

SIMULACIÓN CASO TIPO RIEGO A Balsa-VILLENA

SOLUCIÓN

Formulario de Toma de Datos del Terreno

Los datos recogidos de la visita de campo son los que se reflejan en el siguiente formulario, que es el que se propone como modelo en la Especificaciones Técnicas de MASLOWATEN. Ahí encontraremos datos clave para realizar la simulación, como la localización y el objetivo de volumen de agua bombeado anual (en este caso $\sim 650.000\text{m}^3$).

9.1. Anexo 1

Localidad: Villena, España	Cultivo:	Área:	Año de instalación:
Agua disponible:	Origen:	Calidad del agua:	Filtrado:
Localización de la caseta de bombeo:	Coordenadas	Latitud: 38.687778	Longitud: -0.842222
Automatismo de riego:	Control de válvulas:		

CROQUIS DE LA CASETA DE BOMBEO

Máquinas auxiliares _____

NECESIDADES DE AGUA												
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Volumen de agua [m³]	31089	39312	49742	63180	65286	70200	72540	72540	63180	49742	42120	31089
Energía eléctrica [kWh]												
Combustible [litros si diésel, m³ si gas]												
Horas de riego al día	4	6	7	9	9	10	10	10	9	7	6	4

FUENTE DE AGUA	
Altura estática [m]	270
Altura depósito [m]	0
Abatimiento [m]	0
Pérdidas de fricción [m]	18
Presión de operación (si bombeo directo) [bar]	0
Profundidad total del pozo [m]	0
Profundidad de la bomba [m]	0

SISTEMA DE BOMBEO - FUENTE DE ENERGÍA			
Fuente de energía			
Si grupo electrógeno:	Potencia [kVA]		
	Tensión [V]		
	Corriente máxima [A]		
	Consumo específico [l]		
Si red eléctrica:	Potencia contratada [kW]		
	Tarifa contratada		

2

SISTEMA DE BOMBEO - MOTOBOMBA*									
Tipo de bomba	Submersible								
Número de bombas	1								
Bomba									
8 puntos de la curva caudal-altura									
Frecuencia mínima de trabajo [Hz]									
Motor									
8 puntos de la curva de eficiencia									
Corriente máxima [A]									

*añadir tantas motobombas y variadores de frecuencia distintos cuanto necesarios

SISTEMA DE BOMBEO - VARIADORES DE FRECUENCIA*			
Tipo de variador de frecuencia			
Número de variadores de frecuencia			
Rango de tensiones de entrada [V]			
Corriente máxima [A]			
Potencia máxima [kW]			

*añadir tantas motobombas y variadores de frecuencia distintos cuanto necesarios

RED DE RIEGO										
Número de sectores										
Sector	1	2	3	4	5	6	7	8	...	*
Presión de trabajo de cada sector [bar]										
Caudal de trabajo de cada sector [m³/h]										
Área de cada sector [ha]										

*añadir los sectores necesarios



MODIFICACIONES

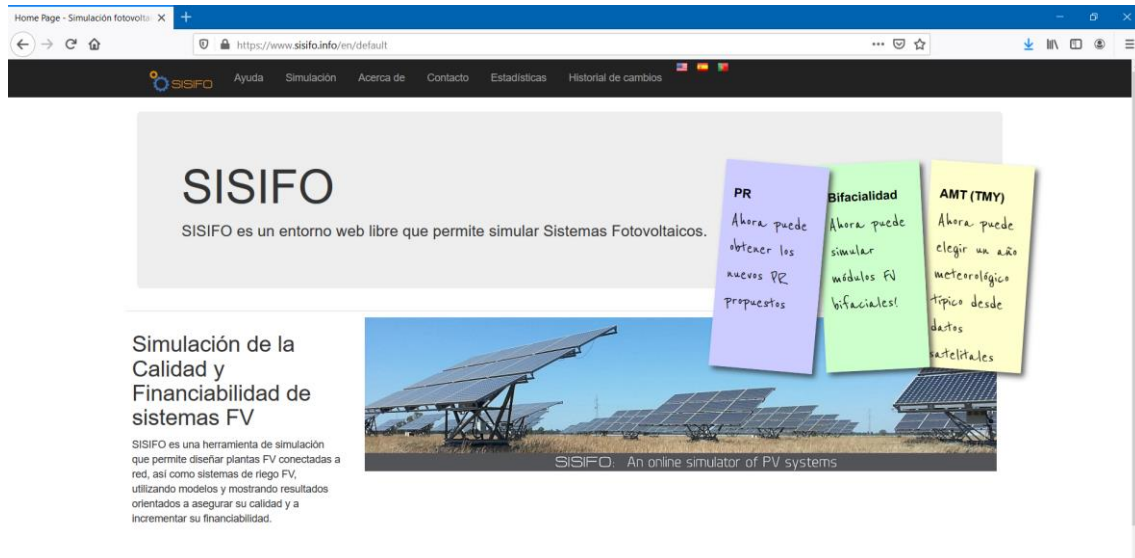
Describir cualquier modificación en el bombeo o en la red de riego (cambio de bombas, alimentación, aspersores, etc.) que se realice aprovechando la ocasión de instalar el sistema fotovoltaico.

Datos de Entrada a SISIFO

1- Portal de entrada a SISIFO

Se accede a SISIFO a través de la dirección www.sisifo.info

El portal que aparece es el siguiente:

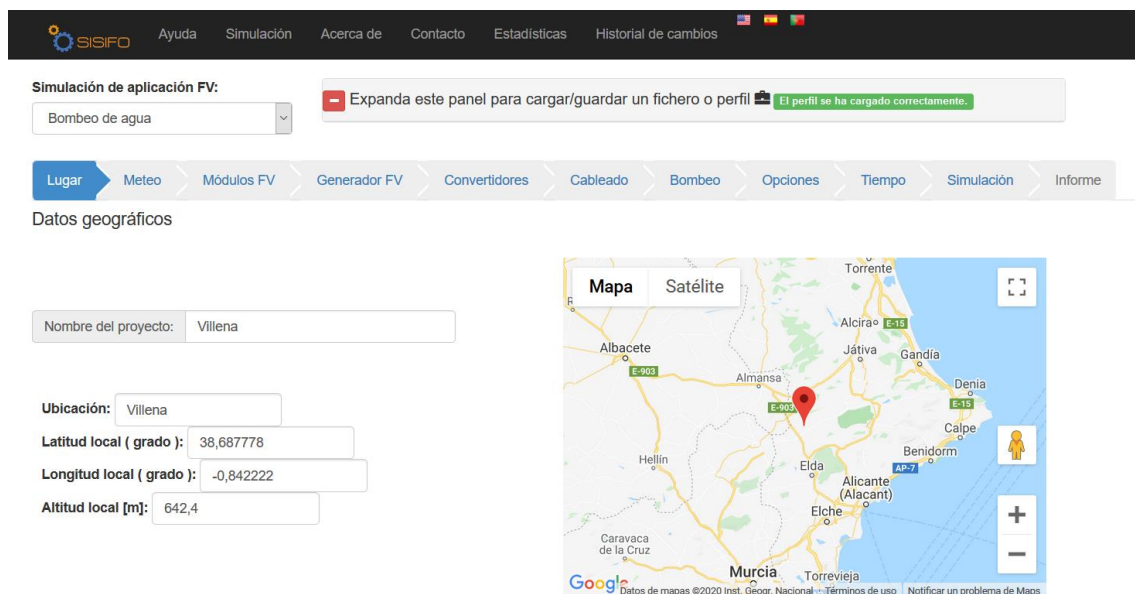


Presionamos en el botón “Simulación”.

2- Pestaña “Lugar”

Elegimos el tipo de aplicación “Simulación de aplicación FV”= Bombeo de agua.

Si presionamos en la pestaña “Lugar” aparece la siguiente pantalla:



Aquí se introduce el nombre del proyecto, así como la latitud y longitud del sitio donde vamos a simular el sistema de riego fotovoltaico. Atención a los signos en estos valores. Si posicionas el ratón sobre la celda de introducción de datos, aparece un texto de ayuda sobre este formato.

