

KRANNICH
SOLAR

BOMBEO FOTOVOLTAICO: TEORÍA Y DISEÑO

krannich
The Global PV Experts

CERO GRADOS SUR
Go solar. Go green

0°
sur

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SUMARIO

1. Presentación de Cero Grados Sur y Krannich Solar
2. Tipos de Aplicaciones FV para bombeo:
 1. Bombeo con autoconsumo
 2. Bombeo directo. Sistemas aislado.
3. Principios básicos de bombeo FV. Diseño.
4. Optimización energética en bombeo FV. Configuraciones y rentabilidades de proyectos de bombeo solar.

1. GRUPO CERO GRADOS SUR

* EMPRESA INSTALADORA DE ENERGÍAS RENOVABLES

* CREADA EN MURCIA EN 2004

* 15 FRANQUICIAS

- ✓ Asesoramiento técnico del Proyecto
 - Diseño y dimensionado
 - Estudio geológico y topográfico
 - Logística
 - Ejecución y Puesta en marcha
 - Legalización
- ✓ Mantenimiento de plantas FV
 - Monitorización y control remoto

150

INSTALADORES PROFESIONALES

200

INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

12

AÑOS EVOLUCIONANDO

1. GRUPO CERO GRADOS SUR

* EXPERIENCIA EN GRANDES PROYECTOS A NIVEL INTERNACIONAL



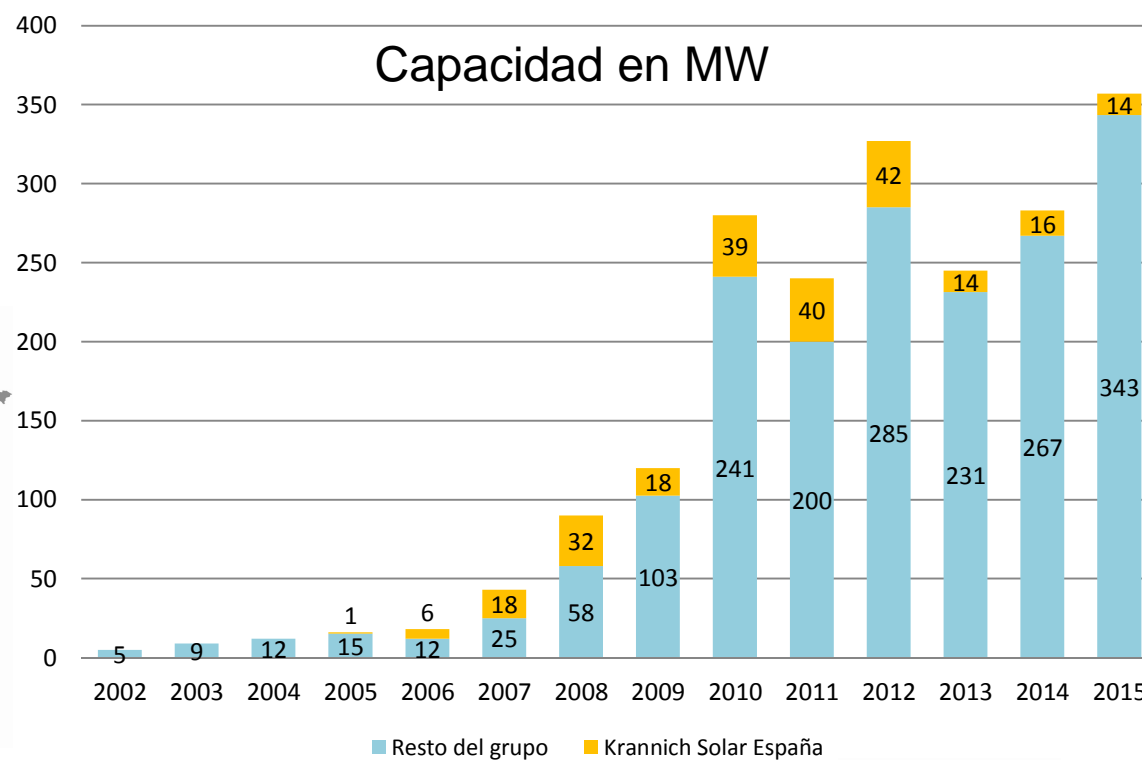
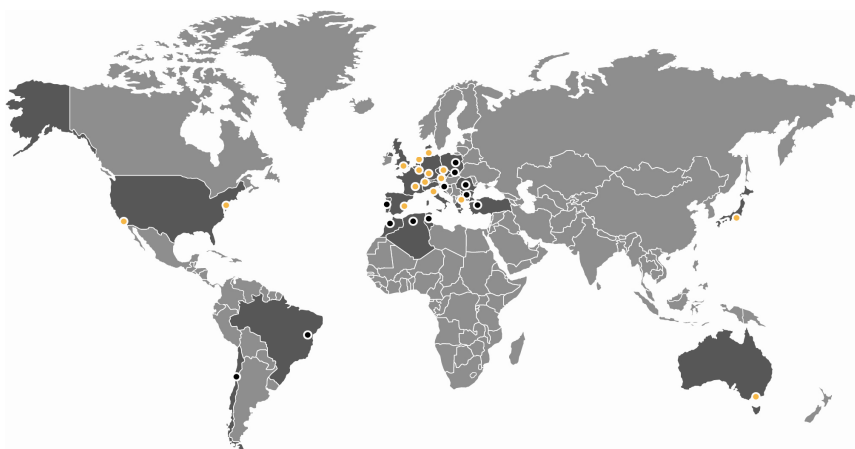
✓ 30 MW · Exning · UK

✓ 15 MW · Colchester · UK



1. GRUPO KRANNICH SOLAR

- * EMPRESA DISTRIBUIDORA DE MATERIAL FV
- * CREADA EN STUTTGART (ALEMANIA) EN 1995
- * UNOS 250 EMPLEADOS



1. GRUPO KRANNICH SOLAR

- ✓ Asesoramiento técnico
 - Planificación y dimensionado
 - Puesta en marcha
 - Servicio postventa
 - Monitorización de la producción FV
- ✓ Formación para los clientes: UniKrannich
- ✓ Apoyo a proyectos
- ✓ Quality management
- ✓ Apoyo al comercio internacional



