....	59

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de Santa Ana en la península Ibérica.....	5
Figura 2: Ubicación de Santa Ana en la provincia de Jaén	5
Figura.3:Evolución de la población de Santa Ana	7
Figura 4:Altura del agua en sondeo los Llanos I.....	9
Figura 5:Vista frontal del Sondeo de Los Llanos I.....	10
Figura 6:Diagrama de Moody.....	11
Figura 7:Vista lateral deposito de Santa Ana	13
Figura 8:Vista frontal deposito de Santa Ana.....	13
Figura 9:Hoja de características de la bomba (1)	15
Figura 10:Hoja de características de la bomba (2)	16
Figura 11: Diagrama vectorial de potencia.....	17
Figura 12: Velocidad viento media horaria anual	19
Figura 13: Porcentaje de tiempo de viento	19
Figura 14:Velocidad máxima horaria anual	20
Figura 15:Velocidad viento a lo largo del día	20
Figura 16: Hoja de características del aerogenerador.....	22
Figura 17: Potencia generada por el aerogenerador en un día.....	23
Figura 18: Curva de potencia del aerogenerador.....	23
Figura 31:Hoja de características de la placa solar (1).....	38
Figura 32:Hoja de características de la placa solar (2).....	39
Figura 33: Datos técnicos Grupo electrógeno(1).....	42
Figura 34:Datos técnicos Grupo electrógeno(2).....	43
Figura 35: Datos técnicos variador de velocidad (1).....	45
Figura 36:Datos técnicos variador de velocidad (2).....	46
Figura 37:Datos técnicos baterías de condensadores (1).....	48
Figura 38:Datos técnicos baterías de condensadores (2).....	49
Figura 39: Objetivos de desarrollo sostenible de la ONU	55

Índice de tablas

Tabla.1:Datos de población Santa Ana.....	7
Tabla 1.2:Datos del Acuífero.....	8
Tabla 3: Radiación solar media en el mes de enero	25
Tabla 4:Radiación solar media en el mes de febrero.....	26
Tabla 5:Radiación solar media en el mes de marzo	26
Tabla 6:Radiación solar media en el mes de abril.....	27
Tabla 7:Radiación solar media en el mes de mayo	28
Tabla 8:Radiación solar media en el mes de junio	29
Tabla 9:Radiación solar media en el mes de julio.....	30
Tabla 10:Radiación solar media en el mes de agosto.....	31
Tabla 11:Radiación solar media en el mes de septiembre.....	32
Tabla 12:Radiación solar media en el mes de octubre	33
Tabla 13:Radiación solar media en el mes de noviembre	34
Tabla 14:Radiación solar media en el mes de diciembre	35

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto busca la mejora de la eficiencia energética de los abastecimientos de agua potable, usando para ello tecnologías de energía renovable disminuyendo también los costes de mantenimiento y explotación de estos. Con esto se pretende servir como ejemplo para proyectos futuros para así ayudar a reducir la huella de carbono.

1.2 ESTADO DE LA TÉCNICA

Santa Ana es una pedanía del termino municipal de Alcalá la Real, provincia de Jaén. En la actualidad esta población se abastece de agua potable mediante un sondeo situado en las inmediaciones de esta. Debido al incorrecto funcionamiento de este sondeo, se propone mejorarlo, construyendo otro en las inmediaciones, dando una mayor continuidad y calidad al servicio de aguas de Santa Ana. Para ello se pretende construir un nuevo sondeo situado en las inmediaciones del sondeo actual.



Figura 3: Ubicación de Santa Ana en la península Ibérica



Figura 4: Ubicación de Santa Ana en la provincia de Jaén

En la actualidad, los sondeos de agua para abastecimiento a las poblaciones se alimentan desde una red de media tensión, la cual hay que construir para llegar al sondeo. En caso de no tener una red disponible cercana, o no ser posible la construcción de una línea, se utilizan generadores diésel los cuales se encargan de proporcionar la energía necesaria para el

funcionamiento del grupo electrobomba. Estos generadores diésel son muy eficaces, pero poco económicos de cara al mantenimiento (el combustible hay que pagarlo) y tienen un gran problema medioambiental, debido a la cantidad de gases de efecto invernadero que emiten. Para resolver este problema y dadas las innovaciones tecnológicas de cara a las energías renovables, se pueden conseguir formas alternativas de suministro eléctrico tales como placas fotovoltaicas y aerogeneradores, los cuales tienen un menor coste de mantenimiento y son mas responsables con el medio ambiente, siendo nulas las emisiones de contaminantes a la atmosfera. Es por esto que se procede a estudiar estas tres formas de alimentación eléctrica ya que son las únicas viables en el emplazamiento del sondeo.

- **Red Media Tensión:** Es la alternativa utilizada actualmente. Su coste de ejecución es alto, y en ocasiones no es posible utilizarla debido a restricciones medioambientales (No se pueden construir líneas aéreas en un parque natural). Como ventaja tiene una garantía y continuidad del suministro, no siendo este interrumpido salvo avería, aunque tiene un gran impacto visual.
- **Placas Fotovoltaicas:** Es uno de los sistemas de energía renovable mas usados en instalaciones de autoconsumo. Permite generar electricidad de forma completamente renovable, aunque no tiene continuidad ya que por la noche su producción eléctrica es nula. Por el contrario, aunque no tenga la capacidad de generar energía por la noche, permite la planificación del consumo eléctrico, ya que es posible conocer las horas a las que producirá energía.
- **Aerogenerador:** Esta alternativa no es muy común en autoconsumos, aunque permite una gran potencia eléctrica minimizando el espacio necesario para su instalación. Como contraposición y al igual que la generación fotovoltaica no tiene una continuidad del suministro y habrá que tener muy en cuenta los factores climatológicos para conocer cual será su producción, por lo que necesita un sistema de apoyo tal y como baterías que sean capaces de proporcionar la energía cuando no haya suficiente viento.

1.3 POBLACIÓN

La pedanía de Santa Ana cuenta en la actualidad con 1037 habitantes. Esta población se ha mantenido relativamente constante a lo largo de los últimos 20 años. Teniendo en cuenta las perspectivas económicas del municipio se espera que esta población se mantenga constante e incluso se vea reducida de cara a los próximos años. La dotación bruta de agua para el abastecimiento de población a núcleos urbanos se establece en 250 litros/habitante día, por lo que el consumo total de esta población será de 259,25m³/día y 0,095hm³/año.

Tabla.1:Datos de población Santa Ana

Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Hombres	512	506	494	488	489	488	482	481	503	505	498
Mujeres	529	517	503	490	507	517	510	505	508	513	508
Total	1.041	1.023	997	978	996	1.005	992	986	1.011	1.018	1.006

Años	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hombres	498	503	499	488	485	488	473	474	470	472	498
Mujeres	508	510	508	517	521	518	515	518	518	519	539
Total	1.006	1.013	1.007	1.005	1.006	1.006	988	992	988	991	1.037

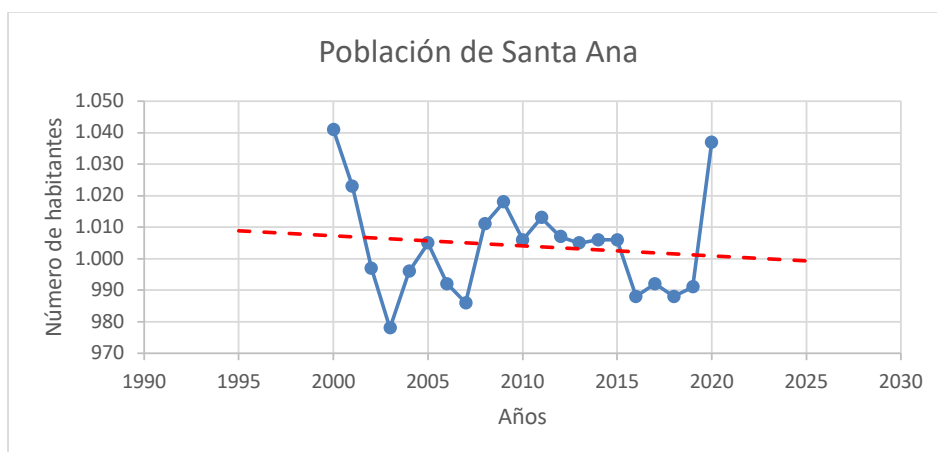


Figura.5: Evolución de la población de Santa Ana

1.4 ACUÍFERO

Se procederá a la extracción de agua de la masa de agua subterránea denominada Montes orientales – sector norte, con código de masa : ES050MSBT000052800. Esta masa de agua subterránea tiene una superficie total de 767,39 Km², y se sitúa en la siguiente localización: Punto X: 434476,34 Y: 4149632,05 (UTM ETRS89 Huso 30 Norte).

Tabla 1.2: Datos del Acuífero

Código	ES050MSBT000052800
Nombre	Montes Orientales - Sector Norte
Estado químico	Bueno
Estado cuantitativo	Bueno
Estado global	Buen Estado
Extracciones - Abastecimiento (Hm ³ /año)	1.8200
Extracciones - Riego (Hm ³ /año)	6.4800
Extracciones - Industrial (Hm ³ /año)	0.0200

Esta masa de agua subterránea abastece de agua a los municipios situados en las provincias de Granada y Jaén. Estos municipios son: Campotéjar, Montejícar, Alcalá la Real, Campillo de Arenas, Castillo de Locubín y Frailes. La asignación de recursos para esta masa de agua subterránea es 3,07hm³/año.

El estudio realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) indica que el nivel de agua se encuentra a una profundidad de 20m en régimen estático y 40 metros en régimen dinámico.

Capítulo 2. OBRA CIVIL

La obra civil de este proyecto ya está realizada y consta de las siguientes partes:

2.1 SONDEO

El sondeo, denominado Llanos I, se encuentra ejecutado en las coordenadas marcadas según un estudio hidrogeológico realizado por el instituto geominero de España. Estas coordenadas son X: 420890.66 Y:4146979.59 (UTM ETRS89 Huso 30 Norte). Este sondeo consta de un diámetro 315mm y una profundidad de 70 metros, las cuales garantizan un nivel de agua suficiente para garantizar el abastecimiento de agua ininterrumpido al sistema. El agua se encuentra a una profundidad de 20 metros en régimen estático pero al activar la bomba, el régimen dinámico en los últimos 16 años nunca ha bajado de los 40 metros de profundidad, por lo que se tomará este dato como valor de máxima profundidad del agua.

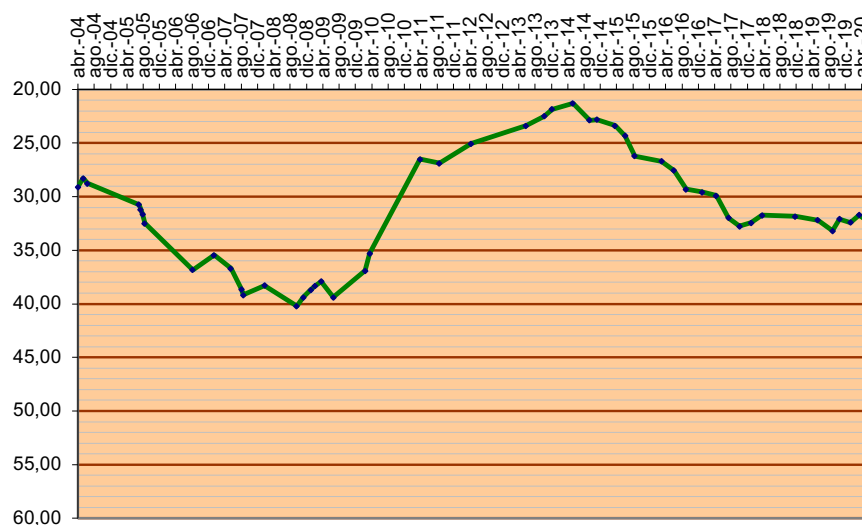


Figura 6: Altura del agua en sondeo los Llanos I

La cota del sondeo es 950 metros, por lo que la altura de extracción de agua en las peores condiciones será a 910 msnm.

Sobre se ha ejecutado un ensayo de aforo para determinar el caudal máximo de extracción para garantizar el abastecimiento a la población durante al menos 30 años. El resultado de este aforo ha dado como resultado que con un caudal de 30 l/s el nivel dinámico ha bajado a 60 metros, siendo inferior a la profundidad total del sondeo. Esto indica que el sondeo es apto para garantizar la continuidad de suministro para un caudal de 18,1 l/s.