El dato de altitud es informativo y no se utiliza en la simulación.

El nombre del proyecto será el que se utilice cuando se pinche el botón “Guardar mi simulación” para guardar los datos de entrada una vez que los introduzcamos. Para llegar a esta opción hay que pinchar en el cuadrado rojo que se observa en la siguiente figura¹.



3- Pestaña “Meteo”

Es en esta pestaña donde introducimos los datos de irradiación y temperatura necesarios para simular el comportamiento del generador fotovoltaico.

En primer lugar, tenemos que seleccionar el tipo de datos meteorológicos que vamos a utilizar mediante el desplegable “Tipo de datos meteorológicos”. Aquí, hay que seleccionar la opción “Promedio mensual de la irradiación diaria”. A continuación, hay que pinchar el botón “Obtener valores diarios (media mensual)”. Se descargará automáticamente los datos de radiación diaria media mensual y de temperatura media máxima y mínima de la base de datos PVGIS. En este ejemplo dejaremos tanto la base de datos como las opciones “start year” y “end year” en sus valores por defecto – “default”.

¹ Con el objetivo de volver a utilizar los datos de entrada de un proyecto guardado, estos pueden cargarse a través del botón “Cargar mi simulación”.

Tras esta selección, en “Modelo de cielo” hay que seleccionar la opción “Generación sintética de series diarias KTh”. Una vez seleccionado, aparecerá el botón “Generar nuevas series sintéticas”, que generará una serie sintética con base en los valores medios anteriores.

Para elegir la serie sintética a utilizar, nuestra propuesta es la generación de 5 series sintéticas y la elección de la que se encuentre más cercana al promedio de las 5. Por tanto, lo que hay que hacer 5 veces es:

- 1) Pulsar el botón “Generar nuevas series sintéticas”.
- 2) Guardar el fichero para guardar la serie sintética – nuestra sugerencia es llamar al fichero sisifoVillena_serliessint1, sisifoVillena_serliessint2, etc. Para esto hay que colocar en “Nombre del proyecto” en la pestaña lugar “Villena_serliessint1” y, a continuación, pulsar el botón “Guardar mi simulación”.

Aquí puede guardar sus parámetros de entrada para repetir la misma simulación más adelante, o bien cargar los parámetros de entrada desde una simulación previamente guardada. Además hay disponibles algunos perfiles que puede cargar.

o bien Madrid - Bombeo-balsa- Seguidor1H AM1

☒ Incluir, en su caso, las series sintéticas

Lugar > **Meteo** > **Módulos FV** > **Generador FV** > **Convertidores** > **Cableado** > **Bombeo** > **Opciones** > **Tiempo** > **Simulación** > **Informe**

Datos geográficos

Nombre del proyecto:

Ubicación:

Latitud local (grado):

Longitud local (grado):

Altitud local [m]:

Activar Wir...
Vea Configuración

- 3) Realizar una simulación – hay que ir a la pestaña “Simulación” y pinchar el botón “¡Simular!”.

Lugar > **Meteo** > **Módulos FV** > **Generador FV** > **Convertidores** > **Cableado** > **Bombeo** > **Opciones** > **Tiempo** > **Simulación** > **Informe**

Resultados de la simulación

Q 1-Simulación o N-Simulaciones combinadas en una

☒ Una simulación simple

☐ N-Similar: modificar un parámetro de entrada (de un valor a otro, incrementando la cantidad que se indique)

☐ N-Similar: combinar varias -o todas- las bombas adecuadas del fabricante Caprari

- 4) Mirar y apuntar el valor de la irradiancia horizontal anual – después de la realización de la simulación, a continuación, aparecen sus resultados. La irradiancia horizontal anual es el primer valor disponible.

Ya hemos mencionado durante el curso que el modelo que usa SISIFO se basa solo en parámetros garantizados por el fabricante, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P_{DC} = P^* \frac{G}{G^*} [1 + \gamma(T_c - T_c^*)]$$

donde P_{DC} es la potencia que entrega el módulo fotovoltaico, P^* es su potencia pico, γ es el coeficiente de variación de la potencia con la temperatura, G^* es la irradiancia a Condiciones Estándar de Medida (CEM) y T_c^* es la temperatura de célula a CEM.

Por lo tanto, P^* , γ y T_{ONC} (que es un parámetro necesario para calcular T_c a partir de la temperatura ambiente y la irradiancia) serán los valores que deberemos introducir en esta pestaña.

Estos parámetros se pueden encontrar en la ficha del módulos fotovoltaico muy fácilmente:



M Series 3R PLUS

235 / 240 / 245 / 250 / 255 / 260

MODULE STRENGTHS

- Efficiency and life performance due to linear warranty
- Positive power up to 4,99 Watts
- 4 mm glass suitable for snow and windy climates
- Internal textured surface that increase solar radiation absorption
- Suitable under extreme mechanical loading pressure of 7000 Pa, (714 kg/m²)
- Produced in a fully automated and robotized factory allowing a PV module with the highest level of quality
- 100% PV modules tested and inspected by Electroluminescence system (EL Tester)
- Manufacturing facility included by the certifications ISO 9001, ISO 14001 and ISO 45001
- Long term yield security due to PID resistant materials *optional

Member of

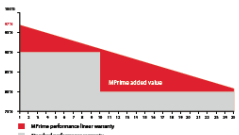


Certified by



CERTIFICATION

- TÜV Factory Inspection
- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730.1, IEC 61730.2
- IEC 61701 (Salt Mist Corrosion)
- IEC 62716 (Ammonia tested)
- Kitemark® license (KM 566314)
- Conformity to CE
- Safety class II
- Heavy Snow Load tested 5400 Pa
- Mechanical Load tested 7000 Pa
- UNI 9177 (Reaction to fire test): Class 2
- Australian CEC (Clean Energy Council) approved



WWW.MPRIME.SOLAR.COM

ELECTRICAL SPECIFICATIONS*

	235	240	245	250	255	260
Nominal Power (Wp)	235	240	245	250	255	260
Average Power	237.8	243.6	247.8	251.8	257.5	262.7
Positive Power Tolerance	[Power, Power (2000)]					
MPP Current (A)	6.10	6.14	6.18	6.23	6.28	6.34
MPP Voltage (V)	39.36	39.81	40.11	40.25	40.39	40.71
Open Circuit Voltage (V)	44.78	45.27	45.71	46.22	46.78	47.31
Short Circuit Current (A)	8.61	8.66	8.74	8.84	8.91	9.10
Module Efficiency	14.3	14.5	14.6	14.7	14.8	15.0
Maximum System Voltage (V)	1500V					
Maximum Series Fuse Rating (A)	15					
Permitted module temperature (in continuous duty)	-40°C up to +85°C					
NOCT (°C)	45±3					
Temperature Coefficients:						
Power	-0.20%/°C					
Voltage	-0.31%/°C					
Current	+0.059%/°C					

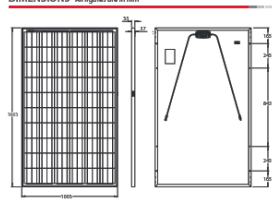
*Values at Standard Test Conditions (STC) (irradiance 1000 W/m², cell temperature 25°C)

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Dimensions	1663 ± 0.63 x 1053 ± 0.51 mm
Weight	21 kg
Solar Cable	40 (MC4) or 6 (MC4) with
Front Cover	Tempered and Tinted Glass (3.2mm)
Encapsulant	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Back Cover	PPE (Polyester Polyester Fiberglass Backsheet) or Monocrystalline
Frame	Anodized aluminum (Silver/Black)
Diodes	3 bypass Diodes (102A)
Junction Box	IP 65 with 3 bypass Diodes
Cable	2 Cables of 900 mm
Connectors	Watkinslow MC4 connector

DIMENSIONS

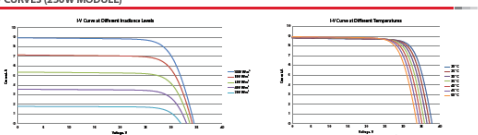
All figures are in mm



PACKAGING

Modules per pallet	48 modules
Dimensions per pallet (mm)	1100x1450x120 (mm) x 80kg

I-V CURVES (250W MODULE)



CAUTION: real safety and reliability information concerning the product, available at WWW.MPRIME.SOLAR.COM

© 2020 MPRIME. All rights reserved. This document is confidential and its content may change without notice. Please refer to the latest version of this document.