Módulos solares



Comunicación



Estructuras



Bombeo solar



Inversores



Híbridos



Autoconsumo



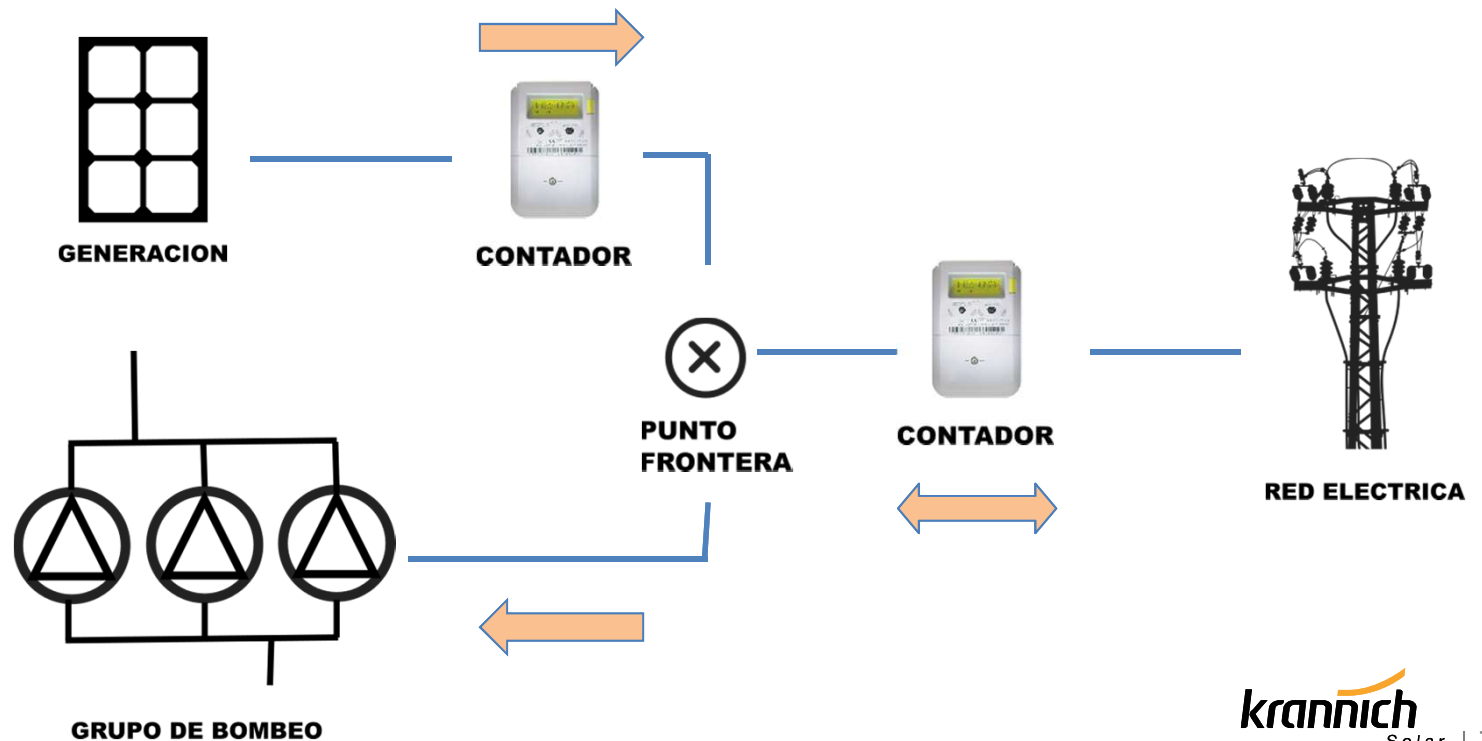
Accesorios

2. TIPOS DE APLICACIONES FV PARA BOMBEO

BOMBEO CON AUTOCONSUMO

* Objetivo:

- Ahorrar costes energéticos en bombeos con suministro eléctrico sin modificar el sistema de alimentación y control actuales.

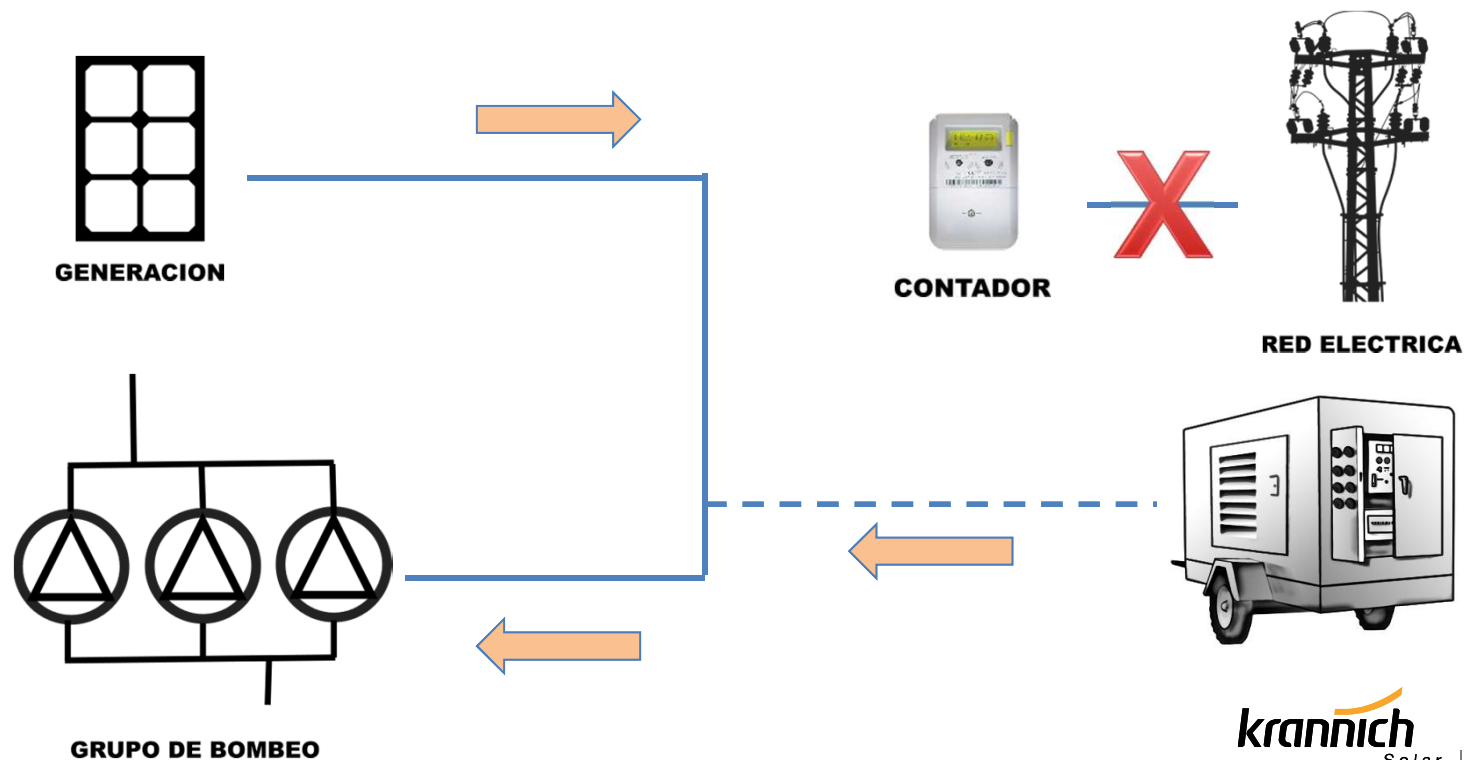


2. TIPOS DE APLICACIONES FV PARA BOMBEO

BOMBEO DIRECTO O AISLADO

✳ Objetivo:

- Ahorrar el máximo coste energético en bombeos con suministro eléctrico o con generador.
- Modificando la alimentación y control para optimizar el ahorro.



