

---

## ***GUIA BOMBEO SOLAR DIRECTO***

---

***REALIZADO POR ION ROMERO HERNANDEZ.- INGENIERO TÉCNICO MECÁNICO***





# ARAGÓN infoenergía



ASIADER

Sierra de Albarracín  
**ASIADER**  
TRAMACASTILLA (Teruel)



tierras del moncayo

Tierras del Moncayo  
**ASOMO**  
TARAZONA (Zaragoza)



Bajo Aragón  
Matarraña  
GRUPO DE ACCIÓN LOCAL

Bajo Aragón-Matarraña  
**OMEZYMA**  
TORREVELILLA (Teruel)



GÚDAR-JAVALAMBRE Y MAESTRAGO  
Asociación de Desarrollo  
Teruel

Gúdar-Javalambre y Maestrazgo  
**AGUJAMA**  
MORA DE RUBIELOS (Teruel)



Asociación para el Desarrollo Rural Integral de la Comarca Campo de Belchite

Campo de Belchite  
**ADECOBEL**  
BELCHITE (Zaragoza)



**ADRI**  
Comarca de Teruel

Comarca de Teruel  
**ADRICTE**  
TERUEL



ASOCIACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL DEL  
**BAJO MARTÍN**  
ANDORRA-SIERRA DE ARCOS

Bajo Martín y Andorra-Sierra de Arcos  
**ADIBAMA**  
ALBALATE DEL ARZOBISPO (Teruel)



Asociación Para el Desarrollo Rural Integral

Tierras del Jiloca y Gallocanta  
**ADRI Jiloca-Gallocanta**  
CALAMOCHA (Teruel)



Unión Europea  
**FEADER**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



**GOBIERNO  
DE ARAGON**

Europa invierte en zonas rurales

## INTRODUCCIÓN

La extracción de agua de pozos para riego de cultivos, y abastecimiento de agua potable es una de las aplicaciones más rentables y novedosa de la energía solar fotovoltaica.

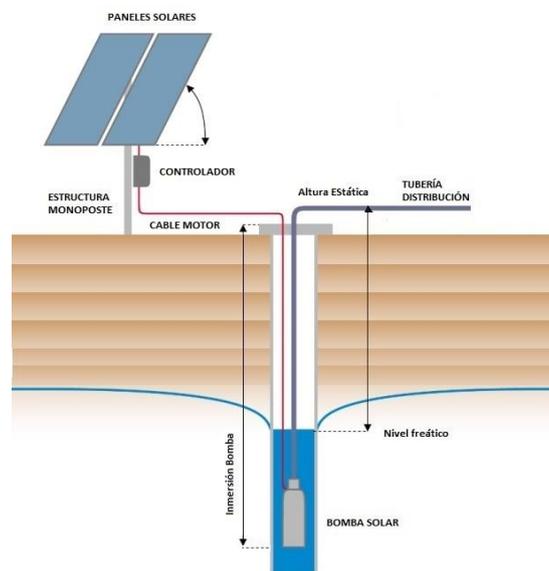
El empleo de un tipo de bombas sumergibles específicas para aplicaciones con energía fotovoltaica, que funcionan a corriente continua/directa (CC/DC) generada directamente de los módulos fotovoltaicos, posibilita una instalación independiente de la red eléctrica con muy escasas necesidades de mantenimiento.

Como se ha indicado, son necesarios la instalación de unos paneles fotovoltaicos que producen energía eléctrica a una tensión de 12 ó 24 voltios en corriente continua. Esta electricidad es consumida directamente por una bomba, también en corriente continua, que bombea el agua desde el fondo del pozo a un depósito con una cierta altura o directamente a la red de distribución de riego.

Si se mantienen las bombas actuales se usan un variador de frecuencia.

## ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Una instalación solar fotovoltaica para bombeo solar directo de agua está destinada a satisfacer las necesidades de consumo propio de electricidad para el accionamiento de la bomba, y consta de un esquema de instalación cuyos componentes principales se muestran en la figura adjunta.



**1 Paneles o módulos solares:** son los encargados de captar la radiación solar y transformarla en electricidad, generando una corriente continua (CC), también llamada corriente directa (DC) que alimenta a la bomba. El número de paneles quedará determinado por la potencia que se necesita suministrar a la bomba, de acuerdo al caudal de agua a bombear y presión de suministro.

Asimismo, la disposición y forma del conexionado de los paneles (en serie o en paralelo), será en función de la tensión nominal y la intensidad de corriente necesaria para el accionamiento del motor eléctrico de la bomba.