PRIME SOLAR SOLUTIONS, S.A. ZONA INDUSTRIAL, AV. 17/3084-001 OLIVEIRA DE FRADES, PORTUGAL

TEL: +351 232 871 381 FAX: +351 232 732 733 E: INFO@MPRIME.SOLAR.COM WWW.MPRIME.SOLAR.COM

Haciendo una vista de detalle de la ficha del módulo, observamos los nvalores que buscamos:

Module Efficiency	η (%)	14,3	14,5	14,9	15,1
Maximum System Voltage (V)	V_{SYST}	+1000**			
Maximum Series Fuse Rating (A)	I	15			
Permitted module temperature on continuous duty		-40°C up to +85°C			
NOCT (°C)		45±3			
Temperature Coefficients:					
Power	$\gamma(P_{\text{NOM}})$	-0,420%/°C			
Voltage	$\beta(V_{\text{oc}})$	-0,313% /°C			
Current	$\alpha(I_{\text{sc}})$	+0,058%/°C			

Measurement tolerances STC: $\pm 3\%$ (PMPP); $\pm 10\%$ (Isc, Voc, IMPP, VMPP); Measurement tolerances NOCT: $\pm 5\%$ (PMPP); $\pm 10\%$ (Isc, Voc, IMPP, VMPP)

* Values at Standard Test Conditions STC (air mass AM 1,5, irradiance 1000 W/sqm, cell temperature 25°C)

** Positive Voltage

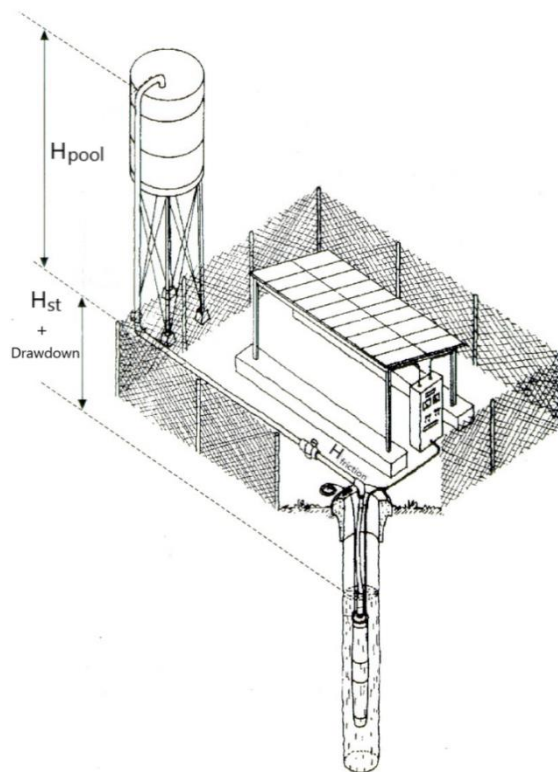
La vista de la pantalla que queda es la siguiente²:

5- Pestaña “Bombeo”

El siguiente paso consiste en introducir los datos en la pestaña “Bombeo”. Para ello necesitaremos la información extraída de la visita de campo.

En primer lugar, hay que introducir los datos relativos al tipo de sistema de riego FV y a la altura de bombeo, según el gráfico siguiente:

² En el caso de la utilización de módulos bifaciales, también habrá que introducir el factor de bifacialidad de módulo, disponible en su hoja de características.



SISIFO nos demanda estos datos de manera agregada: por un lado $H_{estática} + H_{piscina}$ (que no dependen del caudal de bombeo) y por otro lado $Drawdown + H_{fricción}$ correspondientes al caudal nominal que tendremos que introducir en la celda “Flujo de diseño (m^3/h)”. Como se trata de un sistema exclusivamente fotovoltaico (sin hibridación alguna) de riego a balsa, tendremos que seleccionar las siguientes opciones:

Téngase en cuenta que la $H_{nom} = H_{estática} + H_{piscina} + Drawdown + H_{fricción}$

Como se puede observar, se puede seleccionar un período de riego para que, además de los resultados anuales, SISIFO nos muestra también los correspondientes a este período. En nuestro caso el periodo de riego es todo el año.

¿Cómo seleccionar la bomba?

El método de selección de una bomba tiene cuatro pasos fundamentales:

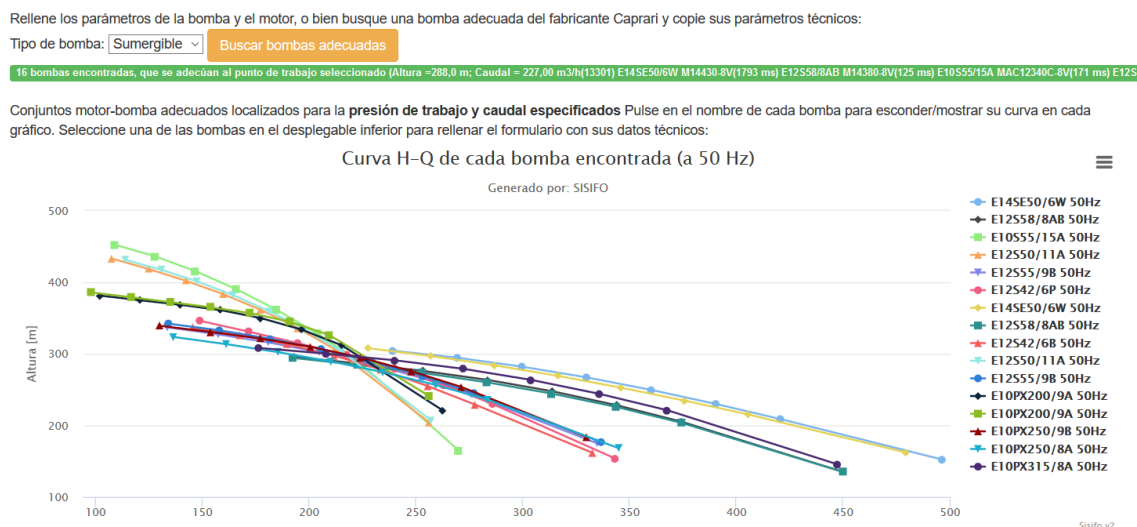
- Elegir una bomba con una curva H-Q a 50 Hz de gran pendiente. Gran pendiente significa aquí que la mínima y la máxima altura en esta curva tienen una relación de al menos 1 a 2.
- Además, el punto de trabajo (H_{nom} , Q_{nom}) debe estar en el tercio más a la derecha de esta curva. Esto nos asegurará que trabaje bien a frecuencias menores de 50Hz.
- Identificar la frecuencia a la que empieza a trabajar el sistema
- Realizar los pasos anteriores para distintas bombas y elegir la que mejor eficiencia de entre ellas.