2. TIPOS DE APLICACIONES FV PARA BOMBEO

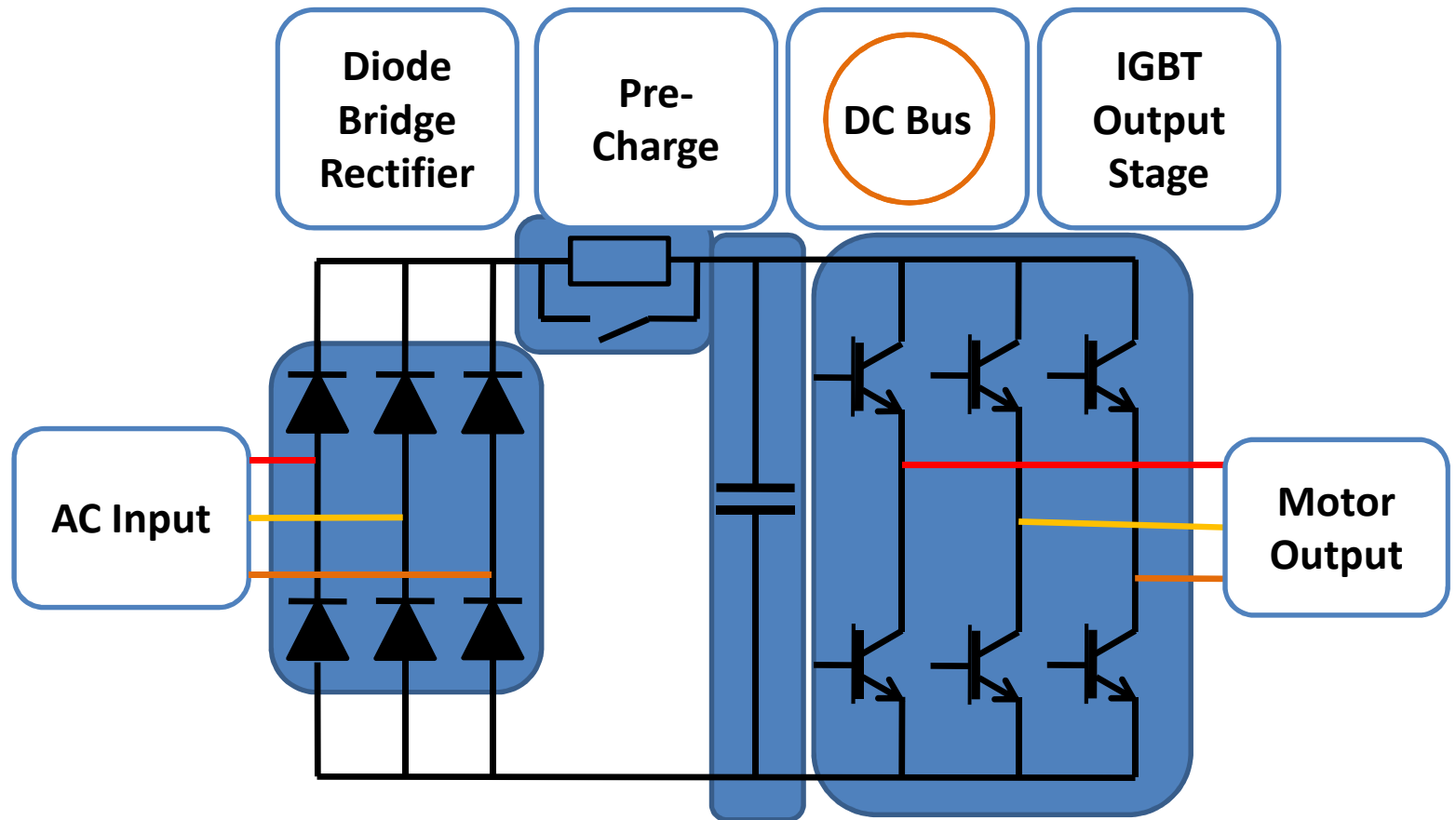
BOMBEO DIRECTO O AISLADO

* Aplicaciones Principales:

- Pozos / Sondeos
- Trasvases entre cotas para acumulación (balsas, depósitos...)
- Sectores de riego a presión cuasi-constante
- Aplicaciones con bombas trabajando en paralelo, ajustando caudal o presión. Ejemplo: distribución a consumo de pequeños municipios.
- Idoneo cuando se dispone de uno o mas grupos en reserva. Actuando con FV sobre una parte de ellos que trabajará como base de bombeo y el resto ajustará la demanda. Esto puede permitir por ejemplo una reducción de la potencia de suministro.

3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

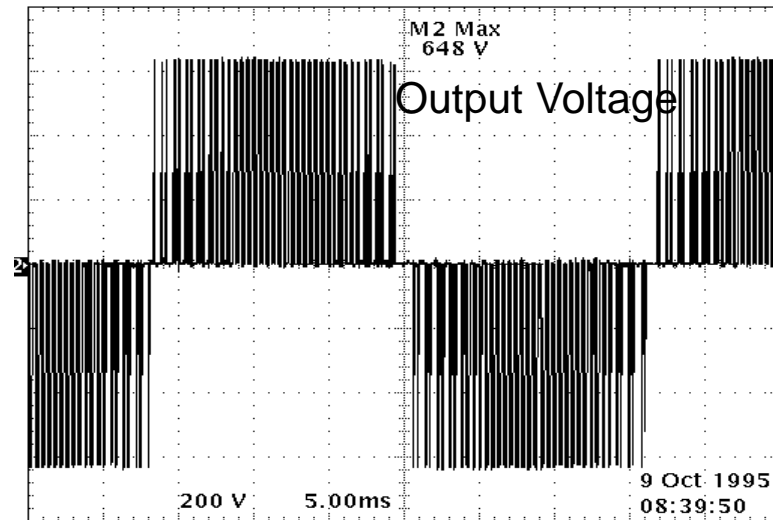
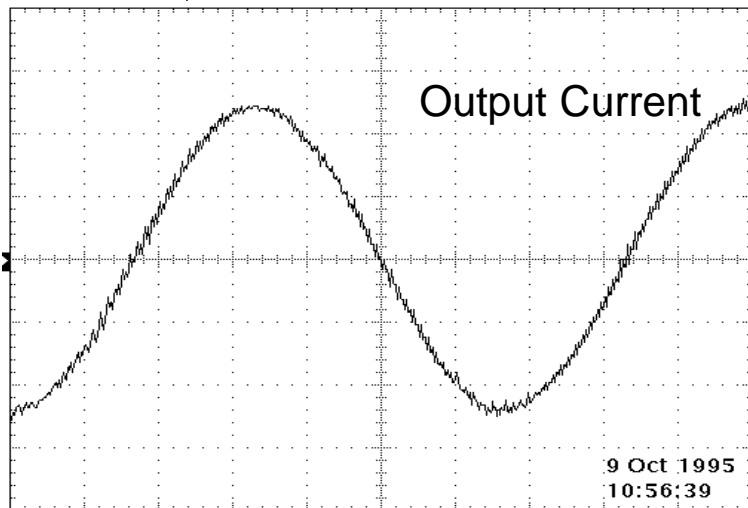
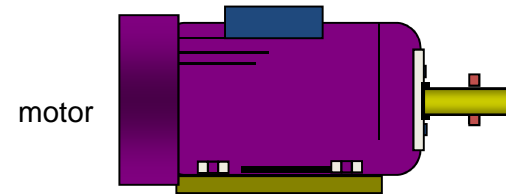
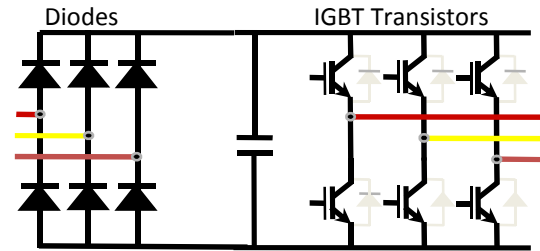
VARIADORES DE FRECUENCIA



Fuente: Invertek

3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

VARIADORES DE FRECUENCIA



Fuente: Invertek

3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

VARIADORES DE
FRECUENCIA

$$RPM = n = \frac{60 * f}{p}$$

f: frecuencia de salida convertidor

p: numero de pares de polos del motor (2,4,6,8)

Leyes de Afinidad para una bomba:

$$\frac{Q1}{Q2} = \left(\frac{n1}{n2} \right)$$

$$\frac{H1}{H2} = \left(\frac{n1}{n2} \right)^2$$

$$\frac{P1}{P2} = \left(\frac{n1}{n2} \right)^3$$

3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

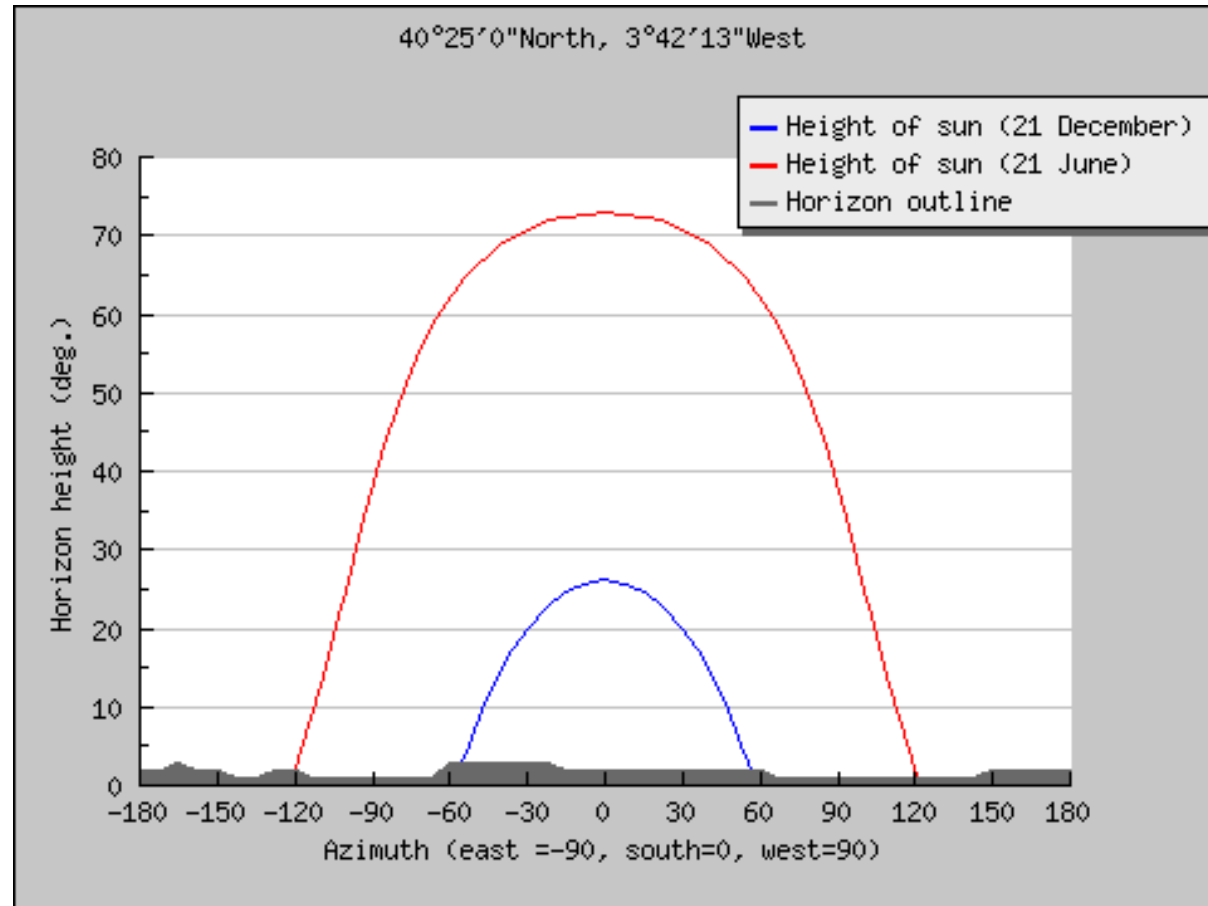
VARIADORES DE
FRECUENCIA

Kits para Bombeo Krannich: hasta 250 kW



3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

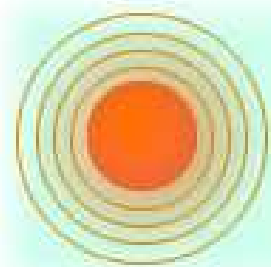
PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA



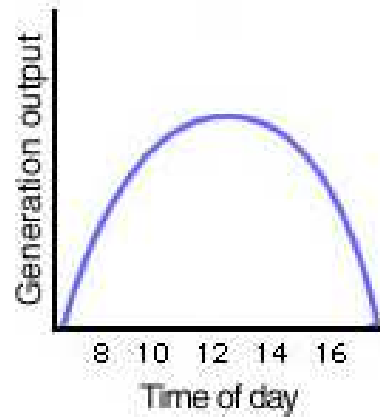
3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

PRODUCCIÓN FOTVOLTAICA

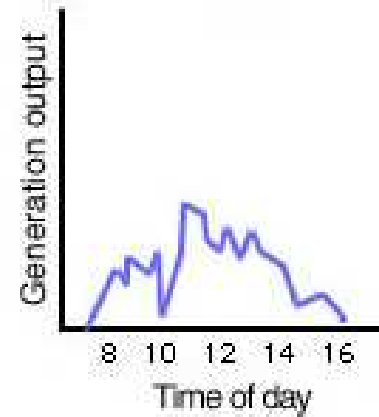
* Meteorología variable:



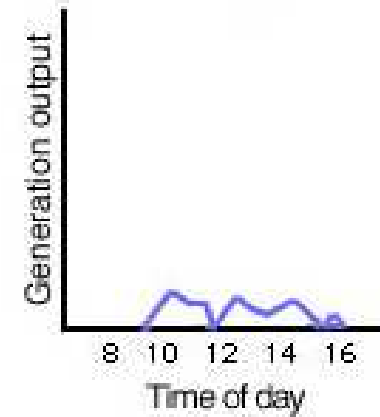
Fine



Cloudy



Rainy

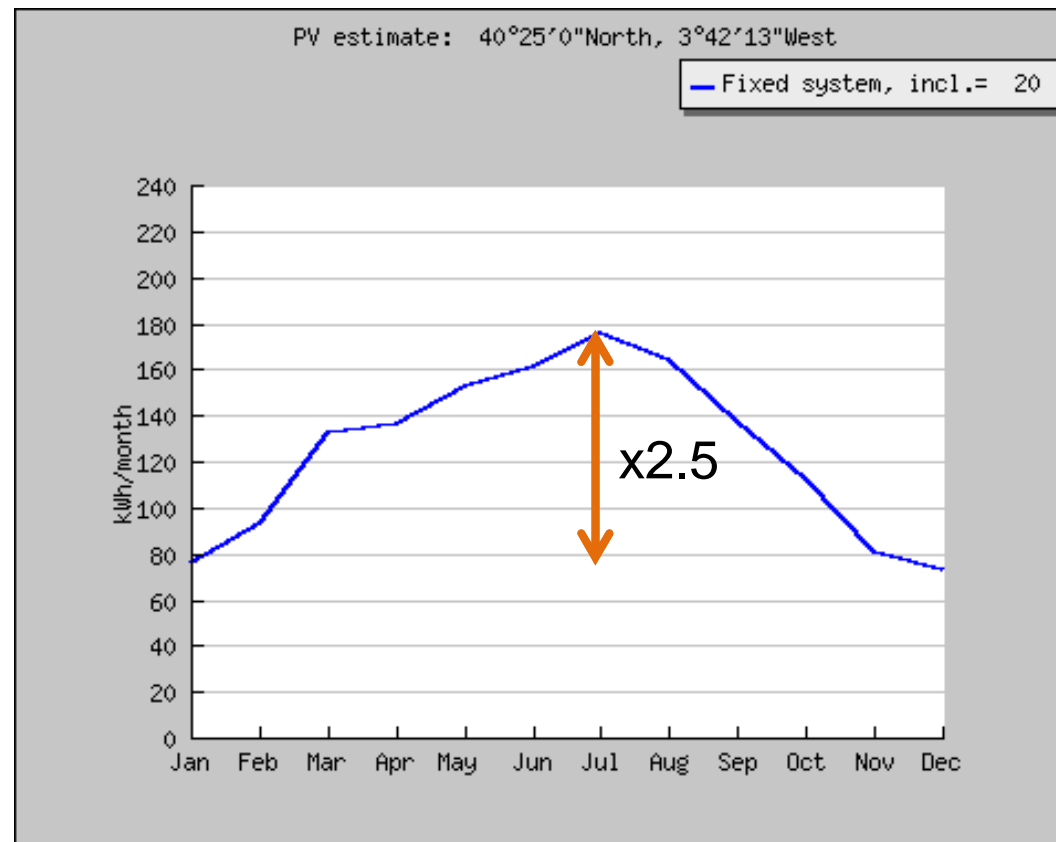


3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

PRODUCCIÓN FOTVOLTAICA

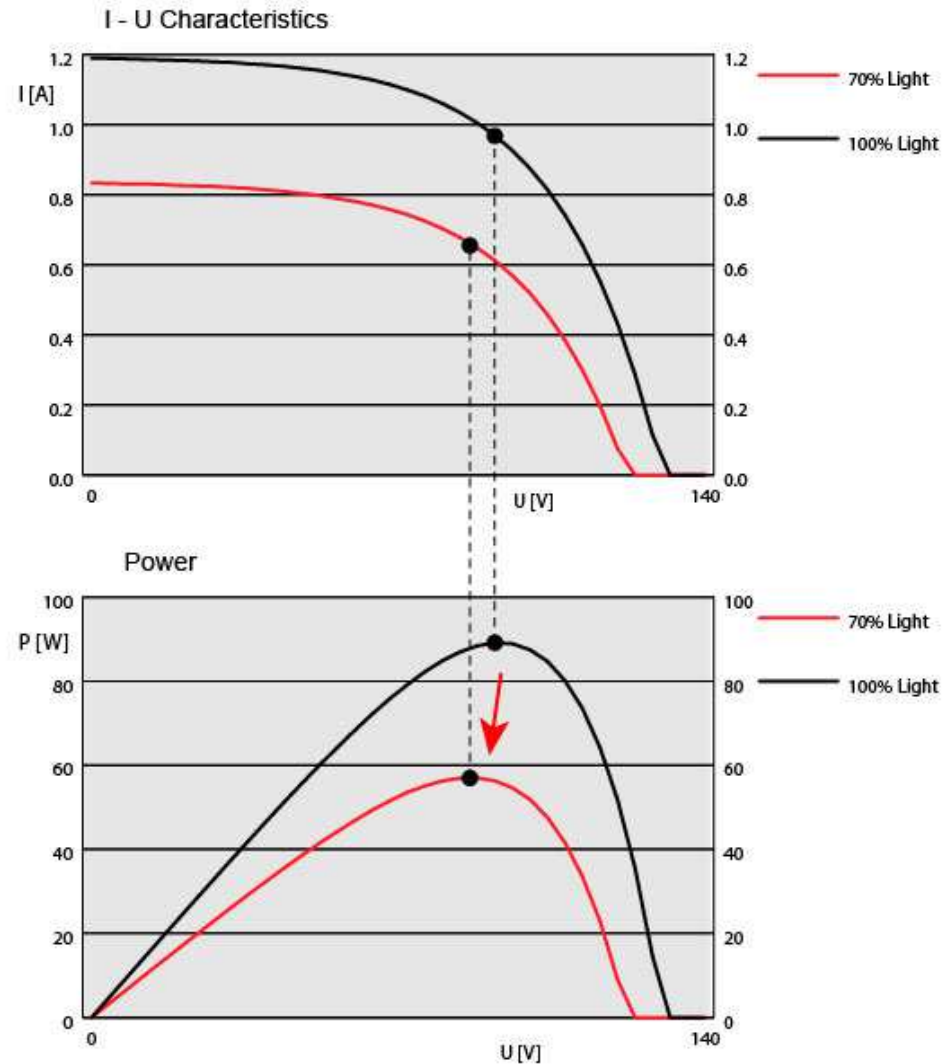
✳ MADRID:

— Diciembre: 2.3 Heq - Julio 5.7 Heq



3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

REGULACIÓN

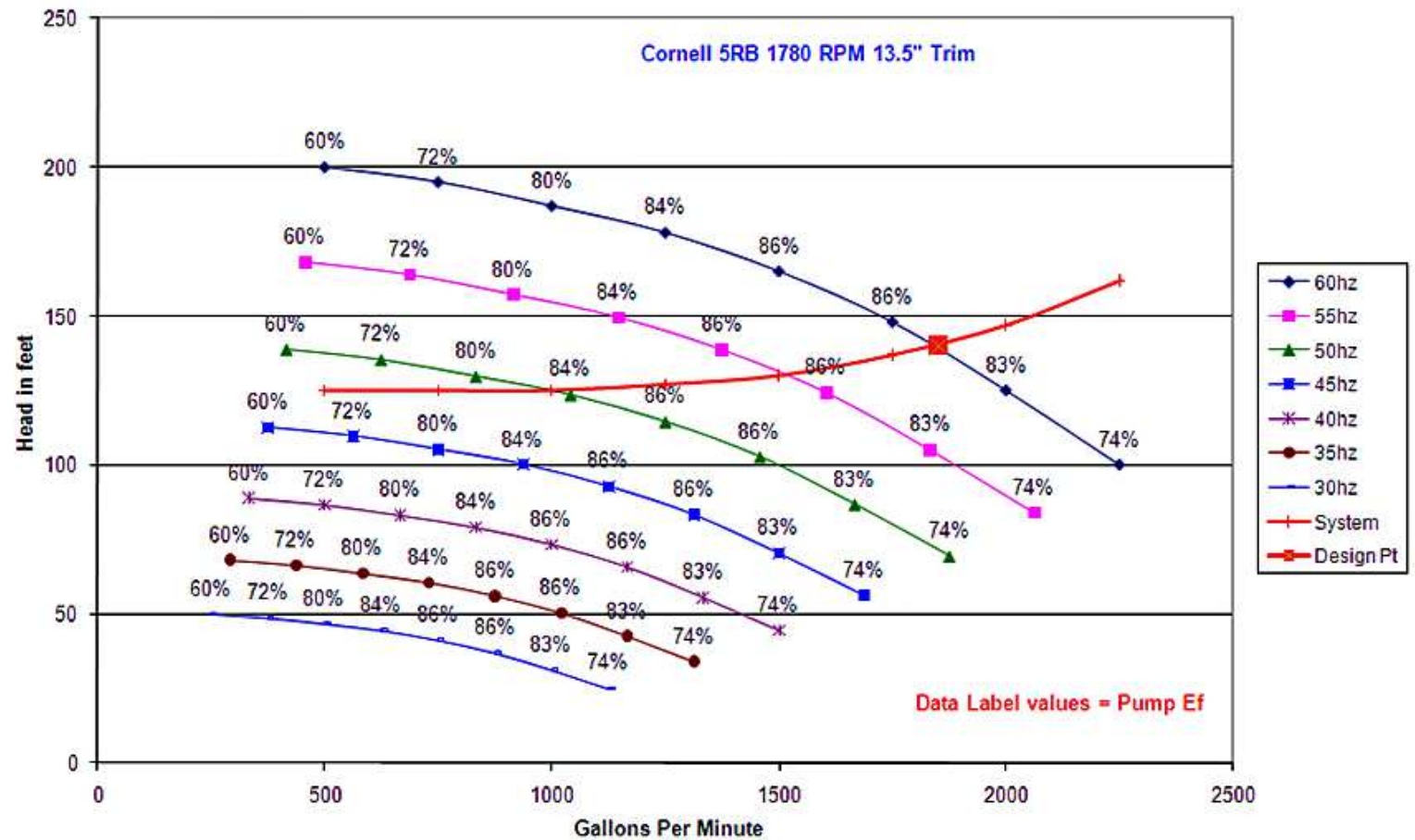


* REGULACIÓN MPPT DEL VARIADOR:

3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

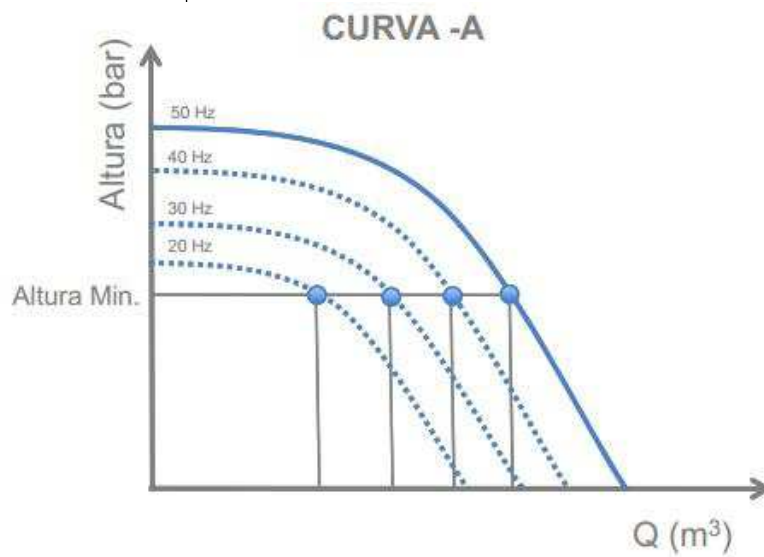
CURVA DEL SISTEMA CON VARIADORES

Pump Hydraulic Efficiency vs System Head

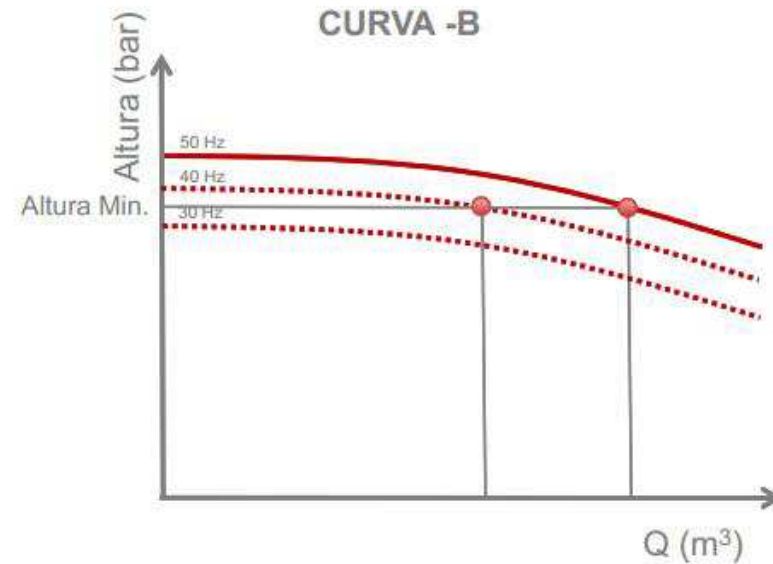


3. PRINCIPIOS BASICOS DE BOMBEO FV

CURVA DEL SISTEMA CON VARIADORES



- Curvas con gran pendiente ofrecen buena regulación
- Mejor regulación genera mayor ahorro



- Curvas planas ofrecen peor regulación
- El ahorro energético está limitado por el rango de regulación

4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

SIMULACIONES MEDIANTE ALGORITMOS

* INFORMACIÓN REQUERIDA PARA SIMULAR ADECUADAMENTE UN SISTEMA DE BOMBEO FV:

- Ubicación geográfica del bombeo.
- Necesidades o requerimientos de volumen a trasegar. Al menos para cada mes del año, y preferiblemente con un perfil semanal. *
- Datos del punto de trabajo actual (caudal, alturas...). Curvas. Datos globales del sistema (distancias, diámetros...).
- En caso de pozo o sondeo: parametrización o comportamiento del nivel freático a diferentes caudales. (Asumimos que no esquilmanos el sondeo).

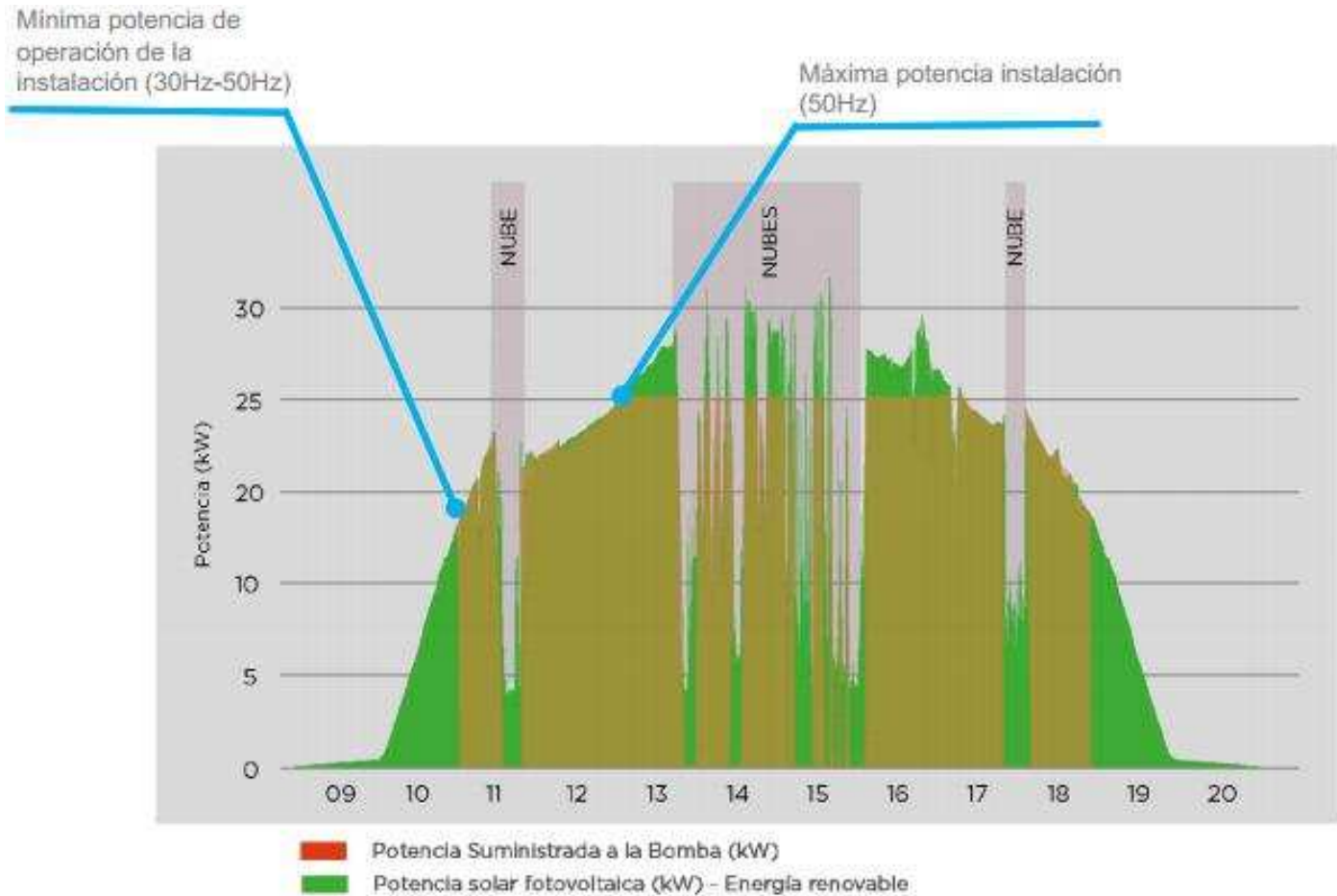
* Detalle de horas de trabajo semanales y descripción de la regulación.

4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

OPTIMIZACIÓN

✱ Rendimientos máximos de bombeo FV:

$$\frac{E_{bomb}}{E_{FV\ disp}} \sim 90\%$$



Fuente: Power Electronics

4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

OPTIMIZACIÓN

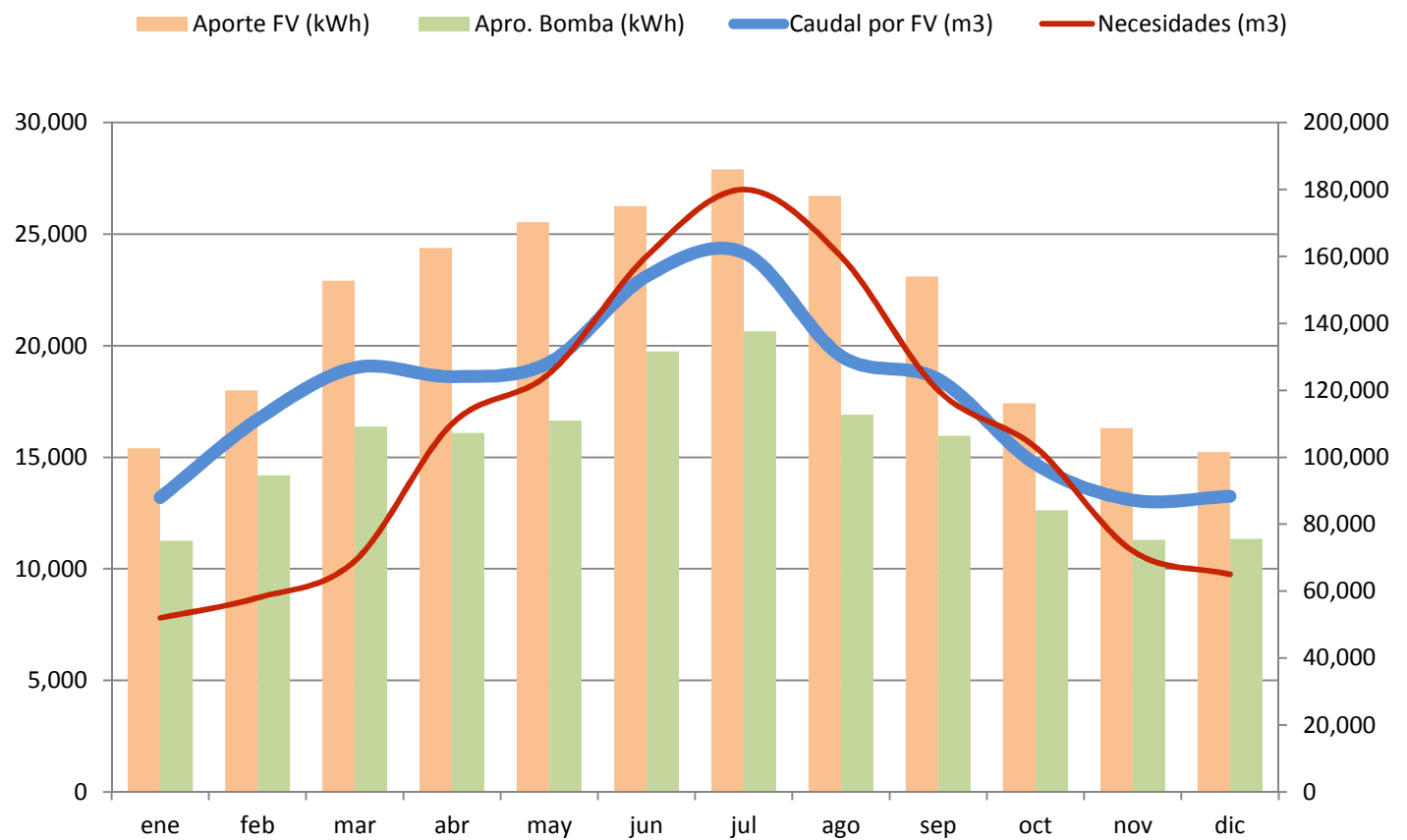
✳ Configuraciones:

➤ Aporte mínimo:
Cubrimos necesidades en invierno

➤ Aporte máximo:
Cubrimos necesidades en verano

➤ Aporte intermedio

✳ Aislamiento de una bomba:

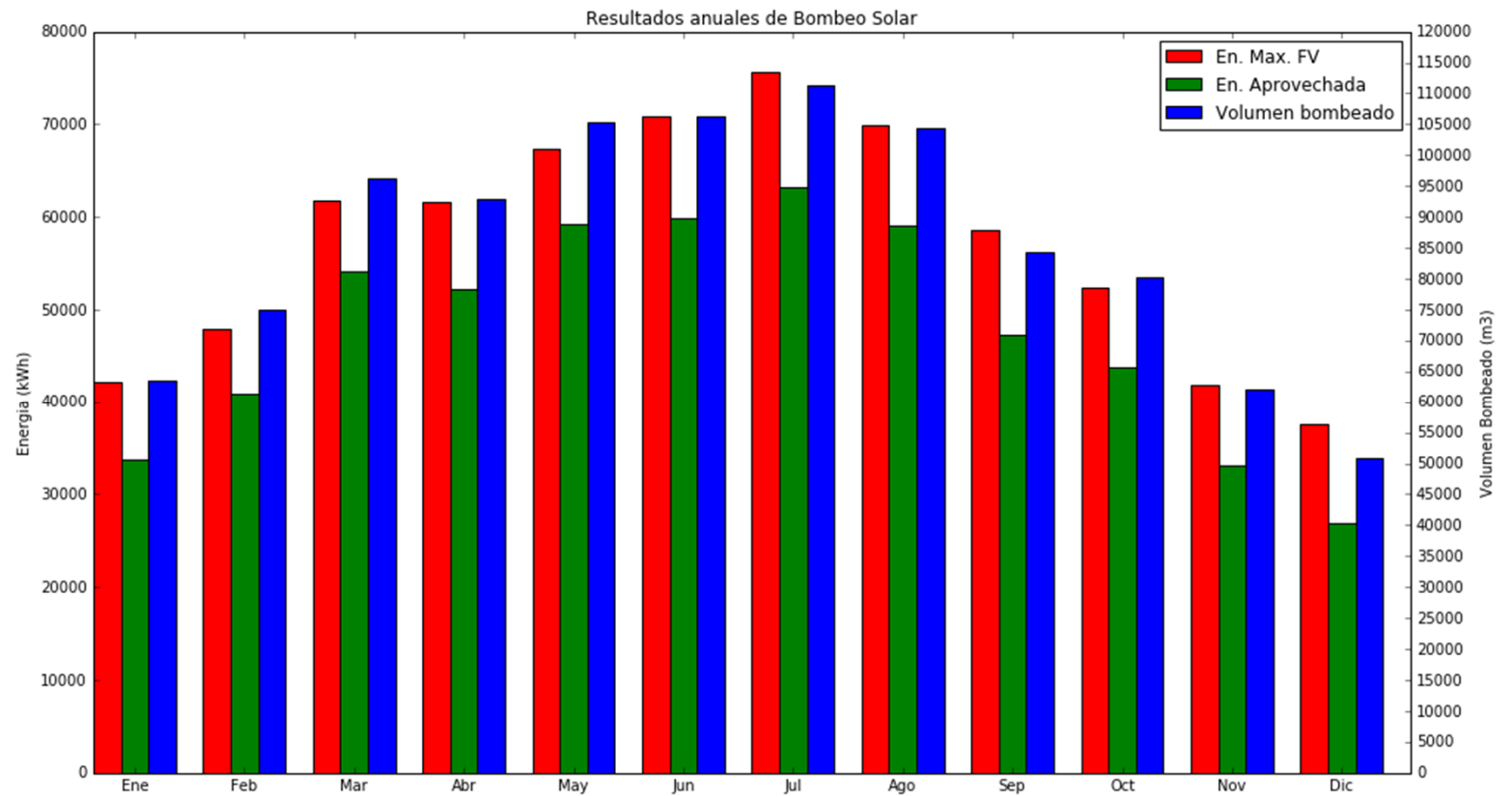


4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

OPTIMIZACIÓN

- * FV de 450 kW.
- * 1.032.000 m³/año
- * 83,4% rendim.