Los paneles solares se situarán sobre una estructura metálica a cierta altura para evitar que se proyecten sombras sobre la superficie de los paneles debida a la presencia de árboles o de cualquier otro obstáculo cercano.



**2 Variador:** Un variador de frecuencia solar sirve para poder utilizar bombas de agua de corriente alterna directamente mediante paneles solares. Así pues, mediante placas solares que generan energía en corriente continua de 24V se consigue obtener corriente alterna trifásica a 230V o 380V. Sin necesidad de utilizar un generador eléctrico ni de almacenar electricidad en baterías para utilizar un inversor de corriente convencional.

Es un transformador de corriente que modifica los parámetros de tensión e intensidad que proporciona el panel solar fotovoltaico buscando siempre el punto de máxima potencia posible, variando la frecuencia resultante en función de la programación realizada en base a los requerimientos del sistema.



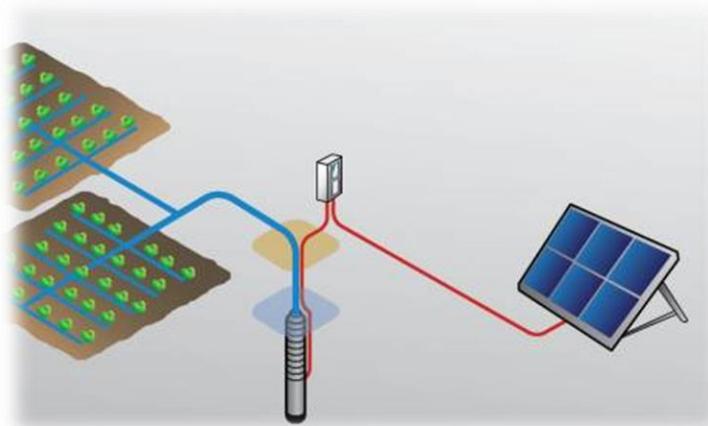
**3 Bomba:** Una bomba de sondeo solar directo una bomba de sondeo preparada para que recoja la energía solar fotovoltaica recibida por las placas solares y a través de un controlador MPPT pase a la bomba para poder extraer agua de un pozo de sondeo.

Su uso es fundamentalmente para la ganadería y la agricultura, instalaciones que requieran de un abastecimiento continuo de agua, las bombas solares pueden ser utilizadas para regar directamente, para el riego por goteo, riego por aspersores y para el llenado de depósitos en abastecimiento de agua.

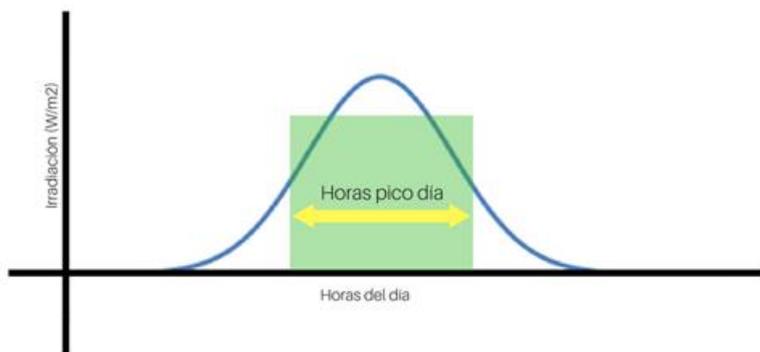


La bomba es el elemento encargado de tomar el agua del pozo o embalse, e impulsarla hasta el lugar en donde se requiere. Existen múltiples tipos de bombas en función de la técnica de impulsión que utilicen aunque en general pueden dividirse en dos grandes grupos: centrífugas y volumétricas. También existen otras divisiones como las de bombas sumergibles y no sumergibles o aquellas que trabajan con corriente continua o con corriente alterna.

**4 Cableado:** Sistema de cableado y tuberías. Dimensionado de acuerdo con las normativas que lo regulan, adaptado a los requerimientos del sistema para minimizar pérdidas y garantizar la seguridad de la instalación..



El funcionamiento del sistema de bombeo solar directo es totalmente variable dependiendo de la potencia suministrada por parte de los módulo fotovoltaico. La curva de funcionamiento de las bombas es de funcionamiento normal es de 50Hz, es decir funciona al 100%. Las horas en las que la bomba trabaja al 100% depende de las horas solares pico que según qué zona puede variar.



