



# JORNADA SOBRE EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA EN REGADÍO.

## OPTIMIZACIÓN DE BOMBEO SOLARES.



### España:

C/ Luis Álvarez Lencero nº3  
planta 7ª oficina nº 13.  
Badajoz 06011

### Panamá:

Calle Manuel María Icaza.  
Área Bancaria.  
PH Proconsa 1. Oficina 2D  
Ciudad de Panamá.



## ÍNDICE.

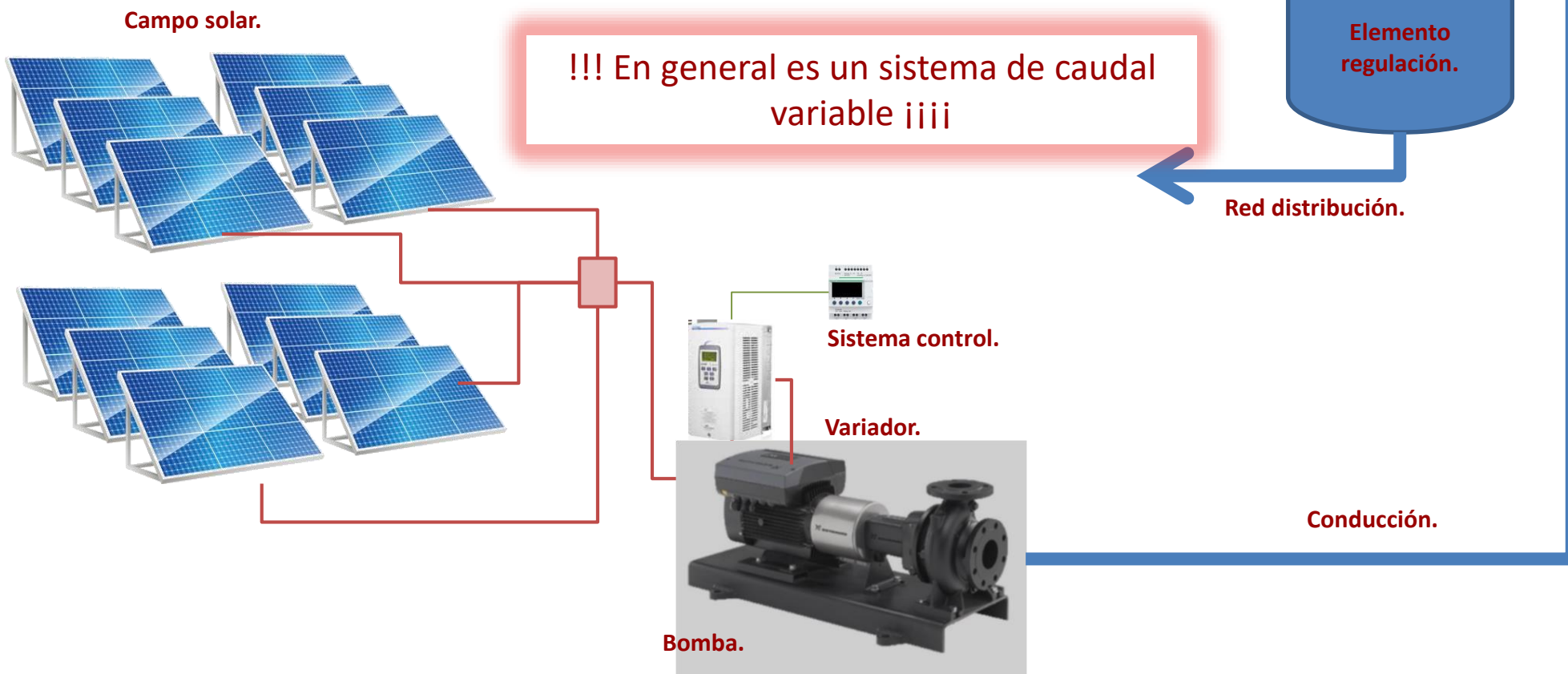
- Cuestiones generales del bombeo solar.
- Variables principales para el dimensionamiento.
- Análisis individualizado de cada una.
- Modelo informático para optimización.