Figura 7: Vista frontal del Sondeo de Los Llanos I

2.2 CONDUCCIÓN DE AGUA

La conducción de agua conecta el sondeo con el depósito. Esta tiene una longitud total de 1614 m. Esta conducción consta de una tubería de 150mm de fundición. La pérdida de carga en la tubería es de:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{18,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.15}{2}\right)^2} = 1.024 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d}{\mu} = \frac{1000 \text{ Kg/m}^3 \cdot 1.024 \text{ m/s} \cdot 0.15 \text{ m}}{0.001 \text{ Pa} \cdot \text{s}} = 153600$$

El numero de Reynold indica que el agua circula en régimen turbulento por la tubería. La pérdida de carga se calcula por tanto con la formula de colebrook.

$$\frac{1}{f^{1/2}} = -2.0 \log \left(\frac{\epsilon/d}{3.7} + \frac{2.51}{Re \cdot f^{1/2}} \right)$$

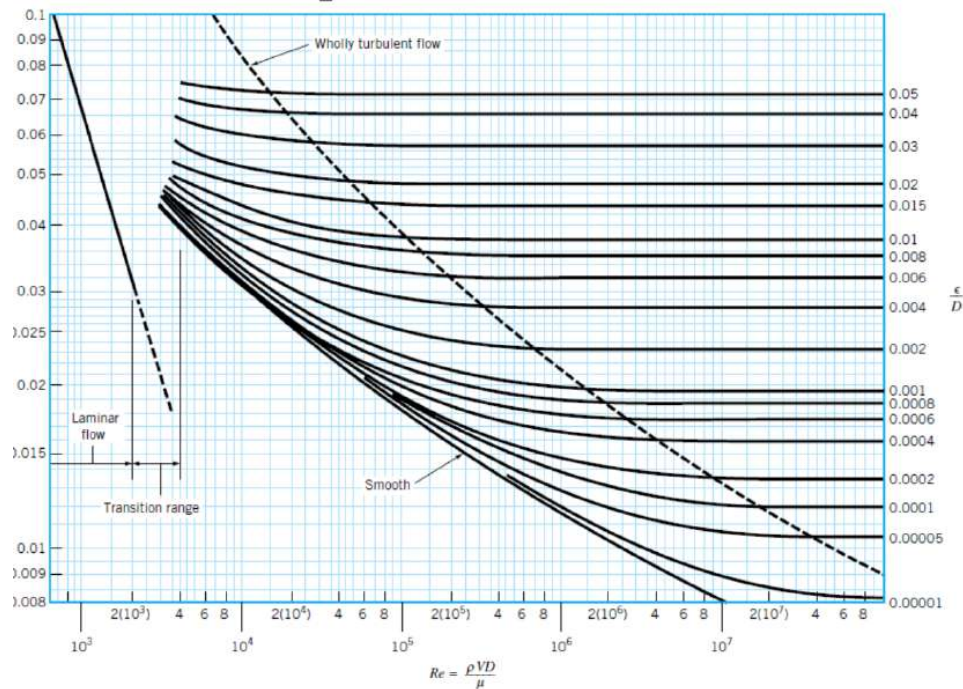


Figura 8: Diagrama de Moody

Siendo ϵ la rugosidad de la tubería que es 0.025 por lo que obtenemos una f de 0.017555.

La pérdida de carga es:

$$h = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{d \cdot 2g} = 0.0175 \cdot \frac{1614 \cdot 1.024^2}{0.15 \cdot 2 \cdot 9.81} = 10.1m$$

2.3 DEPÓSITO

El deposito que se usará para el almacenamiento del agua extraída esta actualmente construido. Este tiene un volumen total de 520m³, suficientes para abastecer de agua potable a Santa Ana durante 2 días. Este deposito se encuentra en las coordenadas X: 422299.73 Y:4147405.42 (UTM ETRS89 Huso 30 Norte) y esta construido en hormigón armado. Dispone de un sistema de telecontrol el cual envía una señal permanente al servicio de aguas para informar en todo momento del nivel de agua de este.



Figura 9: Vista lateral deposito de Santa Ana



Figura 10: Vista frontal deposito de Santa Ana

Capítulo 3. EQUIPAMIENTO DEL SONDEO

El sondeo se encuentra construido, pero sin ningún equipamiento. El equipamiento de este consistirá en un grupo electrobomba sumergido y un sistema de abastecimiento eléctrico.

3.1 GRUPO ELECTROBOMBA

El sondeo se equipará con un grupo electrobomba sumergida, situada en el fondo del sondeo, capaz de suministrar el caudal requerido a la altura requerida. El objetivo de el grupo electrobomba es bombear el caudal requerido al deposito para su posterior consumo. La diferencia de cotas entre la altura del agua en régimen dinámico y el depósito son 65 metros a los que hay que añadir 10,1 metros de pérdida de carga de la tubería, y ha de ser capaz de llenar el deposito de 520m³ en al menos 8 horas, ya que este grupo electrobomba está alimentado con energía renovable y esta no está disponible todo el tiempo, por ello esta bomba solo funcionará cuando se disponga de energía renovable. El caudal necesario para llenar el deposito en 9 horas (tiempo medio de sol y viento diario en la zona) son 58m³/h o lo que es equivalente, 16.11 l/s. La potencia necesaria para aportar ese caudal a esa diferencia de cotas es:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \cdot Q = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot (65 + 10.1)m \cdot 16.11 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s} \\ = 15.11kW$$

$$P \equiv \text{Potencia electrica bomba (Kw)}$$

$$\rho \equiv \text{Densidad del agua (1000 Kg/m}^3\text{)}$$

$$g \equiv \text{Gravedad (9.81 m/s}^2\text{)}$$

$$h \equiv \text{Altura columna de agua (75 m)}$$

$$Q \equiv \text{Caudal (18.1} \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}\text{)}$$

La potencia teórica en el grupo electrobomba es de 11.87 Kw.

La electrobomba propuesta es la siguiente:



S-151B



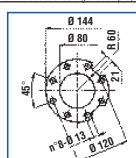
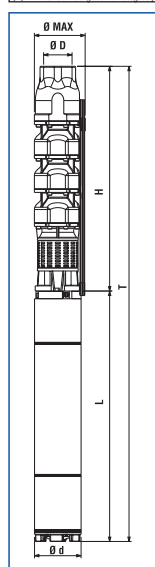
≈ 2900 l/min

CARATTERISTICHE IDRAULICHE

HYDRAULIC FEATURES

CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS / CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES / HYDRAULISCHE EIGENSCHAFTEN / CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

Tipo Type	Motore Motor **		In(A) 3~ 400V	U.S.g.p.m. Q m³/h l/min	0	106	119	132	145	158	185	211	238	264	291	304	317
	kW	HP			0	24	27	30	33	36	42	48	54	60	66	69	72
					0	400	450	500	550	600	700	800	1000	1100	1150	1200	
S-151B/2A *	4	5,5	9,4	H (m)	32	27	26	25,5	25	24	23	20	19	17	15	13	11
S-151B/2*	5,5	7,5	12,2		33	29	28,5	28	27	26	25	24	22	20	18	16	14
S-151B/3*	7,5	10	16,3		50	44	43	42	41	40	37	34	32	29	25	23	20
S-151B/4*	9,2	12,5	19,9		66	58	56	55	54	52	49	44	41	37	32	30	26
S-151B/5*	11	15	25		83	71	70	67	65	63	59	56	51	46	41	38	33
S-151B/6*	13	17,5	27,7		99	88	85	83	80	77	72	68	63	57	50	46	39
S-151B/7*	15	20	32		116	102	99	97	93	89	85	80	73	67	58	53	46
S-151B/8*	18,5	25	38		132	113	110	108	105	102	97	90	83	75	66	61	52
S-151B/9*	22	30	44,5		149	126	124	121	118	114	108	101	93	85	75	69	59
S-151B/10*	22	30	45,5		165	140	137	134	130	128	120	112	104	94	83	77	65
S-151B/11	26	35	53,3		182	158	152	149	144	140	132	124	114	103	91	84	72
S-151B/12	26	35	55		198	173	167	162	157	153	145	135	125	114	99	92	78
S-151B/13	30	40	60,2		215	186	180	176	170	165	156	146	135	123	107	99	85
S-151B/14	30	40	62		231	201	192	188	183	178	168	158	146	132	116	107	91
S-151B/15	37	50	73		248	215	207	202	196	191	180	169	156	141	124	114	98
S-151B/16	37	50	74,5		264	229	221	216	210	204	193	181	168	152	132	122	104
S-151B/17	37	50	76		281	242	236	230	222	217	204	193	179	162	141	130	111
Livello minimo di battente alla griglia di aspirazione (m) • Min. hydraulic head level to the suction grid (m) • Niveau de vanne/minima min. de grille de aspiration (m) • Niveau minimum de profondeur à la grille d'aspiration (m) • Minimal Überflutung über dem Sauggitter (m) • Nivel mínimo de batiente a la grilla de aspiración (m)						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2



DIMENSIONI E PESI

DIMENSIONS AND WEIGHT

DIMENSIONES Y PESOS / DIMENSIONS ET POIDS / ABMESSUNGEN UND GEWICHTE / DIMENSÕES E PESO

Tipo / Type		T	H	L	Ø Max	Ø D	Ø d	L + H	Peso (Kg)	
T	H	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	°G	(mm)	L	NEMA	H T
S-151B/2A	SP-151B/2A	1199	590	609	148	3"	95	4" MF 95	NEMA 1.18.388	24,5 44,6
S-151B/2	SP-151B/2	1142	590	552	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	24,5 68,5
S-151B/3	SP-151B/3	1290	695	595	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	29 78
S-151B/4	SP-151B/4	1435	800	635	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	33,5 87,5
S-151B/5	SP-151B/5	1590	905	685	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	38 98
S-151B/6	SP-151B/6	1735	1010	725	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	42,5 104,5
S-151B/7	SP-151B/7	1890	1115	775	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	47 112
S-151B/8	SP-151B/8	2095	1220	875	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	51,5 132,5
S-151B/9	SP-151B/9	2290	1325	965	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	56 147
S-151B/10	SP-151B/10	2395	1430	965	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	60,5 151,5
S-151B/11	SP-151B/11	2590	1535	1055	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	65 168
S-151B/12	SP-151B/12	2695	1640	1055	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	69,5 172,5
S-151B/13	SP-151B/13	2880	1745	1135	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	74 183
S-151B/14	SP-151B/14	2985	1850	1135	152	3"	144	6" MS 152	NEMA 1.18.413	78,5 187,5
S-151B/15	SP-151B/15	3180	1955	1225	152	3"	144	6" MS 153	NEMA 1.18.413	83 228
S-151B/16	SP-151B/16	3285	2060	1225	152	3"	144	6" MS 153	NEMA 1.18.413	87,5 232,5
S-151B/17	SP-151B/17	3390	2165	1225	152	3"	144	6" MS 153	NEMA 1.18.413	92 237

SAER®
 ELETROPOMPE

6"

≈ 2900 l/min



S-151B

Moltiplicare il rendimento per il coefficiente corrispondente al vostro numero di stadi.

Multiply efficiency by the coefficient corresponding the number of stages.

Multiplicar el rendimiento por el coeficiente correspondiente a su numero de etapas.

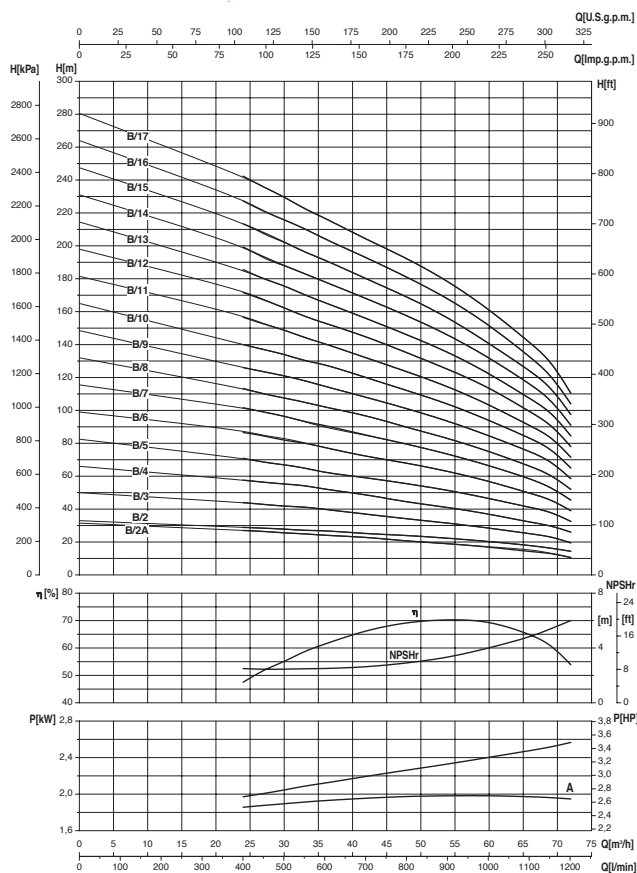
Multiplier le rendement par le coefficient correspondant à votre nombre d'étages.