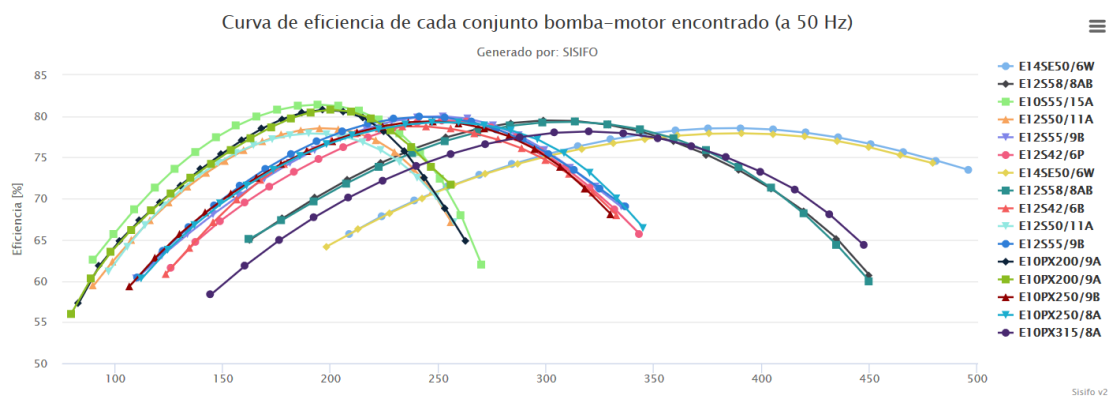
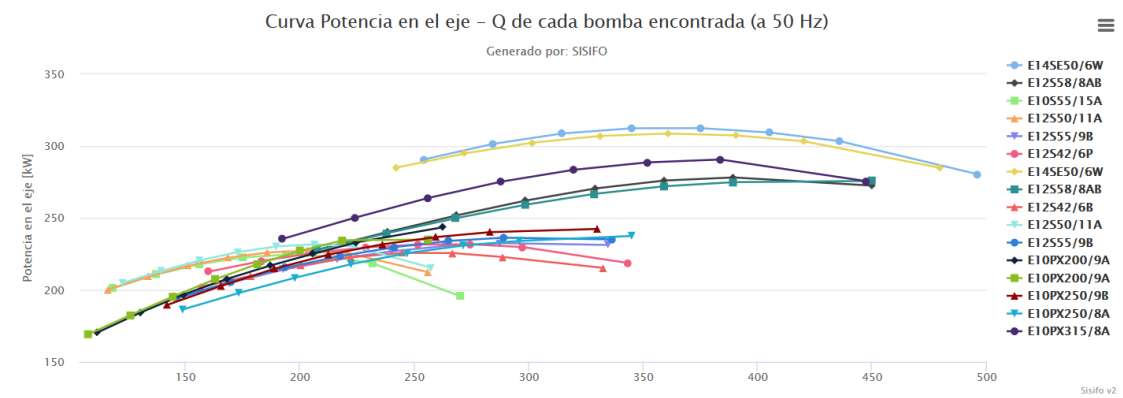
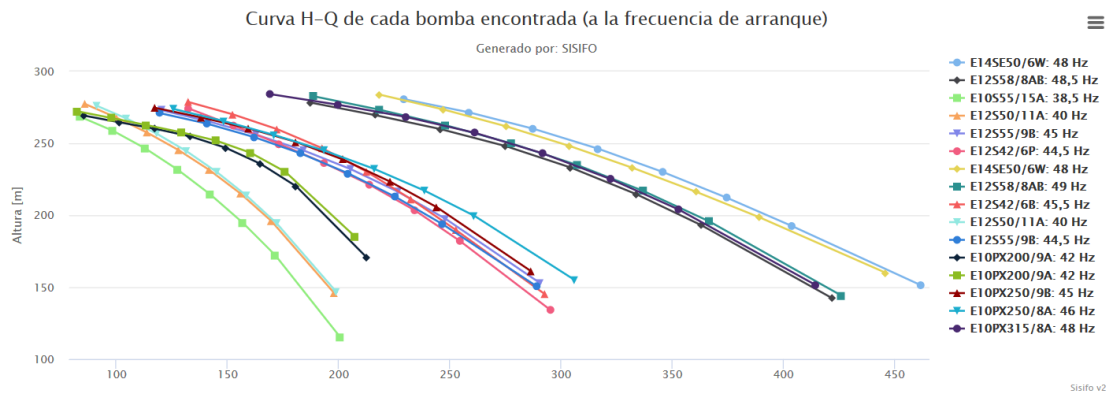
SISIFO nos ayuda a seleccionar la bomba de manera semi-automática. El procedimiento es el siguiente:

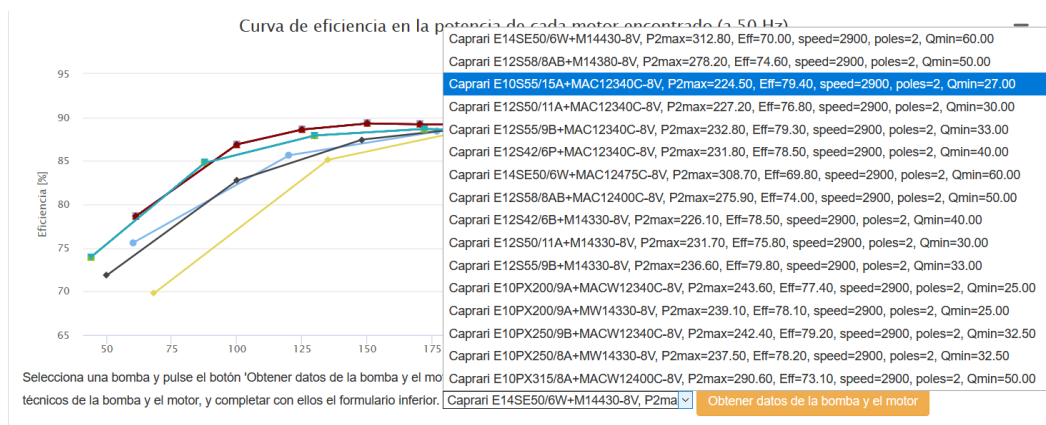
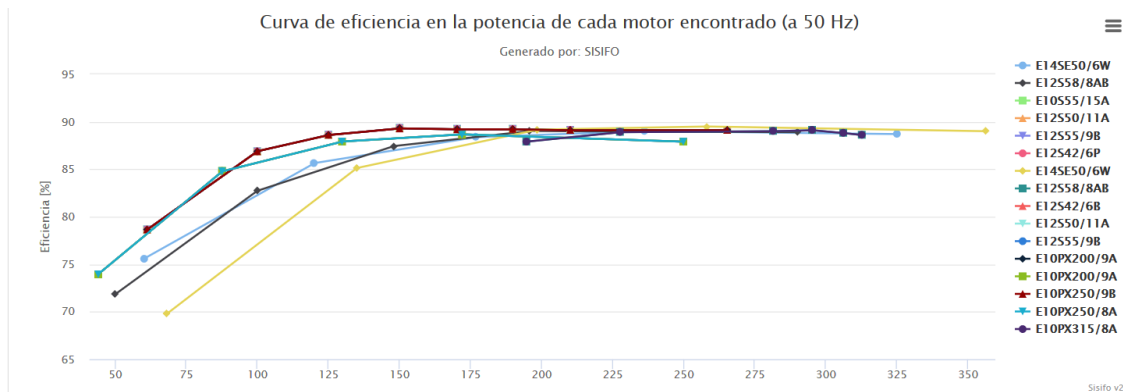
En primer lugar, se elige el tipo de bomba (en este caso “Sumergible”) y se pincha en el botón “Buscar bombas adecuadas”. Cuando se pincha, SISIFO accede al servidor de Caprari buscando qué posibles bombas se ajustan a nuestro punto de trabajo.

Rellene los parámetros de la bomba y el motor, o bien busque una bomba adecuada del fabricante Caprari y copie sus parámetros técnicos:
 Tipo de bomba: Sumergible Buscar bombas adecuadas

A continuación, aparecerán distintas curvas de distintas bombas y un desplegable con los resultados de la búsqueda:

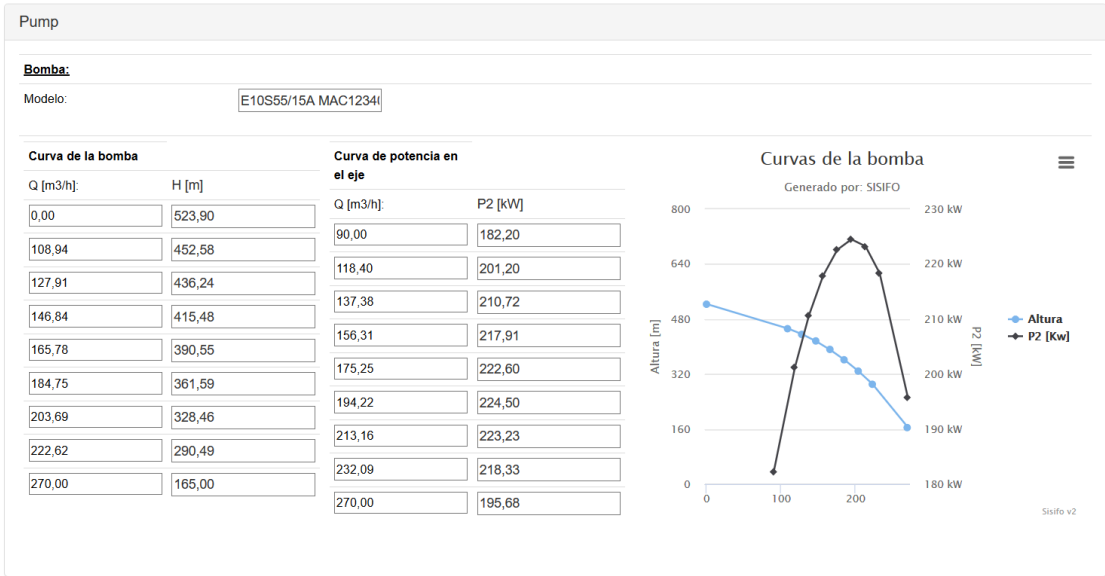






Como deseamos tener una curva H-Q con grandes pendientes, de entre las posibles elegimos la que más etapas hidráulicas tiene: E10S55/15A (15A es el número de etapas hidráulicas). Podemos verificar, en la gráfica con título “Curva H-Q de cada bomba encontrada (a la frecuencia de arranque)”, la frecuencia mínima de funcionamiento de cada bomba. Esta frecuencia es de 38.5 Hz para la bomba E10S55/15A.

Pinchando “Obtener datos de la bomba y del motor” aparecen los datos de la bomba y del motor seleccionados:



Motor

Motor de la bomba:

Modelo:

Potencia nominal en el eje de la bomba [kW]:

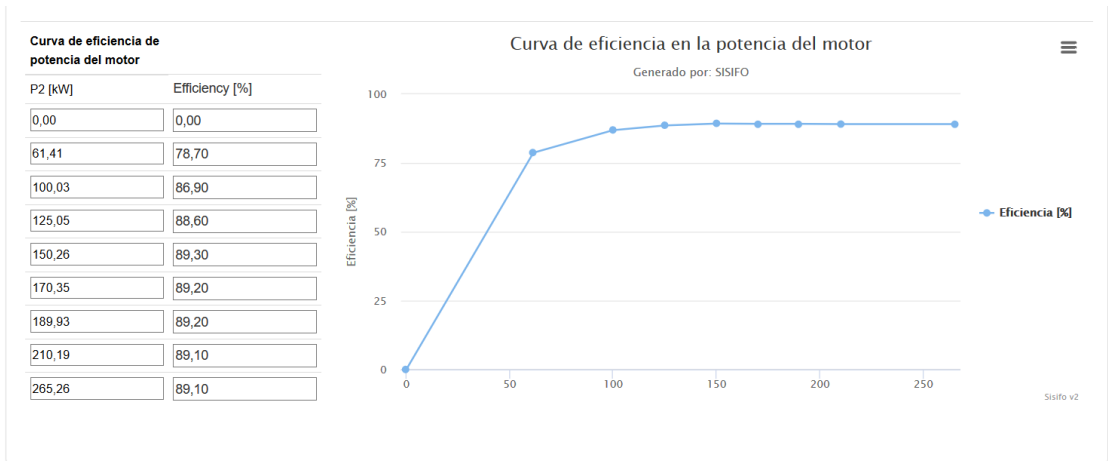
Velocidad nominal utilizada para los parámetros de la bomba [rpm]:

Velocidad mínima, relativa a la velocidad nominal, para suficiente refrigeración [%]:

Máxima velocidad, relativa a la velocidad nominal:

Frecuencia principal (Hz):

Voltaje nominal:



6- Pestaña “Convertidores”

En primer lugar, hay que seleccionar la potencia del variador de frecuencia.

Para ello, miramos la potencia nominal de la bomba seleccionada: “Potencia nominal en el eje de la bomba”= 250kW. Como a esa potencia el motor tiene una eficiencia de 89,1%, aplicamos la siguiente expresión:

$$P_1 = P_{\text{variador}} = \frac{250}{0,891} = 280,6kW$$

Luego en las celdas “Potencia nominal” y “Potencia máxima” introducimos el dato de 280kW.

SISIFO Ayuda Simulación Acerca de Contacto Estadísticas Historial de cambios

Simulación de aplicación FV: Bombeo de agua

Expanda este panel para cargar/guardar un fichero o perfil

Lugar > Meteo > Módulos FV > Generador FV > **Convertidores** > Cableado > Bombeo > Opciones > Tiempo > Simulación > Informe

Convertidores

Inversor

Parámetros del inversor:

Potencia nominal [kW]: 280

Potencia máxima (kW): 280

Consumos de equipos auxiliares (kW): 0,1

Curva de eficiencia de potencia: Introduzca puntos de la curva del inversor

PV GENERATOR FREQUENCY CONVERTER AC MOTOR CENTRIFUGAL PUMP

Buscar inversores

Rellene los parámetros técnicos del inversor/variador, o bien busque un variador adecuado al punto de trabajo (fabricante OMRON) para copiar sus parámetros técnicos:

Buscar Inversores/variadores adecuados

Seguidamente, pinchamos en “Buscar inversores/variadores adecuados”. Pinchamos en el desplegable y elegimos el de menor potencia. A continuación, pinchamos en “Obtener datos del inversor”.



En este caso es un variador de 315kW, por lo que debemos cambiar el valor introducido en las celdas “Potencia nominal” y “Potencia máxima” por el de 315kW.

Lugar Meteo Módulos FV Generador FV **Convertidores** Cableado Bombeo Opciones Tiempo Simulación Informe

Convertidores

Inversor

Parámetros del inversor:

Potencia nominal [kW]: 315

Potencia máxima [kW]: 315

Consumos de equipos auxiliares (kW): 0,1

Curva de eficiencia de potencia: Introduzca puntos de la curva del inversor ~

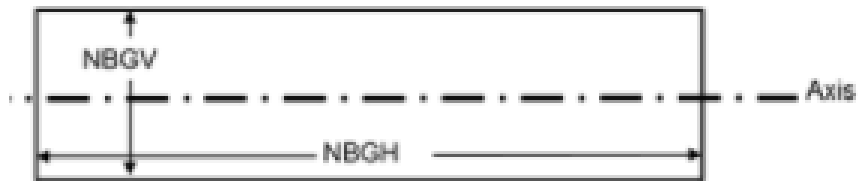
7- Pestaña “Generador FV”

El método general de selección del generador fotovoltaico consiste en poner una potencia nominal y confirmar si el servicio entregado satisface la demanda esperada.

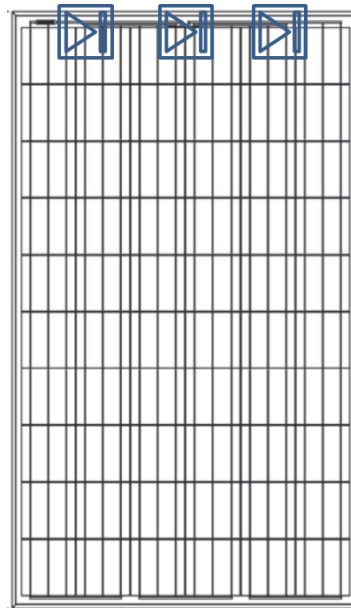
Para ello, comenzamos por introducir el mismo valor en “Potencia nominal total del sistema [kWp]” que el que hemos introducido en la potencia del variador, es decir, 315kW. Si solo hay un variador, este valor será el que pongamos también en “Potencia nominal conectada a un inversor [kWp]” y en “Potencia nominal conectada a un transformador [kWp]”.

Lo siguiente es establecer el escenario de pérdidas. Lo que establecen las Especificaciones Técnicas de Maslowaten es que la potencia DC a la entrada del variador tiene que ser al menos el 93%. Como las pérdidas en el cableado DC las vamos a establecer en un 1%, la celda “Potencia real vs potencia nominal” deberá tener un valor de 0,94.