Es decir, para los sistemas de bombeo solar directo, al trabajar sin baterías funcionará únicamente con radiación solar directa pues el sistema se activa cuando las placas solares reciben energía fotovoltaica a lo largo del día.

## **IMPORTANTE SELECCIÓN DE LA BOMBA**

Ahora bien, qué modelo de bomba será necesaria para el sistema de bombeo solar directo, a continuación se muestra un ejemplo de la correcta selección de una bomba de agua.

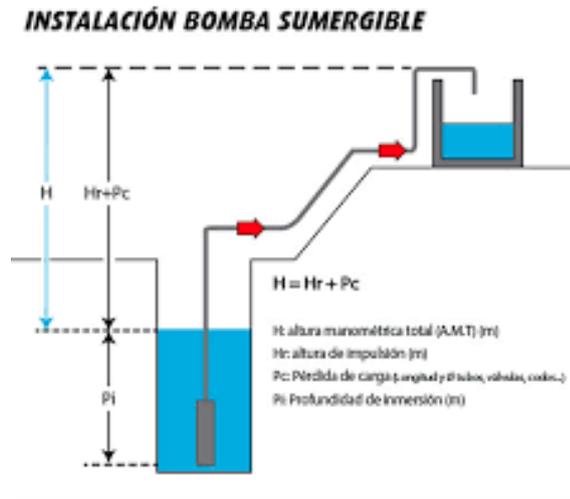
Para dimensionar correctamente el sistema de bombeo solar directo:

### **¿QUÉ DEBEMOS SABER?**

- 1.** En primer lugar, es necesario conocer el caudal del sistema de bombeo solar directo, es decir, la demanda de agua necesaria en litros/hora de impulsión necesarios. La bomba es la que establece la cantidad de fluido que es posible transportar. La unidad de medida del caudal son m<sup>3</sup>. Una premisa importante es la EFICIENCIA ENERGÉTICA en el agua, cuanto más reduzcamos al necesidad hídrica, menor será la necesidad de bombas potentes, mayor autonomía de elevación y menor inversión en campo solar.



2. La altura manométrica del sistema de bombeo solar directo es otra de las variables imprescindibles para la correcta elección de la **bomba de agua**, y se trata de la altura máxima de impulsión, teniendo en cuenta profundidad del agua, distancias de recorrido del agua de impulsión, presión necesaria y pérdidas en tubería. La unidad de medida son metros de altura manométrica expresada en (m.c.a). Dentro de esta variable diferenciamos:



**2.1.-** La altura de impulsión del sistema de bombeo solar directo, es decir, la distancia vertical y horizontal entre la bomba y el punto final de impulsión.

**2.2.-** La altura de aspiración del sistema de bombeo solar directo que se trata de la distancia vertical entre el lugar donde se encuentra el agua y la distancia de instalación de bomba. Dicho valor no hay que tener en cuenta en bombas sumergibles.

3. La presión del sistema de bombeo solar directo es otra de las variables a tener en cuenta y es la fuerza que actúa sobre el fluido. Se estima 10 m.c.a por cada bar de presión.

4. Y por último las pérdidas de carga del sistema de bombeo solar directo son pérdidas de presión en el fluido relacionadas con pequeñas fugas, codos, rugosidad de tuberías. Solemos estandarizar las pérdidas en 10 m.c.a a la altura manométrica para evitar perder impulsión en el punto final.

### **Ejemplo:**

Disponemos de un pozo 30 metros de profundidad, la altura máxima desde el pozo hasta el depósito es de 20 metros y necesitamos 1 bar de presión. Siempre estimamos 10 m.c.a de pérdidas de carga. Al tratarse de un sistema con **bomba sumergible** no tendremos en cuenta la altura de aspiración. Realizamos un cálculo sencillo para estimar la altura manométrica:

Altura Manométrica= Altura de Impulsión + Presión + Pérdidas + Altura de Aspiración=

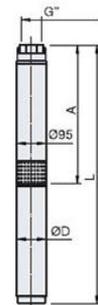
Altura Manométrica= (30+20) + (10) + (10) + (0) = 70m.c.a.

En función del tipo de consumo del sistema de bombeo que vayamos a realizar, se estima una demanda de 3.5m<sup>3</sup> a la hora, es decir alrededor de 3500 litros/hora.

En la tabla facilitada por los fabricantes dimensionamos el modelo de bomba dependiendo del caudal y la altura manométrica.