Das Wirkungsrad mit dem der Stufenzahl entsprechenden Koeffizient multiplizieren.

Multiplicar la eficiencia por el coeficiente igual a su numero de estagios.

Numero di stadi		
Number of stages		
Nombre de etages		
Nombre d'étages		
Stufenzahl		
Numero de estagios		
Coefficient		
Coefficient		
Coefficient		
Coefficient		
Coefficient		

- Potenza assorbita per stadio
- Absorbed power for each single stage
- Potencia absorbida por cada etapa
- Puissance absorbée par chaque étage
- Leistungsaufnahme für jede Stufe
- Potencia cada estadio



Le curve di prestazione sono basate su valori di viscosità cinematica = 1 mm²/s e densità pari a 1000 kg/m³. Tolleranza e curve secondo UNI EN ISO 9906 - Appendice A • The performance curves are based on the kinematic viscosity values = 1 mm²/s and density equal to 1000 kg/m³. Tolerance and curves according to UNI EN ISO 9906 - Attachment A • Las curvas de rendimiento se refieren a valores de viscosidad cinemática = 1 mm²/s y densidad de 1000 Kg/m³. Tolerancia de las curvas de acuerdo con UNI EN ISO 9906 - Parágrafo A • Les courbes de performances sont basées sur des valeurs de viscosité cinématique égale à 1 mm²/s et une densité égale à 1000 kg/m³. Tolerancia et courbes conformes aux normes UNI EN ISO 9906 - Annexe A • Die Leistungskurven beruhen auf einer kinematischen Zähflüssigkeit von 1 mm²/s und einer Dichte von 1000 kg/m³. Abweichung und Kurven gemäß UNI EN ISO 9906 - Anhang A • As curvas de rendimento referem-se a valores de viscosidade = 1 mm²/s e densidade igual a 1000 kg/m³. Tolerância das curvas de acordo com UNI EN ISO 9906 - Parágrafo A.

103

Figura 12: Hoja de características de la bomba (2)

Es recomendable elegir el modelo S-151B/8, el cual aporta un caudal de 60m³/h (16,7l/s) a una altura de 75 metros, por lo que el caudal es superior al requerido para llenarlo en 9 horas. La potencia eléctrica de este grupo electrobomba es de 18,5 Kw, con una alimentación trifásica de 38 amperios a 400 voltios, por lo que la potencia aparente del grupo electrobomba es:

$$S = \sqrt{3} * I * V_{ff} = \sqrt{3} * 38 * 400 = 26.33KVA$$

La potencia aparente por tanto será de 26330 voltamperios.

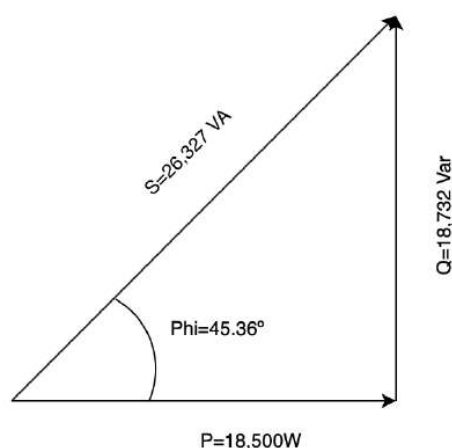


Figura 13: Diagrama vectorial de potencia

El factor de potencia será por tanto el coseno de phi que es de 0.703.

3.2 ELECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico tendrá que dar alimentación energética al grupo electrobomba. En el caso del aerogenerador y las placas fotovoltaicas, la bomba solo funcionará cuando se disponga de sol y viento suficientes para poner esta en marcha. La potencia instalada necesaria será la suficiente como para dar energía al grupo electrobomba, así como a los componentes auxiliares (Sistema de telecontrol). Esta potencia necesaria es de 18,5kW y 26,4kVA.

Se realizará una comparativa de las posibilidades de alimentación eléctrica y se desarrollará la idea mas económica.

3.2.1 AEROGENERADOR

La principal alternativa como método de abastecimiento energético al sondeo es un aerogenerador.

Estudios realizados en la zona indican una velocidad media de viento de 5.5m/s a una altura de 10 metros. Esta velocidad de viento puede elevarse hasta los 15m/s y al menos 45% del tiempo se da una velocidad de viento superior a los 4m/s.

Podemos suponer entonces a la vista de los resultados anteriores que al menos 12 horas al día tendremos una velocidad de viento superior a los 4m/s. Las posibilidades de que no sople un viento de al menos 4m/s en los dos días que tarda en vaciarse por completo el deposito son realmente escasas, aun así, se contemplará más adelante una alternativa en caso de que esto suceda.

Los estudios de viento realizados se muestran a continuación, como también las gráficas de producción de energía a lo largo del día.

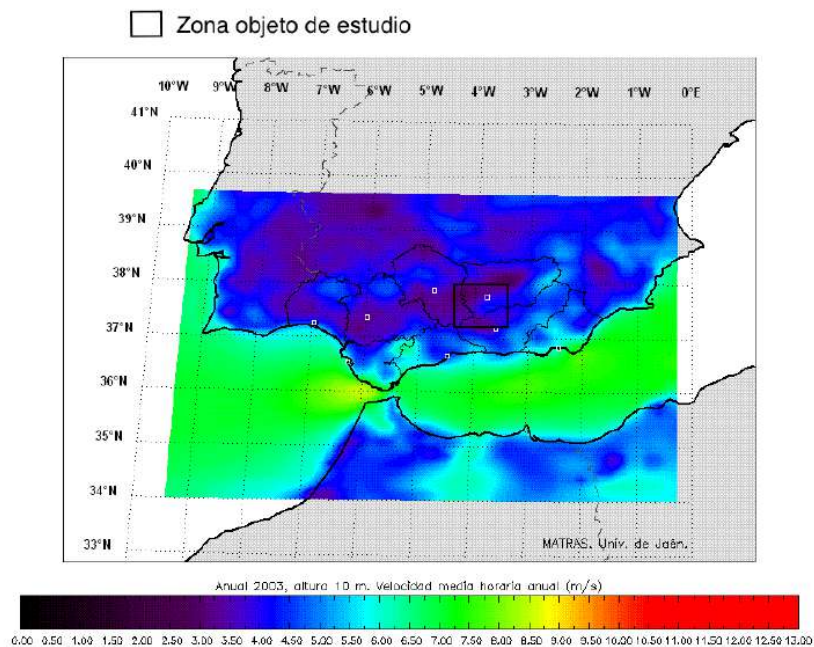


Figura 14: Velocidad viento media horaria anual

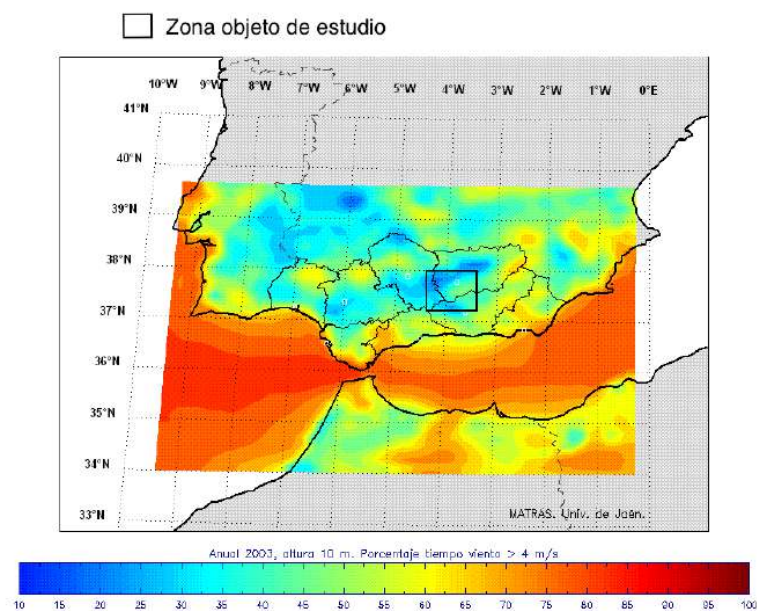


Figura 15: Porcentaje de tiempo de viento

☐ Zona objeto de estudio

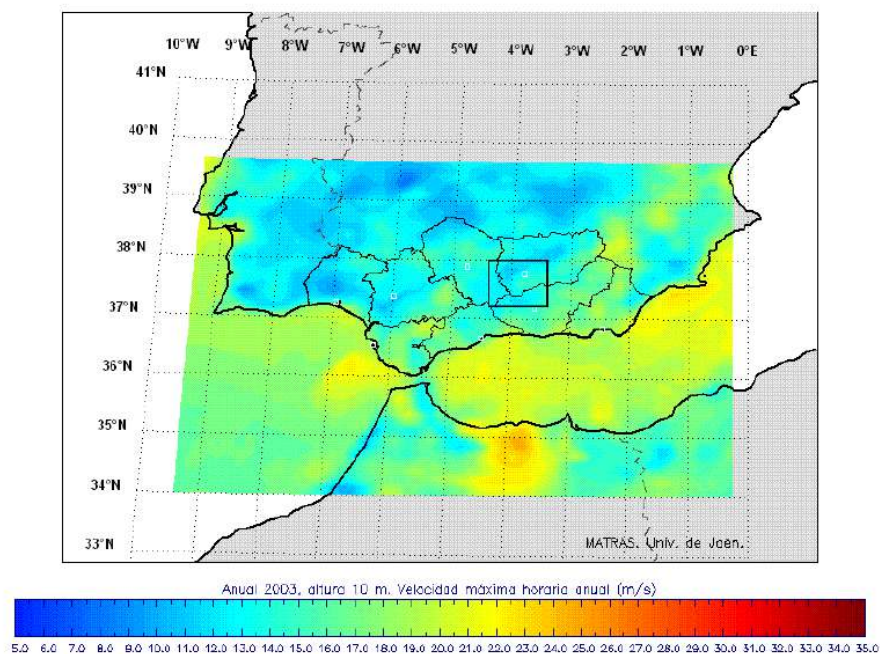


Figura 16: Velocidad máxima horaria anual

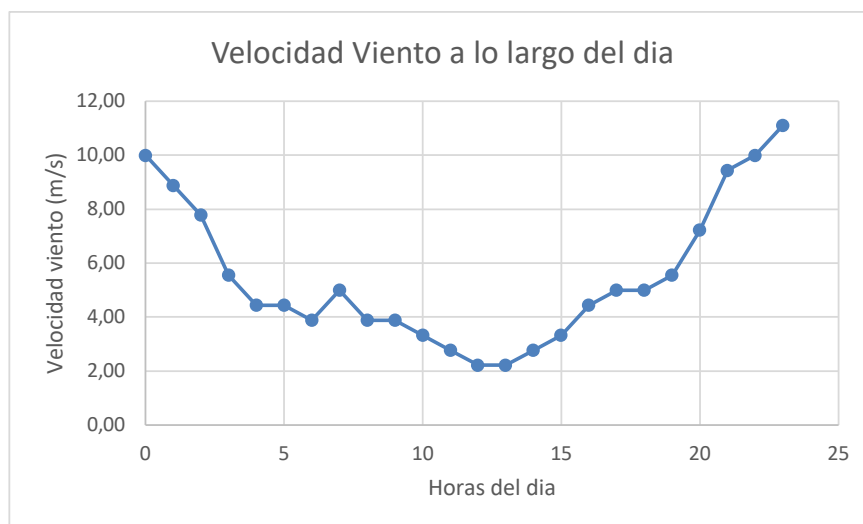


Figura 17: Velocidad viento a lo largo del día

A partir de estos datos de viento se procede a la elección de un aerogenerador que cumpla los requisitos de generación necesarios para suministrar la suficiente energía al grupo electrobomba.