## CUESTIONES GENERALES DEL BOMBEO SOLAR.

**!!! Un bombeo solar es una instalación eléctrica – mecánica – hidráulica !!!.**  
**!!! Hay que optimizar los m<sup>3</sup> elevados y cumplir los criterios de garantía!!!**

### Instalación básica.

**!!! En general es un sistema de caudal variable !!!!**



**CUESTIONES GENERALES DEL BOMBEO SOLAR.**

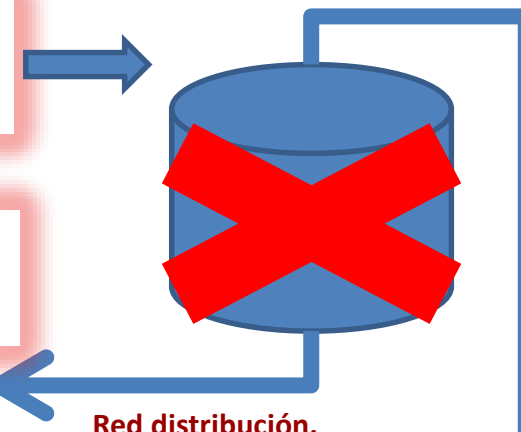
Grupo gasoil o gas.



**Instalación híbrida.**

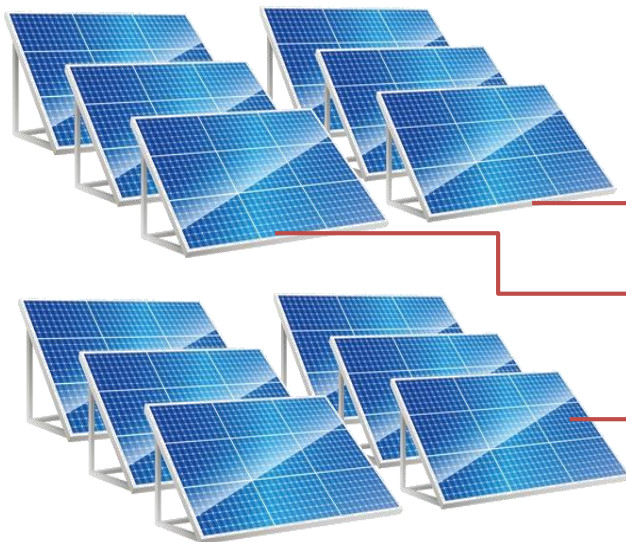
!!! Instalación de caudal constante!!!

!!! No se puede hibridar con red eléctrica!!!



Red distribución.

Campo solar.



Sistema control.

Variador.



Bomba.

Conducción.

**CUESTIONES GENERALES DEL BOMBEO SOLAR.**

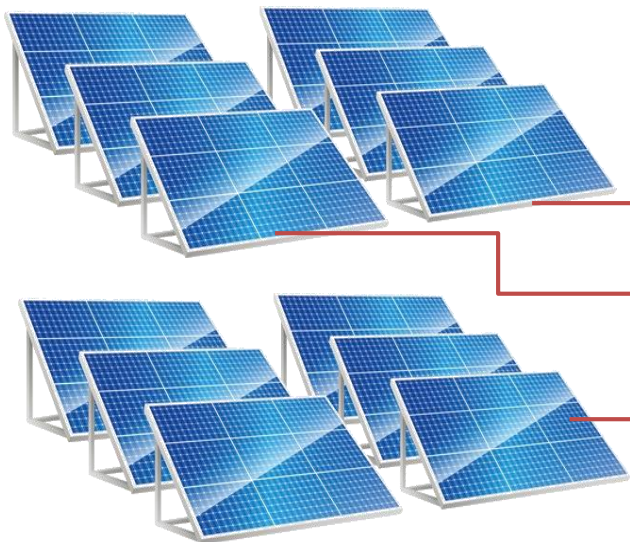
Grupo gasoil o gas.



**Instalación apoyada por grupo.**

!!! Instalación de volumen constante !!!!