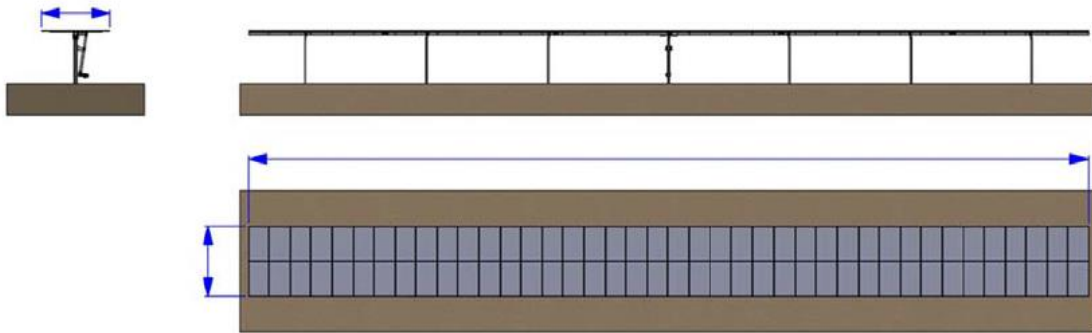
Por otro lado, para modelar las pérdidas por sombreado, es necesario informar a SISIFO de la disposición de los diodos de bypass en el módulo y generador FV mediante los parámetros NBGV y NBGH, que hacen referencia a la disposición de los diodos de acuerdo a la siguiente figura:



Estos diodos tienen la siguiente disposición en un módulo FV:



Estos módulos se van a fijar sobre un seguidor eje norte-sur horizontal de la siguiente manera:



Está compuesto por cuatro series de 20 módulos FV cada una. Por lo que es sencillo deducir los valores de estos parámetros: NBGH= 60 y NBGV= 2.

A continuación, se puede observar toda la información anterior se puede observar.

Lugar > Meteo > Módulos FV > **Generador FV** > Convertidores > Cableado > Bombeo > Opciones > Tiempo > Simulación > Informe

Generador FV

Parámetros del sistema

Potencia nominal total del sistema [kWp]: 315

Potencia nominal conectada a un inversor [kWp]: 315

Potencia nominal conectada a un transformador [kWp]: 315

Potencia real vs potencia nominal: 0,94

Diodos de bypass - horizontal (NBGH): 60

Diodos de bypass - vertical (NBGV): 2

$P^*(\text{trafo BT/MT}) = n \cdot P^*(1 \text{ inversor})$

$P^*(\text{trafo MT/AT}) = N \cdot P^*(\text{trafo BT/MT})$

Finalmente, se selecciona el seguidor y sus parámetros característicos (que se pueden consultar en el manual de SISIFO):

Parámetros de la estructura

Seleccione estructura:

Seguidor de un eje horizontal en la direcc...

Geometría del generador fotovoltaico:

Ratio de separación entre seguidores en dirección E-O (LEO): 3,00

Ángulo máximo de rotación (θ_{MAX}) [°]: 45,00

Orientación del eje [°]: 0,00

Inclinación del eje β_{AXIS} [°]: 0,00

Altura del eje H: 1,0

Ratio de separación entre filas de seguidores en dirección N-S (LNS): 1,00

Inclinación del módulo β_G : 0,00

Opción de retroseguimiento - horizontal:

Sí

8- Pestaña “Cableado”

Establecemos las pérdidas DC, como decíamos anteriormente, en el 1%, por lo que introducimos este valor en la celda “Pérdidas en el cableado DC entre el generador FV y el inversor (%)”.

El valor de la celda “Pérdidas en el cableado AC entre el inversor y el transformador de MT (%)” lo establecemos en el 3%, para tener en cuenta las pérdidas en el filtro a la salida del variador de frecuencia y el largo cableado hasta la motobomba..

Como no hay transformador, el resto de pérdidas son cero.

Cableado	
Pérdidas en el cableado DC entre el generador FV y el inversor (%):	1,0
Pérdidas en el cableado AC entre el inversor y el transformador de MT (%):	3,0
Pérdidas en el cableado AC entre los transformadores de MT y AT (%):	0,0
Pérdidas en el cableado AC entre el transformador AT y el PPC (%):	0,0

9- Pestaña “Opciones”

En primer lugar, en la celda “Tipo de análisis” elegimos “Análisis anual”.

Seguidamente, elegimos un “Impacto de la suciedad (%)” del 2% y una “Reflectividad del suelo” de 0,2 (igual en todos los meses).

Como no estamos utilizando módulos bifaciales, hay que poner “No” en la celda “Simular bifacialidad”.

Finalmente, simularemos con la opción “Rendimientos relativos a kWp”=“Sí” y con los modelos recomendados (los que aparecen por defecto).

Opciones																									
Tipo de análisis:	Análisis anual																								
Colocación (inclinación) óptima:	No																								
Impacto de la suciedad (%):	2,0																								
Respuesta espectral:	Sí																								
Modelo de irradiación difusa:	Anisotrópico (Perez) --recomendado--																								
Porcentaje de radiación difusa mensual:	Erbs --recomendado--																								
Correlación diaria de irradiación difusa (KDt-KTd):	Erbs																								
Correlación horaria de irradiación difusa:	BRL --recomendado--																								
Modelo de sombreado:	Martinez																								
Irradiancia umbral (W/m2):	10,00																								
Reflectividad del suelo:	<table border="1"> <tr> <td>Ene</td><td>0,2</td> <td>Feb</td><td>0,2</td> <td>Mar</td><td>0,2</td> <td>Abr</td><td>0,2</td> </tr> <tr> <td>May</td><td>0,2</td> <td>Jun</td><td>0,2</td> <td>Jul</td><td>0,2</td> <td>Ago</td><td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Sep</td><td>0,2</td> <td>Oct</td><td>0,2</td> <td>Nov</td><td>0,2</td> <td>Dic</td><td>0,2</td> </tr> </table>	Ene	0,2	Feb	0,2	Mar	0,2	Abr	0,2	May	0,2	Jun	0,2	Jul	0,2	Ago	0,2	Sep	0,2	Oct	0,2	Nov	0,2	Dic	0,2
Ene	0,2	Feb	0,2	Mar	0,2	Abr	0,2																		
May	0,2	Jun	0,2	Jul	0,2	Ago	0,2																		
Sep	0,2	Oct	0,2	Nov	0,2	Dic	0,2																		
Simular bifacialidad:	No																								
Rendimientos relativos a kWp:	Sí																								

10- Pestaña “Tiempo”

Salvo por cuestiones de investigación de algún aspecto concreto, es suficiente con elegir un paso de simulación horario: “Intervalo (paso) de simulación (minutos)”= 60.

Lugar	Meteo	Módulos FV	Generador FV	Convertidores	Cableado	Bombeo	Opciones	Tiempo	Simulación	Informe
Parámetros temporales										
Tiempo										
Días que se simulan:						Año completo (1 a 365)				
Intervalo (paso) de simulación (minutos):						60				
Referencia horaria:						Hora solar				

11- Pestaña “Simulación”

Es aquí donde, tras introducir los datos de entrada, se ordena la simulación y se presentan los resultados. Como se puede observar hay 3 opciones de simulación.

Resultados de la simulación

🔍 1-Simulación o N-Simulaciones combinadas en una

⚙️ ¡Simular!