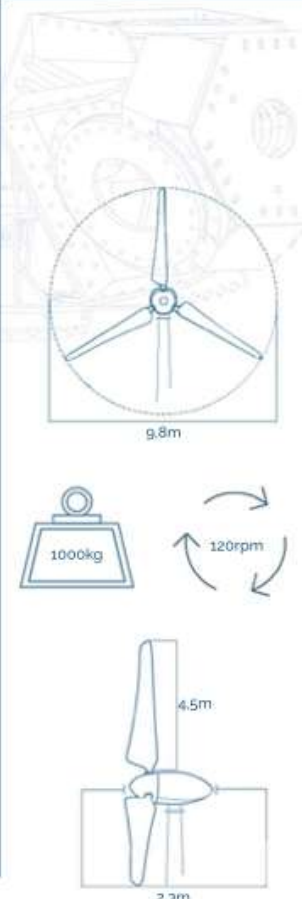


E200

FICHA TÉCNICA

Nuestra tecnología patentada es una inteligente adaptación de los principales sistemas que tiene la gran eólica adaptada a potencias de 10 a 60kW. Alta seguridad, máximo control y eficiencia

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO		
GENERADOR	Potencia	20kW - Max.
	Configuración	3 fases - 500V - transmisión directa
AEROGENERADOR	Configuración	3 palas, eje horizontal sotavento
	Potencia nominal	18kW - IEC 61400
	Aplicaciones	Conexión a red - Micro red
	Velocidad rotación	120rpm
	Inicio de rotación	1.85m/s
	Corte producción	30m/s
	Protección	Ip-65/alta protección ambiental
	Peso	1000kg
ROTOR	Orientación	Orientación aerodinámica
	Diámetro	9.8m
	Área de barrido	75.4m ²
	Longitud de pala	4.5m
	Material de pala	Fibra de vidrio, resina flex con poliuretano
SISTEMA DE SEGURIDAD DE FRENADO	Tipo de control	Paso variable activo, regul. electrónica y freno
	Paso	Paso variable con control activo Por viento y potencia
	Freno	Freno electromecánico de seguridad
	Control electrónico de:	- Velocidad de viento - Temperatura (opc.) - Voltaje - Fallos en la red - Fallo de sensores
CONTROL DE LA TURBINA	Sistema electrónico	Sistema programable para adaptar la turbina Registro de alarmas
	Software	Software personalizado, Pantalla datos (opc.)
INVERSORES	Inversor	Compatible con los inversores solares de tensión constante a 500V



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España

+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

Figura 18: Hoja de características del aerogenerador

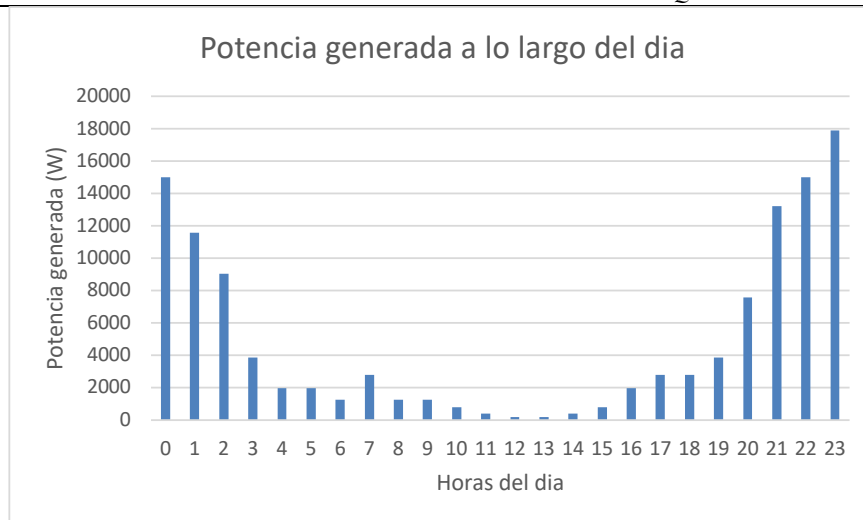


Figura 19: Potencia generada por el aerogenerador en un día

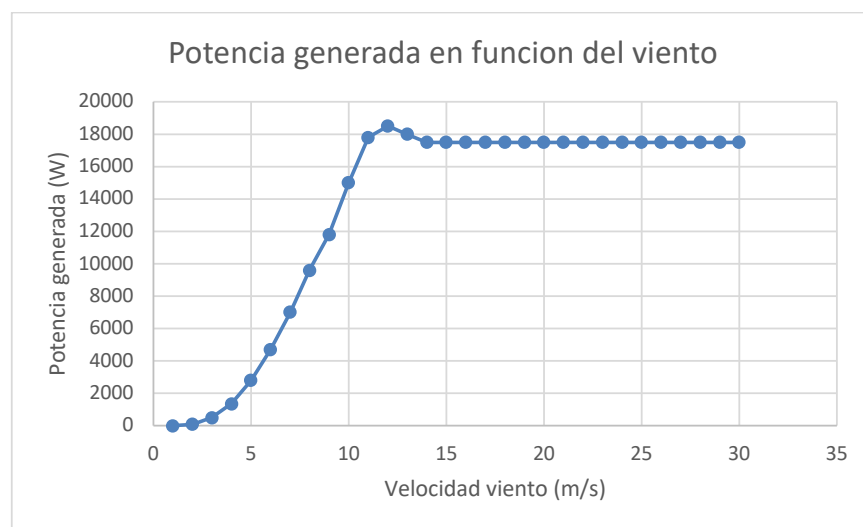


Figura 20: Curva de potencia del aerogenerador

Según estos gráficos la energía media generada a lo largo del día es 117,83Kwh.

El precio del aerogenerador es de 53.000€. Este precio se comparará con la línea eléctrica así como también con las placas solares y se ejecutará la opción mas económica.

3.2.2 PLACAS FOTOVOLTAICAS

Otra de las alternativas posibles usando energía renovable es la instalación de placas fotovoltaicas. Para ello se procede al estudio de la radiación solar en la zona del sondeo, la cual tiene una irradiación solar media de $5,1 \text{Kwh/m}^2$ al día. Los datos completos de radiación solar día a día son los siguientes.

Tabla 3: Radiación solar media en el mes de enero

Día del año	Media	Mediana
ENERO	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
1 (1 de Enero)	1,7	1,8
2 (2 de Enero)	2,1	2,2
3 (3 de Enero)	1,9	1,4
4 (4 de Enero)	2,1	2,1
5 (5 de Enero)	1,9	2
6 (6 de Enero)	1,9	2
7 (7 de Enero)	2,2	2,5
8 (8 de Enero)	2,4	2,7
9 (9 de Enero)	2,1	2,3
10 (10 de Enero)	2,1	2,1
11 (11 de Enero)	2,4	2,8
12 (12 de Enero)	2,4	2,9
13 (13 de Enero)	2,6	2,9
14 (14 de Enero)	2,6	3
15 (15 de Enero)	2,8	3,1
16 (16 de Enero)	2,8	3,1
17 (17 de Enero)	2,6	2,9
18 (18 de Enero)	2,3	2,8
19 (19 de Enero)	2,6	3
20 (20 de Enero)	2,6	3,2
21 (21 de Enero)	2,6	3,1
22 (22 de Enero)	2,4	2,8
23 (23 de Enero)	2,3	2,8
24 (24 de Enero)	2,6	2,9
25 (25 de Enero)	3	3,3
26 (26 de Enero)	2,5	2,8
27 (27 de Enero)	2,6	3,1
28 (28 de Enero)	2,9	3,3
29 (29 de Enero)	3	3,4
30 (30 de Enero)	2,9	3,4
31 (31 de Enero)	3	3,4

Tabla 4: Radiación solar media en el mes de febrero

Día del año	Media	Mediana
FEBRERO	(kWh/m2)	(kWh/m2)
32 (1 de Febrero)	3	3,5
33 (2 de Febrero)	3,2	3,5
34 (3 de Febrero)	2,9	3,4
35 (4 de Febrero)	2,9	3,4
36 (5 de Febrero)	3	3,5
37 (6 de Febrero)	3,1	3,7
38 (7 de Febrero)	2,7	3,1
39 (8 de Febrero)	3,1	3,8
40 (9 de Febrero)	3,2	3,7
41 (10 de Febrero)	3,4	3,8
42 (11 de Febrero)	3,7	3,9
43 (12 de Febrero)	3,5	4
44 (13 de Febrero)	3,5	4,1
45 (14 de Febrero)	3	3,2
46 (15 de Febrero)	3,5	4
47 (16 de Febrero)	3,7	4,2
48 (17 de Febrero)	3,7	4,3
49 (18 de Febrero)	3,6	4,2
50 (19 de Febrero)	3,6	4,2
51 (20 de Febrero)	3,7	4,2
52 (21 de Febrero)	3,9	4,3
53 (22 de Febrero)	3,9	4,3
54 (23 de Febrero)	3,8	4,3
55 (24 de Febrero)	3,7	4,2
56 (25 de Febrero)	3,8	4,3
57 (26 de Febrero)	3,6	4,1
58 (27 de Febrero)	3,4	3,9
59 (28 de Febrero)	3,7	4

Tabla 5: Radiación solar media en el mes de marzo

Día del año	Media	Mediana
MARZO	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
60 (1 de Marzo)	3,6	4,2
61 (2 de Marzo)	3,9	4,2
62 (3 de Marzo)	3,5	4,3
63 (4 de Marzo)	3,9	4,4
64 (5 de Marzo)	3,8	4,3
65 (6 de Marzo)	4	4,6
66 (7 de Marzo)	4,1	4,7
67 (8 de Marzo)	4,2	4,7
68 (9 de Marzo)	4,2	4,8
69 (10 de Marzo)	4,5	4,9
70 (11 de Marzo)	4,3	4,8
71 (12 de Marzo)	4,2	4,5
72 (13 de Marzo)	4,3	4,9
73 (14 de Marzo)	4,3	5,2
74 (15 de Marzo)	4,6	5,2
75 (16 de Marzo)	4,5	5,2
76 (17 de Marzo)	4,6	5,3
77 (18 de Marzo)	4,7	5,4
78 (19 de Marzo)	4,6	5,4
79 (20 de Marzo)	5,1	5,4
80 (21 de Marzo)	5,1	5,4
81 (22 de Marzo)	4,8	5,4
82 (23 de Marzo)	5,1	5,6
83 (24 de Marzo)	4,8	5,4
84 (25 de Marzo)	4,7	5,5
85 (26 de Marzo)	5	5,3
86 (27 de Marzo)	4,7	5,2
87 (28 de Marzo)	4,9	5,2
88 (29 de Marzo)	4,6	5
89 (30 de Marzo)	4,9	5,2
90 (31 de Marzo)	5,2	5,4

Tabla 6: Radiación solar media en el mes de abril

Día del año	Media	Mediana
ABRIL	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
91 (1 de Abril)	4,7	5
92 (2 de Abril)	5,3	5,7
93 (3 de Abril)	5,4	5,8
94 (4 de Abril)	5,5	6,2
95 (5 de Abril)	5,3	6,1
96 (6 de Abril)	5,4	6,1
97 (7 de Abril)	5	5,8
98 (8 de Abril)	5,7	6,1
99 (9 de Abril)	5,2	5,9
100 (10 de Abril)	5	5,5
101 (11 de Abril)	4,9	5,4
102 (12 de Abril)	5,6	6,2
103 (13 de Abril)	5,6	5,9
104 (14 de Abril)	5,2	5,7
105 (15 de Abril)	5,1	5
106 (16 de Abril)	5,3	6,1
107 (17 de Abril)	5,7	6
108 (18 de Abril)	5,9	6,5
109 (19 de Abril)	5,8	6,6
110 (20 de Abril)	5,9	6,5
111 (21 de Abril)	6	6,8
112 (22 de Abril)	5,4	5,6
113 (23 de Abril)	6,1	6,6
114 (24 de Abril)	6,5	7
115 (25 de Abril)	6,8	7,3
116 (26 de Abril)	6,2	6,5
117 (27 de Abril)	6,2	6,8
118 (28 de Abril)	6,1	7,1
119 (29 de Abril)	6	6,9
120 (30 de Abril)	6,4	6,8

Tabla 7: Radiación solar media en el mes de mayo

Día del año	Media	Mediana
MAYO	(kWh/m2)	(kWh/m2)
121 (1 de Mayo)	5,7	7
122 (2 de Mayo)	5,8	6,8
123 (3 de Mayo)	5,5	6,5
124 (4 de Mayo)	6,2	6,6
125 (5 de Mayo)	5,2	5,5
126 (6 de Mayo)	5,4	5,4
127 (7 de Mayo)	5	4,8
128 (8 de Mayo)	5,8	6,1
129 (9 de Mayo)	5,9	6,3
130 (10 de Mayo)	5,7	6
131 (11 de Mayo)	6,1	6,8
132 (12 de Mayo)	6,6	7,3
133 (13 de Mayo)	6,4	7,4
134 (14 de Mayo)	6,3	7,2
135 (15 de Mayo)	6,7	7,4
136 (16 de Mayo)	6,7	7,4
137 (17 de Mayo)	6,6	7,2
138 (18 de Mayo)	6,6	7,8
139 (19 de Mayo)	6,8	7,6
140 (20 de Mayo)	7	7,7
141 (21 de Mayo)	7,3	7,9
142 (22 de Mayo)	7,1	7,9
143 (23 de Mayo)	7,1	7,8
144 (24 de Mayo)	6,9	7,7
145 (25 de Mayo)	7,4	8
146 (26 de Mayo)	7,6	8
147 (27 de Mayo)	7,6	8
148 (28 de Mayo)	7,6	8
149 (29 de Mayo)	7,5	8
150 (30 de Mayo)	7,4	7,9
151 (31 de Mayo)	7	7,9