Datos de servicio

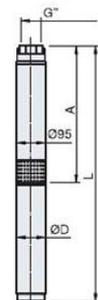
| Tipo   | Motor P2 |      | l/min<br>m <sup>3</sup> /h | 0   | 17  | 25  | 30  | 33  | 42  | 50  | 58  | D<br>mm | A<br>mm | L<br>mm | G"     | Peso<br>kg |      |
|--------|----------|------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---------|--------|------------|------|
|        | KW       | HP   |                            | 0   | 1   | 1,5 | 1,8 | 2   | 2,5 | 3   | 3,5 |         |         |         |        |            |      |
| SJI 6  | 0,37     | 0,5  | m.c.a.                     | 50  | 45  | 38  | 36  | 34  | 30  | 24  | 12  | 95      | 392     | 743     | 1 1/4" | 10,9       |      |
| SJI 8  | 0,55     | 0,75 |                            | 62  | 60  | 58  | 56  | 50  | 45  | 40  | 30  | 30      | 95      | 443     | 809    | 1 1/4"     | 12,4 |
| SJI 12 | 0,75     | 1    |                            | 95  | 91  | 89  | 83  | 80  | 65  | 56  | 42  | 42      | 95      | 548     | 934    | 1 1/4"     | 14,2 |
| SJI 16 | 1,1      | 1,5  |                            | 132 | 118 | 116 | 113 | 109 | 85  | 75  | 55  | 55      | 95      | 651     | 1057   | 1 1/4"     | 15,9 |
| SJI 20 | 1,5      | 2    |                            | 170 | 155 | 146 | 140 | 137 | 120 | 102 | 78  | 78      | 95      | 755     | 1196   | 1 1/4"     | 18,4 |
| SJI 30 | 2,2      | 3    |                            | 240 | 225 | 215 | 207 | 200 | 175 | 145 | 107 | 107     | 95      | 1062    | 1563   | 1 1/4"     | 22,2 |
| SJI 40 | 3        | 4    |                            | 313 | 292 | 282 | 266 | 250 | 220 | 180 | 135 | 135     | 95      | 1323    | 1884   | 1 1/4"     | 30,2 |
| SJI 50 | 4        | 5,5  |                            | 375 | 360 | 340 | 321 | 310 | 276 | 230 | 170 | 170     | 95      | 1583    | 2184   | 1 1/4"     | 41,2 |



Al conocer el caudal y la altura manométrica, debemos consultar la tabla de características de las bombas y asegurarnos que se adapta a nuestras necesidades.

Datos de servicio

| Tipo   | Motor P2 |      | l/min<br>m <sup>3</sup> /h | 0   | 17  | 25  | 30  | 33  | 42  | 50  | 58  | D<br>mm | A<br>mm | L<br>mm | G"     | Peso<br>kg |      |
|--------|----------|------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---------|--------|------------|------|
|        | KW       | HP   |                            | 0   | 1   | 1,5 | 1,8 | 2   | 2,5 | 3   | 3,5 |         |         |         |        |            |      |
| SJI 6  | 0,37     | 0,5  | m.c.a.                     | 50  | 45  | 38  | 36  | 34  | 30  | 24  | 12  | 95      | 392     | 743     | 1 1/4" | 10,9       |      |
| SJI 8  | 0,55     | 0,75 |                            | 62  | 60  | 58  | 56  | 50  | 45  | 40  | 30  | 30      | 95      | 443     | 809    | 1 1/4"     | 12,4 |
| SJI 12 | 0,75     | 1    |                            | 95  | 91  | 89  | 83  | 80  | 65  | 56  | 42  | 42      | 95      | 548     | 934    | 1 1/4"     | 14,2 |
| SJI 16 | 1,1      | 1,5  |                            | 132 | 118 | 116 | 113 | 109 | 85  | 75  | 55  | 55      | 95      | 651     | 1057   | 1 1/4"     | 15,9 |
| SJI 20 | 1,5      | 2    |                            | 170 | 155 | 146 | 140 | 137 | 120 | 102 | 78  | 78      | 95      | 755     | 1196   | 1 1/4"     | 18,4 |
| SJI 30 | 2,2      | 3    |                            | 240 | 225 | 215 | 207 | 200 | 175 | 145 | 107 | 107     | 95      | 1062    | 1563   | 1 1/4"     | 22,2 |
| SJI 40 | 3        | 4    |                            | 313 | 292 | 282 | 266 | 250 | 220 | 180 | 135 | 135     | 95      | 1323    | 1884   | 1 1/4"     | 30,2 |
| SJI 50 | 4        | 5,5  |                            | 375 | 360 | 340 | 321 | 310 | 276 | 230 | 170 | 170     | 95      | 1583    | 2184   | 1 1/4"     | 41,2 |