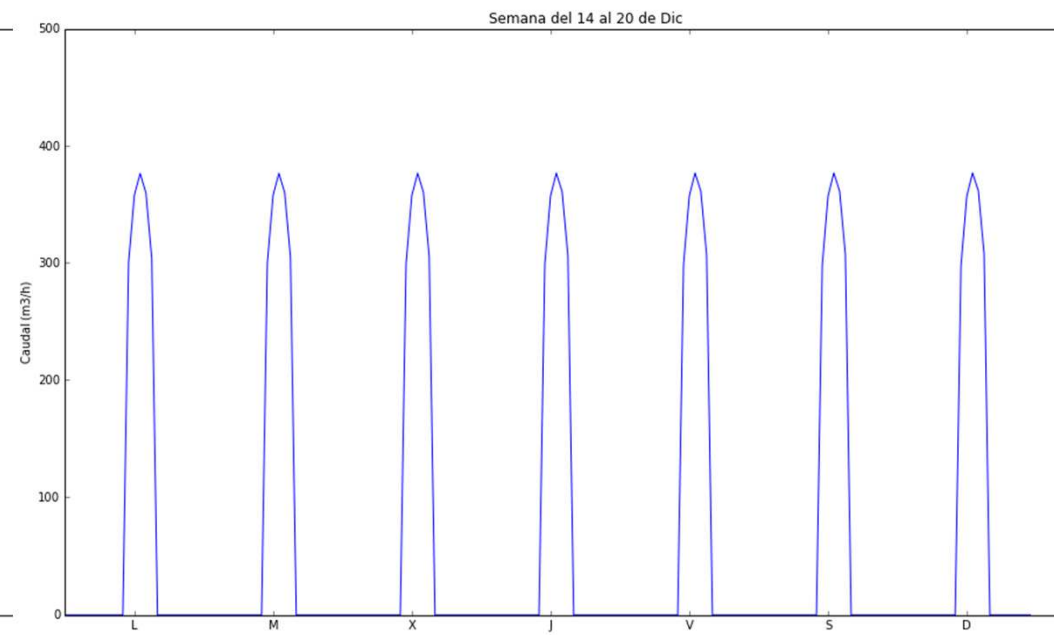
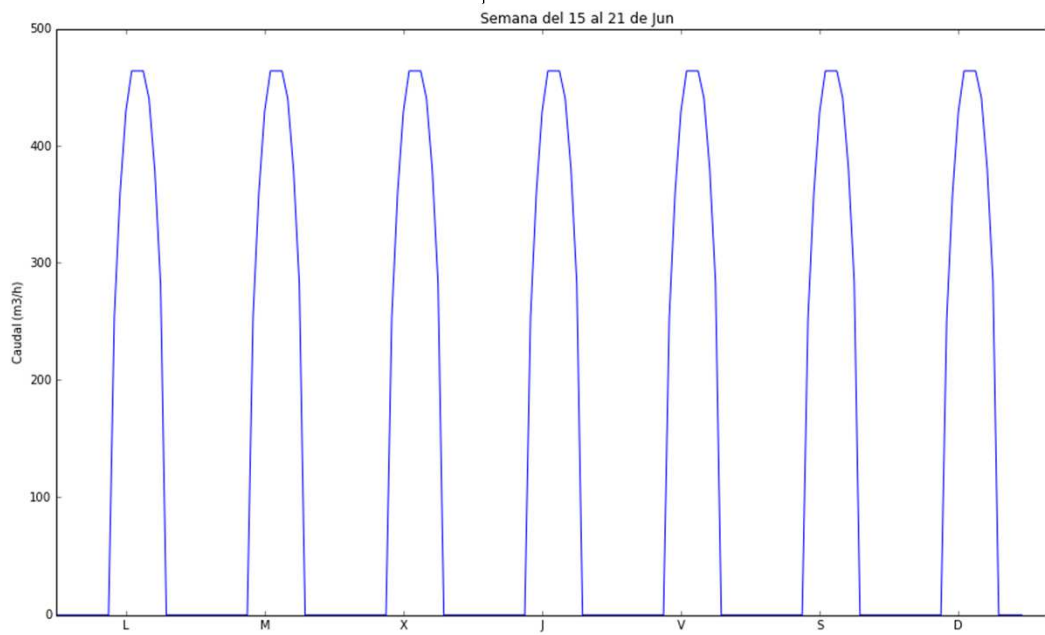
* Ejemplo de aporte para bomba de 220 kW en sondeo a 135 m:



4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

OPTIMIZACIÓN

☀ Ejemplo de aporte para bomba de 220 kW en sondeo a 135 m:

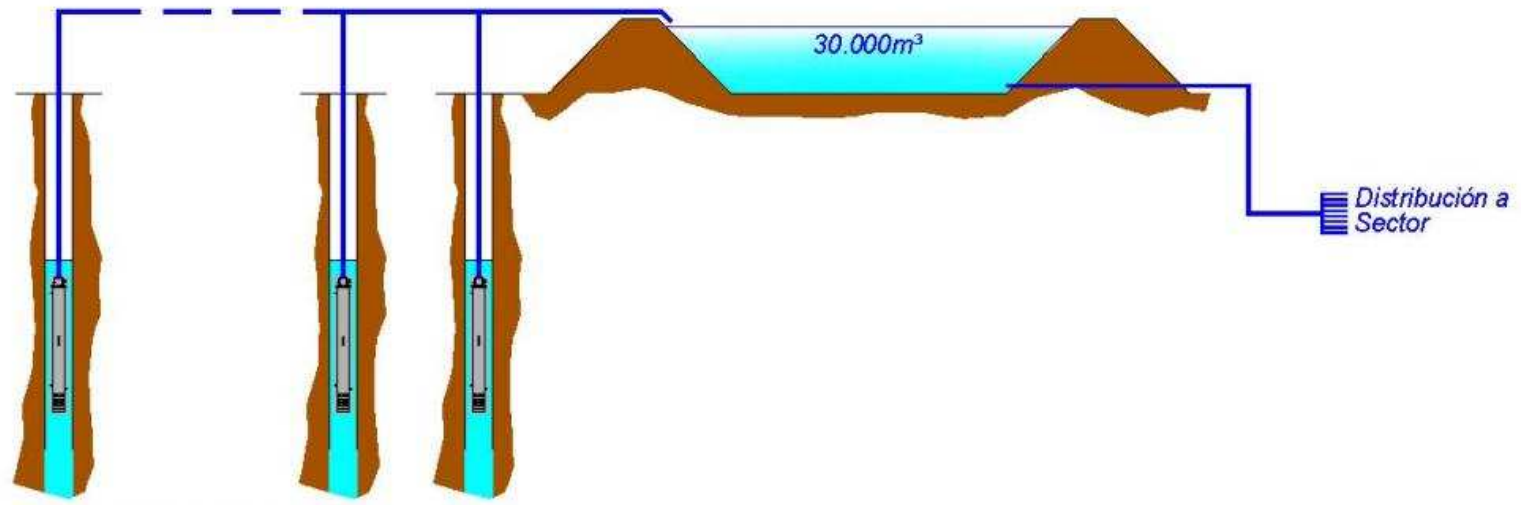


4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

OPTIMIZACIÓN

* Aislamiento de una (o varias) bomba en grupos en paralelo:

- Conseguir cubrir las necesidades base o mínimas con el funcionamiento aislado solar.
- Cubrir los picos de la demanda mediante el resto de bombas.
- Reducimos consumo y se puede reducir potencia contratada.



4. OPTIMIZACIÓN Y CONFIGURACIONES

RENTABILIDAD

* La rentabilidad de un bombeo solar dependerá de distintos factores:

- ✓ Fuente energética sustituida (electricidad o gasoil).
- ✓ Correcto dimensionado, tratando de obtener un rendimiento de bombeo FV lo mas alto posible. Dependencia de bomba existente y su punto de trabajo.
- ✓ Funcionamiento anual > 1.600-1.800 h/año. Dependencia de las necesidades anuales de bombeo o regadío.
- ✓ Factores económicos diversos: posibles subvenciones o financiación favorable...

* Amortizaciones posibles de 6 a 12 años.

* TIR obtenidos a 25 años de entre un 8% a un 15%

* Factor competitivo muy importante! → Mayor estabilidad del coste de explotación energético durante los próximos 25 años.

¡GRACIAS POR VUESTRA ATENCION!



Paco Alcaraz

Director de Empresa

pacoalcaraz@cerogradossur.com



[@PacoAlcaraz70](https://twitter.com/PacoAlcaraz70)



David Calvo

Ingeniero de Proyectos



d.calvo@es.krannich-solar.com



[@DC_energia](https://twitter.com/DC_energia)



[/dcalvosanz](https://www.linkedin.com/company/dcalvosanz)