Tabla 8: Radiación solar media en el mes de junio

Día del año	Media	Mediana
JUNIO	(kWh/m2)	(kWh/m2)
152 (1 de Junio)	7,2	7,7
153 (2 de Junio)	7,4	7,9
154 (3 de Junio)	7,5	7,9
155 (4 de Junio)	7	7,8
156 (5 de Junio)	6,7	7,5
157 (6 de Junio)	7,5	7,9
158 (7 de Junio)	7,5	7,8
159 (8 de Junio)	7,5	7,8
160 (9 de Junio)	7,3	7,8
161 (10 de Junio)	7,3	7,8
162 (11 de Junio)	7,6	7,9
163 (12 de Junio)	7,5	7,8
164 (13 de Junio)	7,6	7,8
165 (14 de Junio)	7,4	7,9
166 (15 de Junio)	7,7	7,9
167 (16 de Junio)	7,6	8
168 (17 de Junio)	7,8	8
169 (18 de Junio)	7,8	8,1
170 (19 de Junio)	7,9	8
171 (20 de Junio)	7,9	8
172 (21 de Junio)	7,7	8
173 (22 de Junio)	8	8
174 (23 de Junio)	8	8
175 (24 de Junio)	7,9	8
176 (25 de Junio)	7,6	8
177 (26 de Junio)	7,7	8
178 (27 de Junio)	7,8	8
179 (28 de Junio)	7,6	8
180 (29 de Junio)	7,9	8
181 (30 de Junio)	7,9	8

Tabla 9: Radiación solar media en el mes de julio

Día del año	Media	Mediana
JULIO	(kWh/m2)	(kWh/m2)
182 (1 de Julio)	7,7	7,9
183 (2 de Julio)	7,7	7,9
184 (3 de Julio)	7,8	7,9
185 (4 de Julio)	7,9	8
186 (5 de Julio)	7,8	8
187 (6 de Julio)	7,9	8
188 (7 de Julio)	7,7	8
189 (8 de Julio)	7,7	8
190 (9 de Julio)	7,8	8
191 (10 de Julio)	7,8	8
192 (11 de Julio)	7,7	8
193 (12 de Julio)	7,8	8
194 (13 de Julio)	7,8	8
195 (14 de Julio)	7,6	8
196 (15 de Julio)	7,5	7,9
197 (16 de Julio)	7,8	8
198 (17 de Julio)	7,8	8
199 (18 de Julio)	7,8	7,9
200 (19 de Julio)	7,7	7,9
201 (20 de Julio)	7,5	7,9
202 (21 de Julio)	7,7	7,8
203 (22 de Julio)	7,7	7,8
204 (23 de Julio)	7,5	7,8
205 (24 de Julio)	7,6	7,8
206 (25 de Julio)	7,5	7,7
207 (26 de Julio)	7,4	7,7
208 (27 de Julio)	7,3	7,7
209 (28 de Julio)	7,3	7,6
210 (29 de Julio)	7,4	7,6
211 (30 de Julio)	7,1	7,5
212 (31 de Julio)	7,3	7,5

Tabla 10: Radiación solar media en el mes de agosto

Día del año	Media	Mediana
AGOSTO	(kWh/m2)	(kWh/m2)
213 (1 de Agosto)	7,3	7,5
214 (2 de Agosto)	7,3	7,5
215 (3 de Agosto)	7,3	7,5
216 (4 de Agosto)	7,3	7,5
217 (5 de Agosto)	7,2	7,4
218 (6 de Agosto)	7,2	7,4
219 (7 de Agosto)	7,3	7,4
220 (8 de Agosto)	7,2	7,4
221 (9 de Agosto)	7,1	7,3
222 (10 de Agosto)	7	7,3
223 (11 de Agosto)	7,1	7,3
224 (12 de Agosto)	6,9	7,2
225 (13 de Agosto)	6,9	7,2
226 (14 de Agosto)	7	7,2
227 (15 de Agosto)	6,9	7,1
228 (16 de Agosto)	7,1	7,1
229 (17 de Agosto)	6,9	7,1
230 (18 de Agosto)	6,9	7
231 (19 de Agosto)	6,9	7,1
232 (20 de Agosto)	6,7	7
233 (21 de Agosto)	6,6	7
234 (22 de Agosto)	6,6	6,9
235 (23 de Agosto)	6,4	6,8
236 (24 de Agosto)	6	6,8
237 (25 de Agosto)	6,2	6,8
238 (26 de Agosto)	6,4	6,7
239 (27 de Agosto)	6,4	6,7
240 (28 de Agosto)	6,3	6,6
241 (29 de Agosto)	6,3	6,6
242 (30 de Agosto)	6,3	6,6
243 (31 de Agosto)	6,3	6,5

Tabla 11: Radiación solar media en el mes de septiembre

Día del año	Media	Mediana
SEPTIEMBRE	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
244 (1 de Septiembre)	6,3	6,5
245 (2 de Septiembre)	6,3	6,4
246 (3 de Septiembre)	6,2	6,4
247 (4 de Septiembre)	6,1	6,3
248 (5 de Septiembre)	6	6,3
249 (6 de Septiembre)	6	6,3
250 (7 de Septiembre)	5,9	6,3
251 (8 de Septiembre)	6,1	6,2
252 (9 de Septiembre)	6	6,2
253 (10 de Septiembre)	5,8	6,2
254 (11 de Septiembre)	5,8	6,1
255 (12 de Septiembre)	5,6	6,1
256 (13 de Septiembre)	5,8	6,1
257 (14 de Septiembre)	5,5	6
258 (15 de Septiembre)	5,6	5,9
259 (16 de Septiembre)	5,3	5,8
260 (17 de Septiembre)	5,3	5,8
261 (18 de Septiembre)	4,8	5,3
262 (19 de Septiembre)	4,5	4,7
263 (20 de Septiembre)	4,9	5,6
264 (21 de Septiembre)	4,4	5,2
265 (22 de Septiembre)	4,6	5,1
266 (23 de Septiembre)	4,6	5,3
267 (24 de Septiembre)	4,7	5,3
268 (25 de Septiembre)	4,7	5,2
269 (26 de Septiembre)	4,5	5
270 (27 de Septiembre)	4,4	5
271 (28 de Septiembre)	4,3	4,9
272 (29 de Septiembre)	4,3	4,9
273 (30 de Septiembre)	4,3	4,7

Tabla 12: Radiación solar media en el mes de octubre

Día del año	Media	Mediana
OCTUBRE	(kWh/m2)	(kWh/m2)
274 (1 de Octubre)	4,2	4,7
275 (2 de Octubre)	4,3	4,9
276 (3 de Octubre)	4,4	4,8
277 (4 de Octubre)	4,2	4,7
278 (5 de Octubre)	4,2	4,5
279 (6 de Octubre)	3,9	4,3
280 (7 de Octubre)	4,2	4,5
281 (8 de Octubre)	4,2	4,5
282 (9 de Octubre)	4,1	4,6
283 (10 de Octubre)	3,8	4,4
284 (11 de Octubre)	3,9	4,3
285 (12 de Octubre)	3,7	3,7
286 (13 de Octubre)	4	4,2
287 (14 de Octubre)	3,7	4,1
288 (15 de Octubre)	3,7	3,9
289 (16 de Octubre)	3,3	3,3
290 (17 de Octubre)	3,6	3,8
291 (18 de Octubre)	3,5	3,8
292 (19 de Octubre)	3,2	3,6
293 (20 de Octubre)	2,9	2,9
294 (21 de Octubre)	3,1	3,1
295 (22 de Octubre)	3,1	3,1
296 (23 de Octubre)	3,3	3,6
297 (24 de Octubre)	3,3	3,5
298 (25 de Octubre)	3,2	3,5
299 (26 de Octubre)	3,2	3,5
300 (27 de Octubre)	3,3	3,9
301 (28 de Octubre)	3,2	3,5
302 (29 de Octubre)	3,5	3,8
303 (30 de Octubre)	3,4	3,7
304 (31 de Octubre)	3,2	3,6

Tabla 13: Radiación solar media en el mes de noviembre

Día del año	Media	Mediana
NOVIEMBRE	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
305 (1 de Noviembre)	3,3	3,6
306 (2 de Noviembre)	2,8	3,1
307 (3 de Noviembre)	3	3,3
308 (4 de Noviembre)	2,9	3,2
309 (5 de Noviembre)	2,7	2,8
310 (6 de Noviembre)	2,9	3,2
311 (7 de Noviembre)	2,9	3,3
312 (8 de Noviembre)	3	3,3
313 (9 de Noviembre)	2,7	3,1
314 (10 de Noviembre)	2,9	3,1
315 (11 de Noviembre)	2,5	2,6
316 (12 de Noviembre)	2,6	2,6
317 (13 de Noviembre)	2,4	2,6
318 (14 de Noviembre)	2,7	3
319 (15 de Noviembre)	2,5	2,9
320 (16 de Noviembre)	2,4	2,7
321 (17 de Noviembre)	2,5	2,7
322 (18 de Noviembre)	2,4	2,6
323 (19 de Noviembre)	2,4	2,7
324 (20 de Noviembre)	2,1	2
325 (21 de Noviembre)	2,3	2,4
326 (22 de Noviembre)	2	2
327 (23 de Noviembre)	2,3	2,6
328 (24 de Noviembre)	2,2	2,6
329 (25 de Noviembre)	2,1	2,3
330 (26 de Noviembre)	2,2	2,3
331 (27 de Noviembre)	2,3	2,4
332 (28 de Noviembre)	2,3	2,6
333 (29 de Noviembre)	2,4	2,6
334 (30 de Noviembre)	2,4	2,6

Tabla 14: Radiación solar media en el mes de diciembre

Día del año	Media	Mediana
DICIEMBRE	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
335 (1 de Diciembre)	2,3	2,6
336 (2 de Diciembre)	2,4	2,6
337 (3 de Diciembre)	2,3	2,6
338 (4 de Diciembre)	2	2,3
339 (5 de Diciembre)	2,2	2,4
340 (6 de Diciembre)	2,3	2,6
341 (7 de Diciembre)	2,2	2,6
342 (8 de Diciembre)	2,2	2,6
343 (9 de Diciembre)	2,1	2,4
344 (10 de Diciembre)	2,3	2,6
345 (11 de Diciembre)	2,2	2,5
346 (12 de Diciembre)	2,1	2,7
347 (13 de Diciembre)	2,2	2,7
348 (14 de Diciembre)	2,1	2,5
349 (15 de Diciembre)	2	2,4
350 (16 de Diciembre)	2,1	2,5
351 (17 de Diciembre)	2	2,4
352 (18 de Diciembre)	2,1	2,3
353 (19 de Diciembre)	2,1	2,2
354 (20 de Diciembre)	2,1	2,3
355 (21 de Diciembre)	2,2	2,4
356 (22 de Diciembre)	2,1	2,4
357 (23 de Diciembre)	2	2,3
358 (24 de Diciembre)	2,1	2,2
359 (25 de Diciembre)	2	2
360 (26 de Diciembre)	2,1	2,4
361 (27 de Diciembre)	1,9	2
362 (28 de Diciembre)	1,8	2
363 (29 de Diciembre)	1,8	1,8
364 (30 de Diciembre)	1,6	1,7
365 (31 de Diciembre)	1,7	1,6

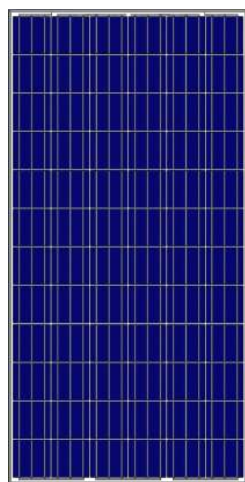
De los datos anteriores se obtiene una radiación media mínima al año de 1.6 Kwh/m² el día de menos generación.