En la tabla anterior podemos observar distintos modelos de bomba dependiendo del caudal y altura manométrica. Buscando el valor de 70 m.c.a de altura manométrica y de caudal 3.5m<sup>3</sup> observamos que disponemos de un único de **bomba de agua** que se adaptara a nuestras necesidades. Nos fijamos en el modelo de bomba SJI 20, trabajando a 78 m.c.a de altura manométrica será capaz de extraer alrededor de 3500 litros/hora.

Resumiendo, para este caso concreto el modelo de bomba necesaria es el SJI20.

## FUNCIONAMIENTO

La electricidad en corriente continua producida por el generador fotovoltaico se conduce directamente al bus de corriente continua del variador de frecuencia. El variador de frecuencia genera una tensión trifásica en corriente alterna de 230V o 400V (según la tensión del motor), permitiendo la utilización de motores trifásicos.

El cuadro eléctrico además de incluir el variador de velocidad, dispone de sonda de nivel para el pozo o embalses, lo que protege contra la marcha en seco y señala automáticamente los niveles de llenado del depósito.

El uso del variador de frecuencia aumenta el rendimiento de una instalación fotovoltaica de bombeo solar, ya que permiten aprovechar al máximo las horas que la bomba está trabajando, variando así su frecuencia de salida en función de la radiación solar incidente en cada momento. La tensión que generan los paneles solares depende de la cantidad de radiación recibida, la cual varía en función de la época del año y de la nubosidad del día. El variador mide esta tensión y ajusta la velocidad de la bomba para que se adapte a la potencia entregada en cada momento por los paneles solares, obteniendo así un aprovechamiento máximo. De esta forma, es capaz de hacer funcionar en las primeras y últimas horas del día a la bomba de una manera proporcional a la energía que es capaz de generar el campo solar. Si la radiación no es suficiente (amanecer, atardecer, lluvia, etc.) la bomba se para automáticamente y arranca cuándo haya radiación solar suficiente.

El dimensionamiento del campo solar suele ser de 1,8 veces de la potencia de la bomba para poder abarcar junto con el variador de potencia, para aprovechar el máximo número de horas posible de radiación solar, recogiendo el máximo número de horas pico

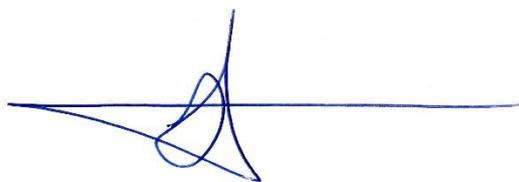


## CONCLUSIONES

Entre las principales ventajas que presenta un sistema de tipo Generador FV – Bomba – Variador se encuentra:

- ❖ Utiliza energía solar, no contaminante, inagotable y gratuita.
- ❖ Permite la utilización de gran variedad de bombas en cuanto a potencias, caudal y altura. Se puede ajustar a las necesidades de la instalación existente.
- ❖ Adaptación natural al período estival de riego en la agricultura y demanda de agua potable. A mayor radiación más evaporación y mayor cantidad de agua aportada. La época estival de riego de cultivos en agricultura es de Mayo a Septiembre que corresponde al de mayor radiación solar.
- ❖ Elementos de la instalación con un alto grado de rendimiento.
- ❖ Mantenimiento sencillo. Consiste en limpieza periódica de módulos solares, inspección visual de la estructura soporte de los paneles, así como la revisión de las condiciones de trabajo del resto de los equipos.
- ❖ Es un sistema modular que permite ampliación.
- ❖ Los paneles no tienen partes mecánicas en movimiento sometidas a desgaste.
- ❖ Son sistemas silenciosos.
- ❖ Elevada vida útil de los paneles fotovoltaicos.
- ❖ No requiere inversión en acumuladores solares, puesto que almacena agua en lugar de energía
- ❖ Elevado ahorro de energía y eliminación de los costes de la factura eléctrica lo que acelera la recuperación de la inversión inicial.
- ❖ El retorno de inversión no depende de primas, ni es necesario formalizar un contrato de compra-venta de energía con la compañía eléctrica.

En Torrevellilla a 25 de Agosto de 2020,



Fdo. Ion Romero Hernandez.- Ingeniero técnico mecánico.