☒ Una simulación simple

☐ N-Similar: modificar un parámetro de entrada (de un valor a otro, incrementando la cantidad que se indique)

☐ N-Similar: combinar varias -o todas- las bombas adecuadas del fabricante Caprari

En este ejemplo utilizaremos la primera “Una simulación simple”. La simulación se ejecuta cuando pinchamos el botón “¡Simular!”. Obtenemos los resultados en términos de:

a) Irradiaciones

Resultados anuales Resultados mensuales Resultados diarios (promedio mensual) Resultados diarios Resultados horarios Resultados detallados

Resultados anuales



	Valor anual
Horizontal [kWh/m2]	1793,90
Incidente [kWh/m2]	2356,27
Eficaz (polvo e incidencia) [kWh/m2]	2253,29
Eficaz con sombras adyacentes [kWh/m2]	2253,29
Eficaz con sombras totales [kWh/m2]	2253,29
Effective with total shadows, and spectrum [kWh/m2]	2279,07

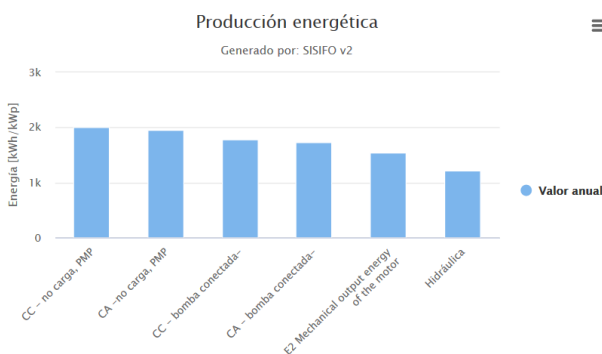


Sisifo v2

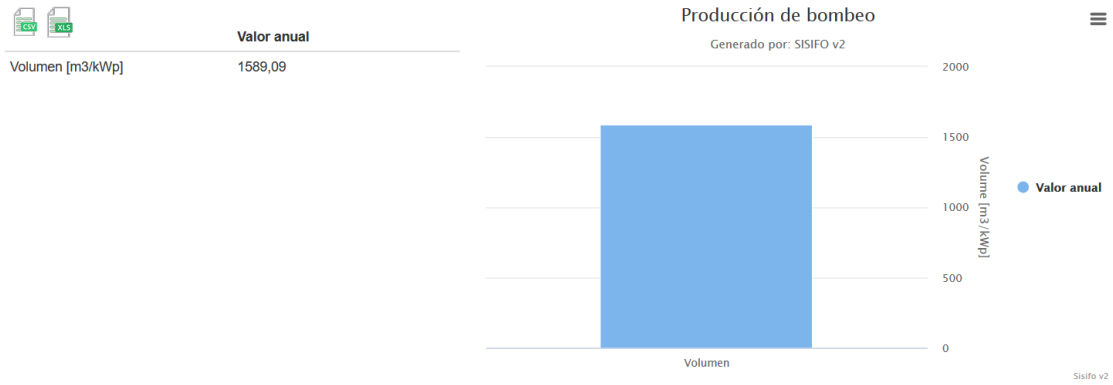
b) Energías y volumen de agua



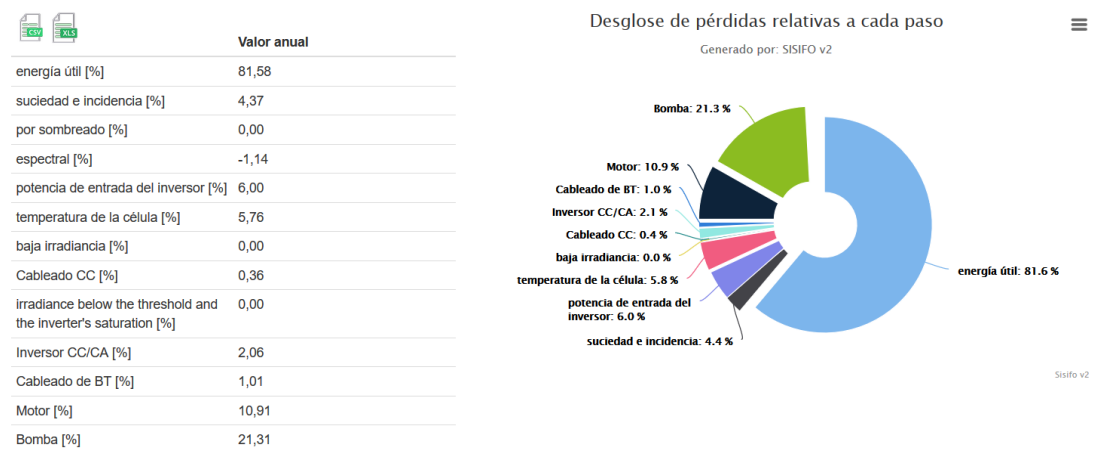
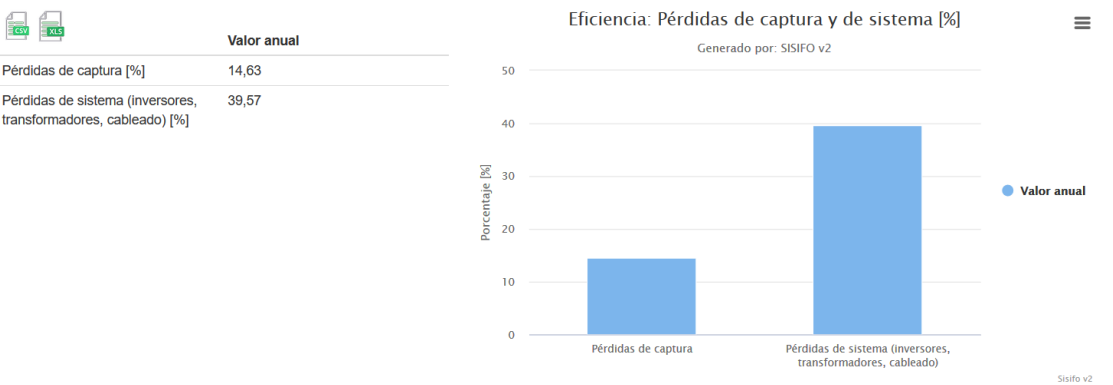
	Valor anual
CC - no carga, PMP [kWh/kWp]	2011,57
CA -no carga, PMP [kWh/kWp]	1950,09
CC - bomba conectada- [kWh/kWp]	1790,01
CA - bomba conectada- [kWh/kWp]	1733,73
E2 Mechanical output energy of the motor [kWh/kWp]	1544,66
Hidráulica [kWh/kWp]	1215,55