Para la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar se elige la siguiente placa fotovoltaica:



AS-6P

POLYCRYSTALLINE MODULE



Passionately
 committed to
 delivering innovative
 energy solution

ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 17.01% through advanced manufacturing technology.
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.
- High ammonia and salt mist resistance.
- Potential induced degradation (PID) resistance.

CERTIFICATIONS

- IEC61215, IEC61730, IEC62716, IEC61701, UL1703, CE, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), MCS(UK), CEC(Australia), FSEC(FL-USA), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), Kemco(South Korea), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ISO9001:2008: Quality management system
- ISO14001:2004: Environmental management system
- OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

SPECIAL WARRANTY

- 12 years limited product warranty.
- Limited linear power warranty: 12 years 91.2% of the nominal power output, 30 years 80.6% of the nominal power output.

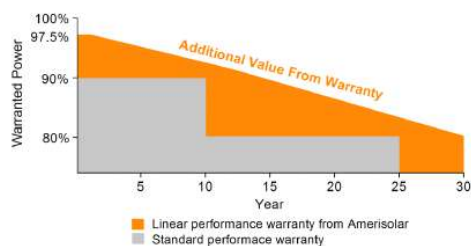


Figura 21: Hoja de características de la placa solar (1)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC								
Nominal Power (P_{max})	295W	300W	305W	310W	315W	320W	325W	330W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	45.2V	45.3V	45.4V	45.5V	45.6V	45.7V	45.8V	45.9V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.60A	8.68A	8.76A	8.85A	8.93A	9.00A	9.08A	9.16A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	36.6V	36.7V	36.8V	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.3V
Current at Nominal Power (I_{mp})	8.07A	8.18A	8.29A	8.41A	8.52A	8.63A	8.74A	8.85A
Module Efficiency (%)	15.20	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.75	17.01
Operating Temperature	-40°C to +85°C							
Maximum System Voltage	1000V DC							
Fire Resistance Rating	Type 1(UL1703)Class C(IEC61730)							
Maximum Series Fuse Rating	15A							

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT								
Nominal Power (P_{max})	217W	221W	224W	228W	232W	236W	239W	243W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	41.6V	41.7V	41.8V	41.9V	42.0V	42.0V	42.1V	42.2V
Short Circuit Current (I_{sc})	6.97A	7.03A	7.10A	7.17A	7.23A	7.29A	7.35A	7.42A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	33.3V	33.4V	33.5V	33.6V	33.7V	33.8V	33.9V	34.0V
Current at Nominal Power (I_{mp})	6.52A	6.62A	6.69A	6.79A	6.89A	6.98A	7.05A	7.15A

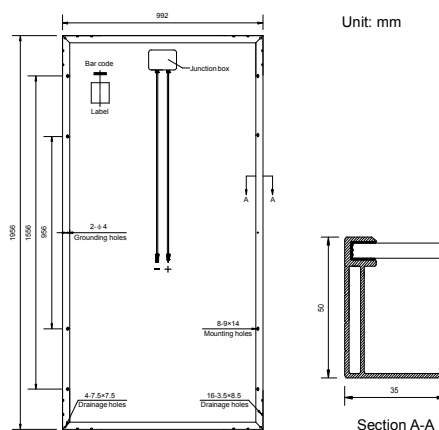
NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Cell type	Polycrystalline 156x156mm (6x6inches)
Number of cells	72 (6x12)
Module dimensions	1956x992x50mm (77.01x39.06x1.97inches)
Weight	27kg (59.5lbs)
Front cover	4.0mm (0.16inches) low-iron tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (0.006inches ²), 1000mm (39.37inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of P_{max}	-0.43%/°C
Temperature Coefficients of V_{oc}	-0.33%/°C
Temperature Coefficients of I_{sc}	0.056%/°C

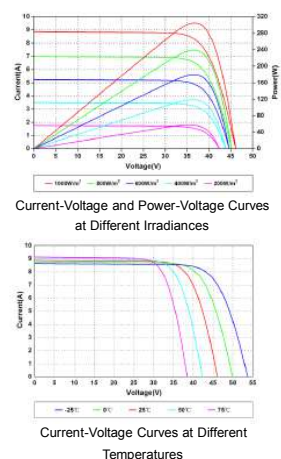
PACKAGING	
Standard packaging	21pcs/pallet
Module quantity per 20' container	210 pcs
Module quantity per 40' container	462 pcs

ENGINEERING DRAWINGS



Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

IV CURVES



Amerisolar and Amerisolar logo denoted with © are registered trademarks of Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.

Figura 22: Hoja de características de la placa solar (2)

Este modulo fotovoltaico proporciona 330W teniendo una superficie de 2m². La potencia requerida es de 18,5kW y 26,4kVA, por lo que serán necesarios 80 modulos, los cuales tienen una superficie total de 122m². El precio de cada modulo es 153.07€, por lo que el coste total es de 12,245.60€, el cual es muy inferior al precio del aerogenerador, por lo que queda descartado la ejecución de un aerogenerador. La potencia obtenida de 330W la ofrece para una radiación de 1kW/m² el cual es inferior a la mínima radiación en la zona de 1,6kW/m².

3.2.3 RED ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN

La opción más utilizada en este tipo de instalaciones es la construcción de una línea eléctrica de media tensión. En este caso teniendo en cuenta el punto de enganche a la línea de endesa y el punto de consumo, la red tendría que pasar por una zona protegida medioambientalmente, teniendo que construirse una línea eléctrica soterrada. La distancia de la línea a construir es de 3.4Km y el precio medio por kilometro de una línea de media tensión soterrada es de 35,000€/Km, por lo que el precio total es de 119.000€ el cual es muy superior al de las placas solares y el aerogenerador, teniendo también en contra el gasto de consumo energético que tendría y la no utilización de recursos renovables. Por todos estos motivos queda completamente descartado el uso de una red de media tensión.

3.3 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El método de suministro de energía al sondeo elegido es mediante la instalación de placas fotovoltaicas, ya que como se ha visto en el apartado anterior este es mucho más económico que la instalación de un aerogenerador. También es más fácil conocer las horas exactas de sol al día, y por lo tanto obtener una mejor estimación de la producción de energía eléctrica.

3.3.1 PLACA FOTOVOLTAICA

La placa fotovoltaica ofrece una potencia máxima de 330W a una tensión de 37.3 voltios y una corriente de 8.85 amperios. Estas placas irán conectadas a una caja de string, las cuales agruparán como máximo 26 placas, ya que si no sobrepasaríamos los 1000 voltios y se dejaría de trabajar en baja tensión, con el consiguiente cambio de normativa que ello implicaría. Por tanto al necesitar 26.4kVA, serán necesarias 80 placas, que se conectarán en 4 cajas de string (conectadas en paralelo) de 20 placas (conectadas en serie), las cuales proporcionan una potencia de 26400VA a una tensión de 746V. Estas cajas de string se conectan directamente al variador de frecuencia el cual también tiene la función de inversor. Este proporcionará a la bomba la potencia instantánea generada por las placas y por tanto el caudal que proporcione el grupo electrobomba dependerá directamente de la intensidad del sol en cada momento.

3.3.2 SERVICIO AUXILIAR DE ENERGÍA

Adicionalmente se instalará un sistema de telecontrol tanto en el sondeo como en el deposito que facilite información de la potencia instantánea de la bomba, como del nivel de agua del deposito en todo momento. En caso de que este nivel descienda por debajo de un 10% de su capacidad, se pondrá en marcha un grupo electrógeno que sirva como sustituto de las placas solares. Este grupo electrógeno servirá solo como apoyo y se pondrá en marcha en caso de ausencia de sol suficiente por un periodo superior a dos días (tiempo de vaciado del deposito en condiciones normales de consumo). Un grupo electrógeno que reúna las características necesarias puede ser el siguiente:

HIMOINSA
 A YANMAR COMPANY

HZA1-30C T5
 GAMA INDUSTRIAL
 Powered by HATZ



SERVICIO		PRP	ESP
POTENCIA	kVA	30	33
POTENCIA	kW	24	26
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	r.p.m.	1.500	
TENSIÓN ESTÁNDAR	V	400/230	
FACTOR DE POTENCIA	Cos Phi	0,8	



GAMA INDUSTRIAL

HIMOINSA empresa con certificación de calidad ISO 9001. Los grupos electrógenos HIMOINSA cumplen el marcado CE que incluye las siguientes directivas:

- 2006/42/CE Seguridad de Máquinas.
- 2014/53/UE de Compatibilidad Electromagnética.
- 2014/35/UE material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión
- 2000/14/CE Emisiones Sonoras de Máquinas de uso al aire libre.(modificada por 2005/88/CE)
- 87/68/CE de Emisión de Gases y Partículas contaminantes. (modificada por 2012/46/UE)
- EN 12100, EN 13857, EN 60204

Condiciones ambientales de referencia según la norma ISO 8528-1:2018: 1000 mbar, 25°C, 30% humedad relativa.

Prima Power (PRP):

Según la norma ISO 8528-1:2018, es la potencia máxima disponible para empleo bajo cargas variables por un número limitado de horas por año entre los intervalos de mantenimiento prescritos por el fabricante y en las condiciones ambientales establecidas por el mismo. La potencia media consumible durante un periodo de 24 horas no debe rebasar el 70% de la PRP.

Emergency Standby Power (ESP):

Según la norma ISO 8528-1:2018, es la potencia máxima disponible para empleo bajo cargas variables en caso de un corte de energía de la red o en condiciones de prueba por un número limitado de horas por año de 200h entre los intervalos de mantenimiento prescritos por el fabricante y en las condiciones ambientales establecidas por el mismo. La potencia media consumible durante un periodo de 24 horas no debe rebasar el 70% de la ESP.

Continuos Power (COP): Según la norma ISO 8528-1:2018, es la potencia máxima disponible para empleo bajo cargas constantes por un número limitado de horas al año entre los intervalos de mantenimiento prescritos por el fabricante y en las condiciones ambientales establecidas por el mismo.

Cumple con un impacto de carga tipo G2 según la norma ISO 8528-6:2018

HIMOINSA HEADQUARTERS:

Fábrica: Ctra. Murcia - San Javier, Km. 23,6 | 30730 SAN JAVIER (Murcia) Spain
Tel: +34 968 19 11 28 Fax: +34 968 19 12 17 Fax: +34 968 19 04 20 |
info@himoinsa.com | www.himoinsa.com

Centros Productivos:

ESPAÑA • FRANCIA • INDIA • CHINA • USA • BRASIL • ARGENTINA

Filiales:

PORTUGAL | POLONIA | ALEMANIA | UK | SINGAPUR | EMIRATOS ÁRABES UNIDOS
| PANAMÁ | REPÚBLICA DOMINICANA | ARGENTINA | ANGOLA | SUDÁFRICA



Ctra. Murcia - San Javier, km. 23,6 | 30730 San Javier (Murcia) SPAIN | Tel.: +34 902 19 11 28 / +34 968 19 11 28
Fax: +34 968 19 12 17 | Export Fax: +34 968 19 04 20 | E-mail: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com



INSONORIZADO ESTÁNDAR



INSONORIZADO CAPOTADO



REFRIGERADOS POR AIRE



TRIFÁSICOS



50 HZ



STAGE 3A



DIÉSEL

Himoinsa se reserva el derecho de modificar cualquier característica sin previo aviso.

Pesos y medidas basadas en los productos estándar. Las ilustraciones pueden incluir accesorios opcionales.

Las características técnicas descritas en este catálogo, se corresponden con la información disponible en el momento de la impresión.

Las ilustraciones e imágenes son orientativas y podrían no coincidir en su totalidad con el producto.

Diseño industrial bajo patente.

Figura 23: Datos técnicos Grupo electrógeno(1)



Especificaciones de Motor | 1.500 r.p.m.

Potencia Nominal (PRP)	kW	27
Potencia Nominal (ESP)	kW	30
Fabricante	HATZ	
Modelo	4L 41C	
Tipo de Motor	Diesel 4 tiempos	
Tipo de Inyección	Directa	
Tipo aspiración	Natural	
Cilindros, número y disposición	4-L	
Diámetro x Carrera	mm	102 x 105
Cilindrada total	L	3,432
Sistema de refrigeración	Aire	
Especificaciones del aceite motor	CCMC-D4-D5-PD2/ API CD-CE-CF-CG/SH-P D	
Relación de compresión	18,7	

Consumo combustible ESP	l/h	8,13
Consumo máximo de aceite a plena carga	0,2 % del consumo de combustible	
Cantidad de aceite máxima	L	15
Regulador	Tipo	Mecánico
Filtro de Aire	Tipo	Seco



- Motor diesel
- 4 tiempos
- Refrigerado por aire
- Arranque eléctrico 12V
- Filtro de aire en seco
- Regulación mecánica
- Protecciones de partes calientes
- Protecciones de partes móviles
- Bulbos de ATA (Opcional).
- Bulbos de BPA (Opcional).



Especificaciones Alternador | MECC ALTE

Fabricante	MECC ALTE	
Modelo	ECP28.VL4C	
Polos	Nº	4
Tipo de conexión (estándar)	Estrella - Serie	
Tipo de acoplamiento	S-5 8"	
Grado de protección aislamiento	Clase	Clase H

Grado de protección mecánica (según IEC-34-5)	IP23	
Sistema de excitación	Autoexcitado, sin escobillas	
Regulador de tensión	A.V.R. (Electrónico)	
Tipo de soporte	Monopalier	
Sistema de acoplamiento	Disco Flexible	
Tipo de recubrimiento	Estándar (Impregnación en vacío)	



- Autoexcitado y autorregulado
- Protección IP23
- Aislamiento clase H

Figura 24: Datos técnicos Grupo electrógeno(2)

El coste de este grupo electrógeno es de 10,679.10€.

3.3.3 CONTROL Y CONEXIÓN DEL SISTEMA

Tanto las placas solares como el grupo electrógeno serán los encargados de dar soporte energético a la bomba. Las placas solares proporcionan energía en corriente continua, no siendo así el grupo electrógeno que proporciona esta en corriente alterna trifásica. Es por esto que se necesita un sistema que sea capaz de servir como inversor para las placas solares y proporcionar corriente alterna trifásica al motor, como también un variador de frecuencia que permita ajustar la bomba según la potencia energética recibida de las placas. Se busca por tanto un variador de frecuencia preparado con un inversor para admitir una conexión de placas solares así como de una red, en este caso el grupo electrógeno. El variador de frecuencia elegido incluye todos estos elementos además de las protecciones necesarias para la prevención de roturas debido a sobretensiones, sobreintensidades, fallo de aislamiento, etc. El variador es el siguiente:

SD700SP

VARIADOR DE VELOCIDAD PARA BOMBEO SOLAR

-  **IP54** ELECTRÓNICA SELLADA SIN FILTROS
-  **ELECTRÓNICA BARNIZADA**
-  **FILTROS DE ARMÓNICOS Y RFI**
-  **MODULARIDAD**
-  **OPERACIÓN 50°C SIN REDUCCIÓN DE POTENCIA**
-  **FILTRO dV/dt 500V/μs-800V/μs DE SERIE HASTA 300M CABLE NO APANTALLADO**
-  **ACCESO FRONTAL A TODOS LOS COMPONENTES**
-  **MÁXIMO CUIDADO DEL MOTOR**
-  **AHORRO DE ENERGÍA**
-  **SISTEMA DE VENTILACIÓN ICool**
-  **MÚLTIPLES APLICACIONES Y COMUNICACIONES**
-  **ALTA CALIDAD Y SOBREDIMENSIONAMIENTO**
-  **SEGURIDAD FUNCIONAL Y ELÉCTRICA**
-  **CONTROL PRECISO Y FLEXIBLE**

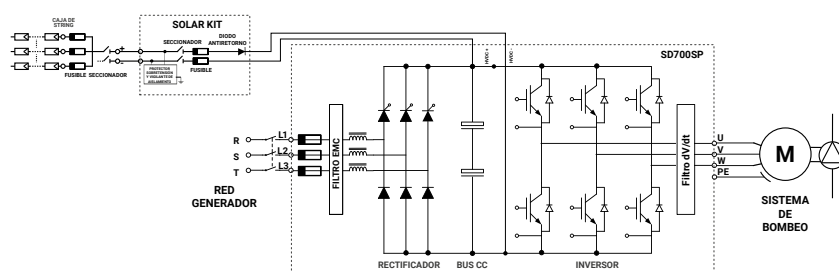
REDUZCA LOS COSTES ELÉCTRICOS O DE DIESEL DE SUS BOMBEO INTEGRANDO SD700SP

Power Electronics tiene como objetivo reducir los costes de explotación de sus instalaciones de bombeo, ofreciendo cada día soluciones más avanzadas de ahorro y eficiencia energética. Hemos aprovechado las sinergias de nuestra división industrial y solar para lanzar el sistema de bombeo solar de alta potencia SD700SP SOLAR PUMPING. Este producto único saca partido a las más avanzadas prestaciones de nuestro variador SD700, y permite usar como fuente de energía solamente los paneles solares (sistema aislado), o los paneles solares y la red/generador simultáneamente (sistema híbrido).

SD700SP es una solución compacta que integra un variador SD700 especial, protecciones de corriente continua y software de control mejorado. Set que permite una instalación y puesta en marcha rápida y sencilla. Tras un primer agrupamiento, las series de paneles solares del campo fotovoltaico y la red/generador se conectan directamente al SD700SP. El funcionamiento del puente inversor y las magníficas prestaciones de salida a motor no se ven alteradas, pudiendo operar el variador y el motor sin restricciones (curvas de arranque, protecciones de motor, protecciones de bombas, etc...).

Figura 25: Datos técnicos variador de velocidad (1)

DIAGRAMA OPERACIONAL



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ENTRADA	Rango de potencia	1,5kW - 560kW ^[1]
	Tensión	380-500Vca, 3 fases (±10%) 540-900Vcc (830Vcc para tallas 1 y 2)
	Alimentación híbrida	Si, conexión simultánea
	Frecuencia de entrada	50Hz/60Hz ± 6%
	Tecnología rectificador de entrada	Tiristor-diodo
	DPF=cos φ / Factor de potencia	≥ 0,98 / ≥ 0,91
	Filtro de entrada EMC	Tallas 1 y 2: Primer entorno (C2 estándar); Tallas 3 a 11: Segundo entorno (Industrial) (C3 estándar); Primer entorno (C2 Opcional). C1 consultar con Power Electronics. Filtro IT opcional
	THDi (%) corriente / Filtro de armónicos	≤ 40% / Bobinas de entrada 3% impedancia
	Regenerativo	No
	Frecuencia de salida ^[2]	0...200Hz
SALIDA	Capacidad de sobrecarga	Par constante/carga pesada: 150% durante 60s a 50°C
	Eficiencia (a corriente y tensión nominal)	≥ 98%
	Frecuencia de modulación	4 a 8kHz - PEWave
	Filtro dV/dt de salida	500 a 800V/μs ^[3]
	Longitud cable de salida ^[4]	No apantallado 300m, Apantallado 150m
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura operación/almacenamiento	-20°C a +50°C / -40°C a +70°C
	Altitud/Reducción de potencia por altitud ^[1]	1000m / >1000m, 1% PN(kW) por 100m; 4000m máximo
	Humedad relativa	<95%, sin condensación
	Grado de protección	IP20, IP54
ENTRADAS Y SALIDAS	Entradas digitales	6 programables, activas a nivel alto (24Vcc), Alimentación aislada, 1 entrada PTC
	Salidas digitales	3 relés conmutados configurables (250Vca, 8A o 30Vcc, 8A)
	Entradas analógicas	2 programables y diferenciales: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc (Aislado ópticamente)
	Salidas analógicas	2 salidas configurables aisladas: 0-20mA, 4-20mA, 0-10Vcc y ±10Vcc
	Entradas encoder (opcional)	2 entradas encoder diferenciales. Tensiones de entrada desde 5 a 24Vcc
	Alimentación de usuario	+24Vcc alimentación de usuario (Máx. 180mA) regulada y protegida frente a cortocircuitos +10Vcc alimentación de usuario (Máx. 2 potenciómetros R=1kΩ) regulada y protegida frente a cortocircuitos
	Tarjeta de expansión E/S (opcional)	4 digitales: Entradas programables y activas a nivel alto (24Vcc). (Aislado ópticamente) 1 entrada analógica: Entrada programable y diferencial. 5 salidas digitales: Relés programables multifunción. 1 salida analógica: Salida programable en tensión /corriente.
	Alimentación externa (opcional)	24V Alimentación externa, Relé de fallo integrado
	COMUNICACIONES	Protocolo estándar: Modbus-RTU Protocolo opcional: Profibus-DP, DeviceNet, Ethernet (Modbus TCP), Ethernet IP, CANopen, N2 Metasys Gateway
	REGULACIÓN	Certificaciones: CE, cTick, UL ^[5] , cUL ^[5] , GL ^[6] Compatibilidad electromagnética: Directiva EMC (2004/108/CE), IEC/EN 61800-3 Diseño y construcción: Directiva LVD (2006/95/CE), IEC/EN 61800-2, IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 60146-1-1, IEC60068-2-6, IEC/EN 61800-5-2(STO) TÜV Rheinland Certified

[1] Otra configuración, consultar con Power Electronics.

[2] Consultar para frecuencias de funcionamiento superiores a 100Hz.

[3] Dependiendo de la potencia nominal, tensión de entrada y conforma a las recomendaciones de instalación de Power Electronics.

[4] Siga las recomendaciones de instalación de Power Electronics.

Para longitudes de cable superiores y Primer entorno consultar.

[5] En proceso de certificación.

[6] Serie SD700 desde talla 5 en adelante. Consultar para más información.

Figura 26: Datos técnicos variador de velocidad (2)

Este variador tiene un factor de potencia mínimo de 0.91. La bomba usada en el sondeo tiene un factor de potencia de 0.71, por lo que será necesario instalar unas baterías de condensadores que mejoren el factor de potencia conjunto de la instalación. Para conocer la potencia de la batería de condensadores se

$$S = 18.5kW + j18.73kVar$$

Para el mínimo factor de potencia del inversor (0.91), la potencia reactiva proporcionada es:

$$S = \frac{P}{\cos(\varphi)} = \frac{18.5}{0.91} = 20.33KVA = 18.5kW + 8.43kVar$$

Luego la potencia reactiva a proporcionar por la batería de condensadores es la siguiente:

$$Q = 18.73kVar - 8.43kVar = 10.3kVar$$

01

BATERÍAS AUTOMÁTICAS DE CONDENSADORES

"PHICAP_400 V"

4/4

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de servicio : 400 Vac (50/60 Hz)

CONDENSADORES

- "CRM" / "CRT" (Características técnicas en ficha específica)

CONTACTORES

- especiales, categoría Ac6b
- resistencias para la extracorrente de inserción
- tensión de bobina : 230 Vac
- homologación : UL 224924

PROTECCIONES y CIRC. AUXILIAR

- magnet. IV, 10 kA para CRC-1 / CRC-2 / CRC-3 / A-4 / M30 / M50
- fusibles NH00, 120 kA a.p.c., circ. de potencia
- fusibles "apc" para circuitos auxiliares
- termostato de seguridad
- protección contra contactos directos

PROTECCIÓN OPCIONAL

- interruptor de corte en carga + autotrafo
- interruptor automático + autotrafo
- interruptor aut. + protección dif. + autotrafo

REGULADOR AUTOMÁTICO

- pantalla alfa-numérica y pulsadores de función
- multifuncional, con alarmas configurables
- puerto TTL-RS232, reprogramable

REGULADOR AUTOMÁTICO "DCRM2"

- para CRC-1 / CRC-2 / CRC-3 / A4
- indicación por leds

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- armario metálico IP31, RAL 7035
- acometida por abajo en "S 800" y "S 800_2"
- pasa-cables o placa deslizable s/armario
- montaje en vertical
- anclaje a pared : "M30", "M50", "M100", "M225"
- anclaje a suelo: S500_03, S600, S800, 01, S800_02
- una acometida por cada armario
- ventilación forzada a partir de 325 KVA

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

- humedad admisible sin condensación : 80%
- temp. amb. media durante 24 h. : -5°C / +35°C
- temp. amb. máx. durante 24 h. : 40°C
- altitud máx. de montaje : 4000 m. s.n.m.

CONFORMIDAD a NORMAS

- IEC60831-1+2
- 2006/95/CE / 2004/108/CE
- IEC 61010-1
- IEC 61000-6
- IEC 61921
- IEC 61439-1/2



01_p.8

Se recomienda realizar previamente una medición de armónicos para evaluar si es conveniente o necesario instalar una batería con filtros de rechazo.