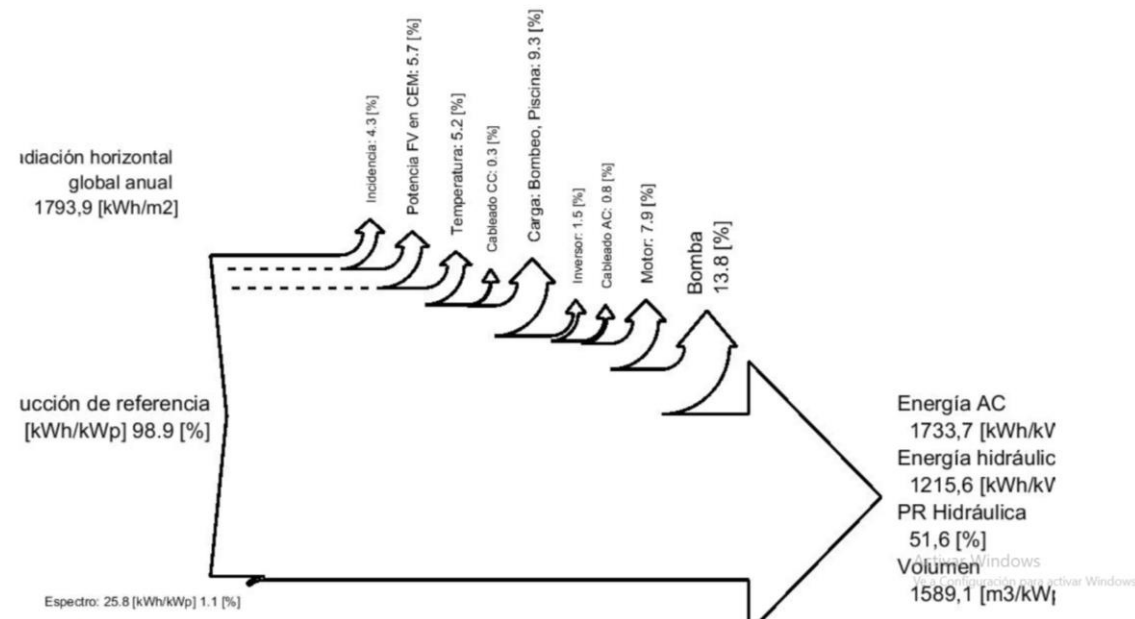


Sisifo v2

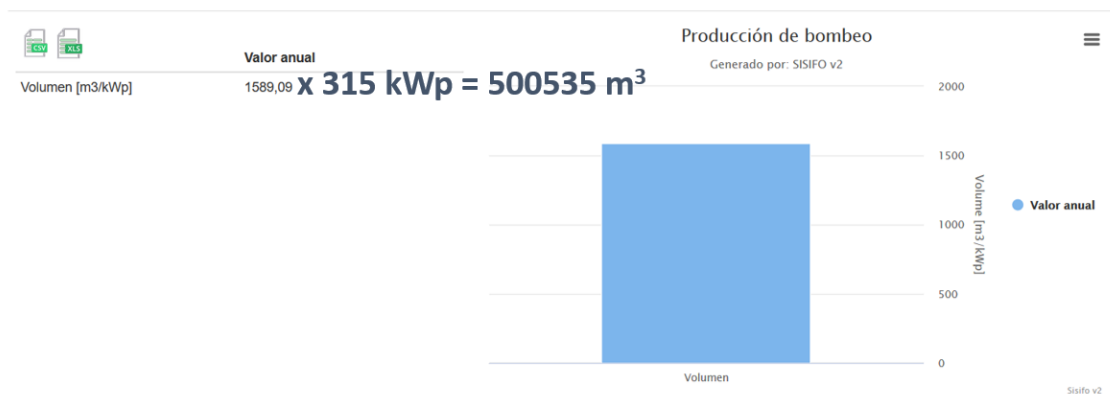


c) Eficiencia y Pérdidas

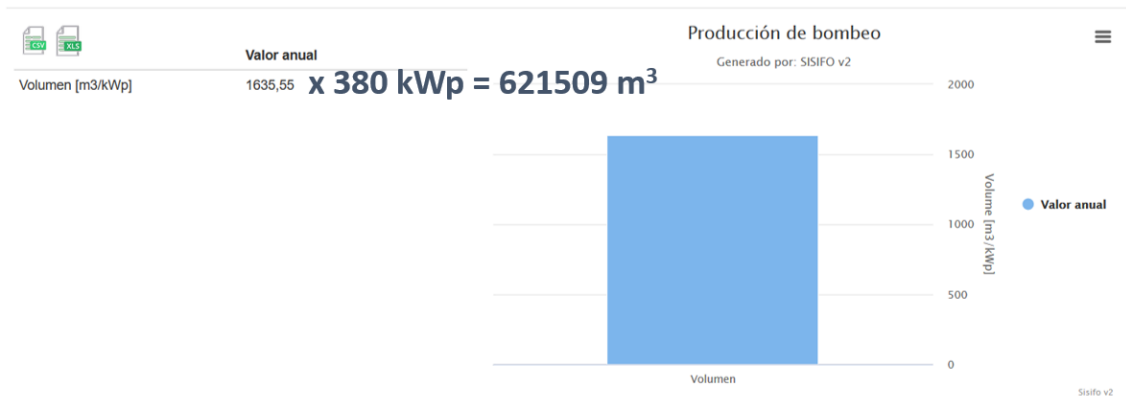




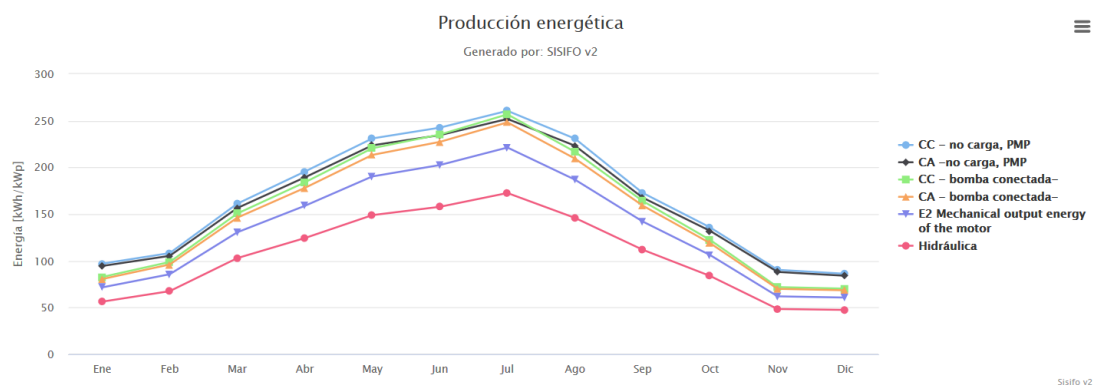
Para el diseño de un sistema de riego fotovoltaico, lo más importante es evaluar el servicio que entrega mediante el resultado “Volumen m³/kWp”. En este caso es:



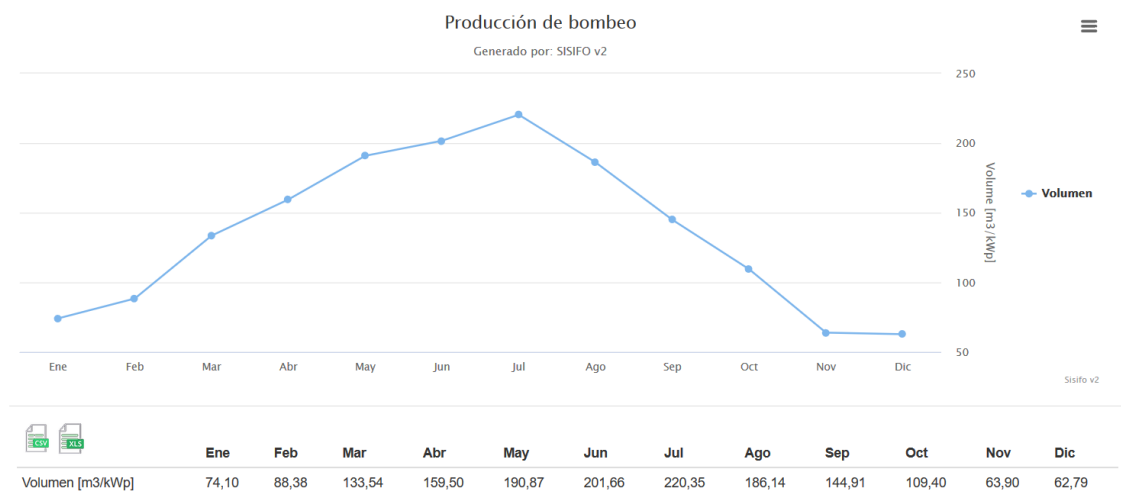
Como observamos, este servicio entregado no es suficiente, ya que el objetivo es conseguir 650.000m³, por lo que es necesario aumentar la potencia del generador fotovoltaico en la pestaña “Generador FV”. Elegimos una potencia nominal de 380kWp y, repitiendo la simulación, obtenemos el siguiente resultado:



Observamos que con este nuevo generador, hemos alcanzado el objetivo y, por lo tanto, hemos terminado el diseño. Si se desearan obtener más detalles sobre el resultado, podemos bucear por las subpestañas “Resultados mensuales”, “Resultados diarios (promedio mensual)”, “Resultados diarios”. “Resultados horarios” y “Resultados detallados”. Por ejemplo, si se desean ver valores mensuales del volumen de agua bombeada, vamos a la pestaña “Resultados mensuales”:



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CC - no carga, PMP [kWh/kWp]	96,93	108,21	161,12	195,48	231,00	242,54	260,57	230,76	172,78	135,76	90,32	86,10
CA -no carga, PMP [kWh/kWp]	94,43	105,27	156,46	189,29	223,60	234,51	251,88	223,18	167,67	132,02	88,04	83,95
CC - bomba conectada- [kWh/kWp]	82,61	98,71	150,56	183,94	220,51	235,17	256,80	216,66	164,10	122,35	71,81	70,20
CA - bomba conectada- [kWh/kWp]	80,43	95,99	146,13	178,02	213,35	227,32	248,20	209,41	159,18	118,91	69,95	68,40
E2 Mechanical output energy of the motor [kWh/kWp]	71,50	85,56	130,49	158,81	190,32	202,51	221,26	186,84	142,14	106,12	61,94	60,61



Pinchando los íconos “csv” o “xls” se pueden descargar los valores a un fichero “.csv” o “.xls” respectivamente.