CISAR

ENERGÍA REACTIVA Y ARMÓNICOS DESDE 1979

CONDENSADORES INDUSTRIALES, S.L. - c/ Cobalto, 110 - 08907 Hospitalet de Llobregat (Barcelona - Spain) - tel. +(34) 933 378 264 - fax +(34) 933 378 169 - cisarbcn@cisar.es - WWW.CISAR.ES

Figura 27: Datos técnicos baterías de condensadores (1)

01

BATERÍAS AUTOMÁTICAS DE CONDENSADORES

"PHICAP_400 V"

2/4

Características técnicas en OT.p.6



400 V

armario	KW/400 V (50 Hz)	escalones	Interr. automático	dimens. (mm) H x A x P	kg	código	P.V.P.
M 30	5	1.66+3.33	INCLUIDO	500 x 395 x 180	13	P115000540M	708 €
	7.5	2.5+5			13	P115000740M	749 €
	10	2x2.5+5			14	P115001040M	780 €
	12.5	2.5+2x5			14	P115001240M	796 €
	15	3x5			14	P115001540M	815 €
	17.5	2.5+5+10			14	P115001740M	832 €
	20	2x5+10			15	P115002040M	864 €
	22.5	2.5+5+15			15	P115002240M	881 €
	25	5+2x10			15	P115002540M	896 €
	27.5	5+7.5+15			15	P115002740M	914 €
	30	5+10+15			15.5	P115003040M	925 €
	35	5+10+20			21	P125003540M	984 €
M 50	37.5	2.5+5+10+20		610 x 418 x 258	22	P125003740M	1.017 €
	40	2x10+20			26	P125004040M	1.042 €
	45	5+2x10+20			27	P125004540M	1.063 €
	50	10+2x20			28	P125005040M	1.105 €

armario	KW/400 V (50 Hz)	escalones	Interrupción (*)	dimens. (mm) H x A x P	kg	código	P.V.P.	P.V.P. suplemento (€)
M 100	55	5+10+2x20	OPCIONAL	710 x 754 x 258	39.5	P135005540"	1.344 €	210 €
	60	2x10+2x20			40	P135006040"	1.360 €	210 €
	62.5	12.5+2x25			41.5	P135006240"	1.396 €	266 €
	65	5+2x10+2x20			42	P135006540"	1.433 €	266 €
	70	10+3x20			43.5	P135007040"	1.452 €	266 €
	75	5+10+3x20			44	P135007540"	1.474 €	266 €
	80	4x20			44	P135008040"	1.496 €	266 €
	87.5	12.5+3x25			45	P135008740"	1.511 €	271 €
	90	10+4x20			45.5	P135009040"	1.527 €	271 €
	100	10+20+30+40			46	P135010040"	1.648 €	271 €

\$ seccionador de corte en carga (316) + transf. auxiliar 0V/230 Vdc

opciones bajo demanda

A interruptor automático + transformador auxiliar 0V/230 Vdc

AD interruptor automático + relé diferencial + transf. auxiliar 0V/230 Vdc

transformador de intensidad .75 Amp. NO incluido

instalación y mantenimiento según Manual Técnico

OT.p.6

CISAR

EMPRESA AFILIADA A ASOCIACIÓN PROFESIONAL DE INGENIEROS

CONDENSADORES INDUSTRIALES, S.L. - 12 Colinas, 100 - 08907 Hospitalet del Llobregat (Barcelona - Spain) - tel. +34 93 378 164 - fax +34 93 378 169 - cisar@cisar.es - WWW.CISAR.ES

Figura 28: Datos técnicos baterías de condensadores (2)

Se elige por tanto la batería de condensadores de 12,5Kvar.

Para la alimentación de la bomba será necesario que los cables que conectan el variador de velocidad con la bomba no tengan una caída de tensión de más del 5%, que es lo que estipula el reglamento electrotécnico de baja tensión. Se procede por tanto al cálculo de la sección del cable para que cumpla con estas especificaciones:

$$R_{max} = \frac{\Delta V}{I_{max}} = \frac{0.05 \cdot 400}{38} = 0.526\Omega$$

El cable a utilizar será de cobre ya que este tiene una menor resistividad y por tanto será necesaria una menor sección. El cable tendrá una longitud de 72 metros, ya que es la distancia desde donde se situará el variador de velocidad hasta la bomba, situada en el fondo del sondeo.

$$S_{min} = \rho_{cobre} \cdot \frac{l}{R_{max}} = 1.71 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{72}{0.526} = 2.34 \text{ mm}^2$$

La sección necesaria de cable por fase será por tanto de 2.34mm². Al estar las secciones de los cables normalizadas, se elige una sección de cable de 2,5mm².

También se añadirá un sistema de telecontrol que envíe una señal desde el depósito cuando este baje del 10%, al sondeo el cual pondrá en marcha el grupo electrógeno auxiliar.

Capítulo 4. MODELO ECONÓMICO

En este capítulo se mostrará un análisis económico que indique el precio detallado de cada componente del proyecto, así como el precio total. No se incluye el precio de las partes ya construidas tales como el depósito y la conducción de agua.

Se incluye también una comparativa de ahorro económico al usar una energía renovable frente a la red eléctrica convencional.

4.1.1 PRESUPUESTO

Tabla 15: Presupuesto

Producto	Precio unitario	Cantidad	Precio Total
SISTEMA HIDRAULICO			
Bomba S-151B/8*	8.559,00 €	1	8.559,00 €
TOTAL SISTEMA HIDRAULICO			8.559,00 €
SISTEMA ELECTRICO			
Placa Solar AS-6P	153,07 €	80	12.245,60 €
Inversor PE SD700SP	11.354,76 €	1	11.354,76 €
Bateria de Condensadores	796,00 €	1	796,00 €
Manguera electrica 5 cables 2,5mm 100m	6,76 €	1	6,76 €

Sistema Telecontrol	6.457,47 €	1	6.457,47 €
Grupo Electrogeno HZA1-30C	10.679,10 €	1	10.679,10 €
TOTAL SISTEMA ELECTRICO			41.539,69 €
TOTAL			50.098,69 €

4.1.2 AHORRO ECONÓMICO ENERGÍA RENOVABLE

Al usar un sistema de energía que genere la electricidad en el mismo punto de consumo, eliminamos los gastos derivados del transporte de la energía (es mas eficiente, ya que no hay perdidas energéticas derivadas del transporte), así como los gastos a pagar al distribuidor por cada kWh consumido.

Actualmente en España el precio de la electricidad se encuentra regulado según la hora del día, teniendo dos tarifas diferentes: Tarifa valle y tarifa punta. El consumo de electricidad es de solo 9 horas al día, tiempo que tarda en llenarse el deposito por completo, por lo que en caso de no tener las placas fotovoltaicas, se intentaría que estas horas de consumo coincidan con las horas valle que son más baratas. El precio medio de la electricidad en la hora valle es: 0.0999€/kWh.

La bomba debe funcionar 9 horas al día cada dos días para llenar el deposito por completo por lo que funcionará 1643 horas aproximadamente al año. Estas horas de funcionamiento es suponiendo que la bomba está a pleno rendimiento, es decir, consumiendo una potencia de 18.5kW. La energía total consumida en un año sería:

$$E = P \cdot t = 18.5kW \cdot 1643h = 30395.5kWh$$

El precio de la energía anual será por tanto:

Tabla 16: Precio energía consumida anual

	Consumo Anual [kWh]	Precio unitario [kWh/€]	Precio Total Anual [€]
Hora Punta	30395,5	0,2404	7.307,08 €
Hora Llano	30395,5	0,1419	4.313,12 €
Hora Valle	30395,5	0,0999	3.036,51 €

A la vista de estos resultados, en el caso de consumo energético más favorable, el ahorro anual en energía es de 3.036,51€, por lo que el uso de placas fotovoltaicas no solo es más barato a la hora de su instalación, sino que disminuye los costes de mantenimiento de la infraestructura y favorece al medioambiente ayudando a reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera.

Capítulo 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Con la realización de este proyecto podemos sacar la conclusión de que el uso de energías renovables en sondeos para el abastecimiento de agua potable es la mejor de las alternativas existentes. El uso de las placas fotovoltaicas no solo es más barato en su instalación, sino que también permite reducir los costes de explotación de la infraestructura. Como se ha visto el ahorro anual mínimo es de 3.036,51€ y el coste de la instalación del sistema eléctrico es de 48.888,49€, por lo que a pesar de que existiera una línea eléctrica, la inversión se amortizaría en 16 años, un periodo de tiempo inferior a la vida media de los componentes usados en el proyecto. Es por ello que se podría estudiar a la vista de estos datos el uso de placas solares en sondeos ya contruidos y con una línea eléctrica que lo alimente, ya que se rentabilizaría la inversión y ayudaría a reducir los niveles de dióxido de carbono, así como ayudar a cumplir los objetivos 7 y 13 de desarrollo sostenible propuestos por la ONU. Otra de las ventajas de el uso de este tipo de energía es la mejora de rendimiento del sistema eléctrico ya que, al estar la generación y el consumo energético en el mismo lugar, se eliminan las perdidas de energía en el transporte de esta, mejorando también la eficiencia del sistema.



Figura 29: Objetivos de desarrollo sostenible de la ONU

Se ha podido observar también que el precio de la energía eólica es muy superior al precio de la energía solar, ya que solo el aerogenerador es mas caro que toda la instalación de energía solar. También es notable la zona donde se encuentra el sondeo ya que es una de las zonas de España con mayor incidencia de radiación solar por lo que sería recomendable aprovechar toda esa energía gratuita y limpia.

En definitiva, este proyecto podría ayudar al uso de energía solar en futuros sondeos a construir en zonas con similares niveles de radiación que la zona estudiada en este proyecto.

Capítulo 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Adalsa (2021). *Aguas de Alcalá la Real*. ADALSA. Recuperado de:
<http://www.adalsa.es>
- [2] Agencia Andaluza de la energía (2003). *Estudios de sol y viento*. Agencia Andaluza de la Energía, Consejería de empleo, empresa y comercio. Recuperado de:
<https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/MapaEolico/recurso.jsp>
- [3] AutoSolar (2021). *Energía Solar*. AutoSolar. Recuperado de:
<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-330w-24v-amerisolar-policristalino>
- [4] Ayuntamiento de Alcalá la Real (2021). *Aldeas y Hacienda*. Ayuntamiento de Alcalá la Real. Recuperado de: <https://alcalalareal.es/aldeas-y-hacienda/>
- [5] CISAR (2017). *Baterías Automáticas de Condensadores*. CISAR. Recuperado de:
<https://cisar.es/wp-content/uploads/2015/03/BATERÍAS-AUTOMÁTICAS-DE-CONDENSADORES-PVP-2017.pdf>
- [6] Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (2021). *Demarcaciones Hidrográficas del Guadalquivir, Ceuta y Melilla*. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Recuperado de:
<https://www.chguadalquivir.es/ide>
- [7] ENAIR (2018). *E200 Manual*. ENAIR. Recuperado de:
https://www.enair.es/descargas/Manual/E200_UserManual-es.pdf
- [8] Endesa (2021). *Servicios*. Endesa. Recuperado de:
<https://www.endesa.com/es/empresas/eficiencia-energetica>
- [9] Enverd (2021). *Generadores Eléctricos*. Enverd. Recuperado de:
<https://www.generadoreselectricos.org/grupos-electrogenos-deutz/grupo-electrogeno-deutz-30-kva-insonorizado.html>

[10] Instituto Geológico y Minero de España (2021). Geología del subsuelo y almacenamiento geológico de CO₂. Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado de: <http://www.igme.es/actividadesIGME/lineas/geoSubyCO2.htm>

[11] Instituto Nacional de Estadística (Junio 2021). Recuperado de:

https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710990

[12] Mecánica de Fluidos, Flujo viscoso en conductos. (2019). *Mecánica de Fluidos*. Universidad Pontificia de Comillas - ICAI

[13] Naciones Unidas (2021). Objetivos de desarrollo sostenible. Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

[14] Power Electronics (2021). *SD 700 Series*. Power Electronics. Recuperado de: [https://www.power-electronics.com/wp-](https://www.power-electronics.com/wp-content/uploads/Descargas/Spanish/Catalogos/Industrial/Catalogo_SD700_SERIES.pdf)

[content/uploads/Descargas/Spanish/Catalogos/Industrial/Catalogo_SD700_SERIES .pdf](https://www.power-electronics.com/wp-content/uploads/Descargas/Spanish/Catalogos/Industrial/Catalogo_SD700_SERIES.pdf)

[15] SAER (2021). *Prodotti*. SAER Elettropompe. Recuperado de: <https://www.saerelettropompe.com/home>

ANEXO I: PLANOS

SONDEO

DEPOSITO

CONDUCCIÓN

INSTALACIÓN

FOTOVOLTAICA

MATERIAL			Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA			Grado Ingeniería Tecnologías Industriales	
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA	Plano de localización	
COMPROBADO	J. HIDALGO	15/07/2021		
ESCALA:	FIRMA			
1:4000				
			I.C.A.I.	Nº DE LAMINA: 1 de 4