Campo solar.



Sistema control.

Variador.



Bomba.



Elemento regulación.



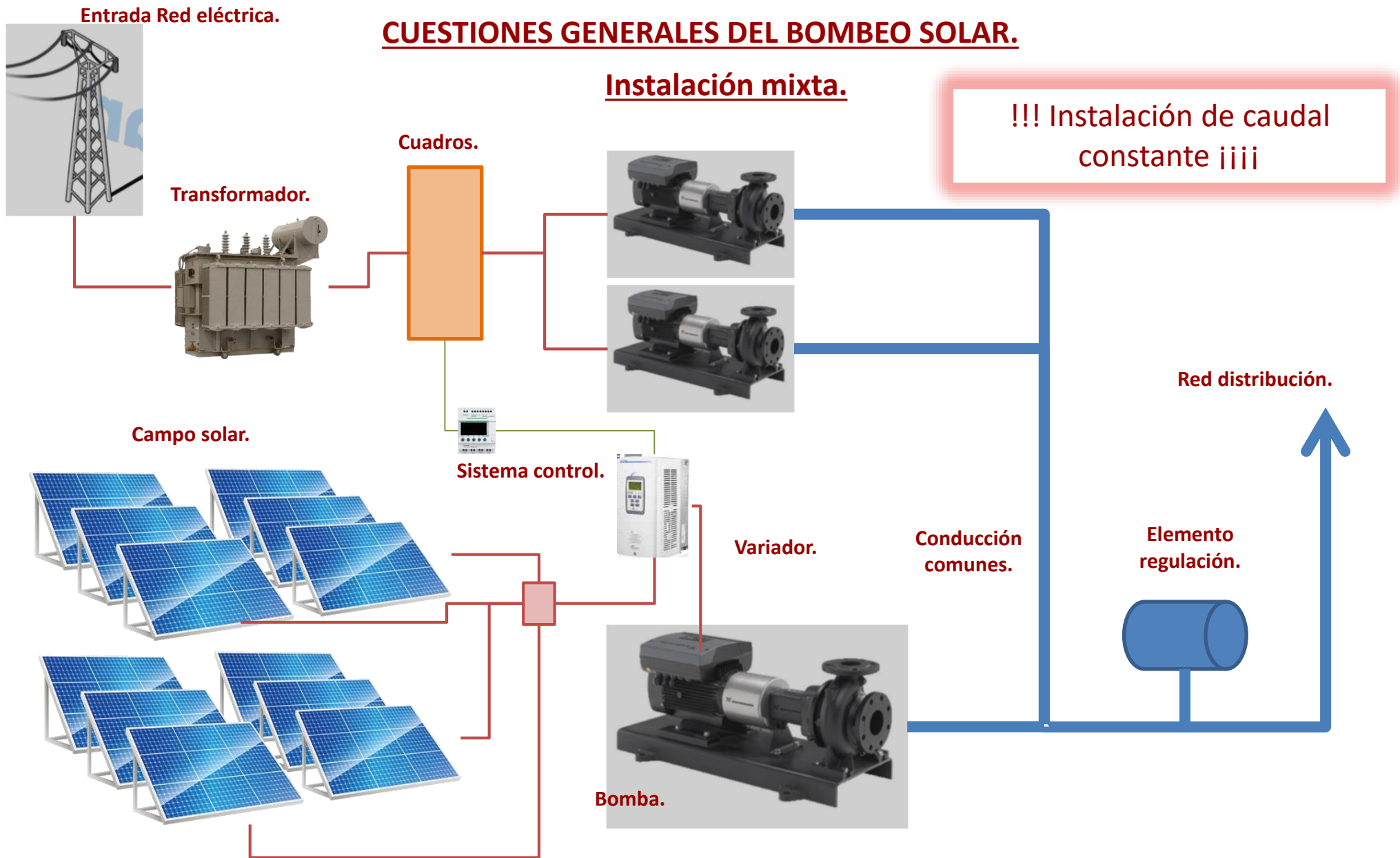
Red distribución.

Caudalímetro.

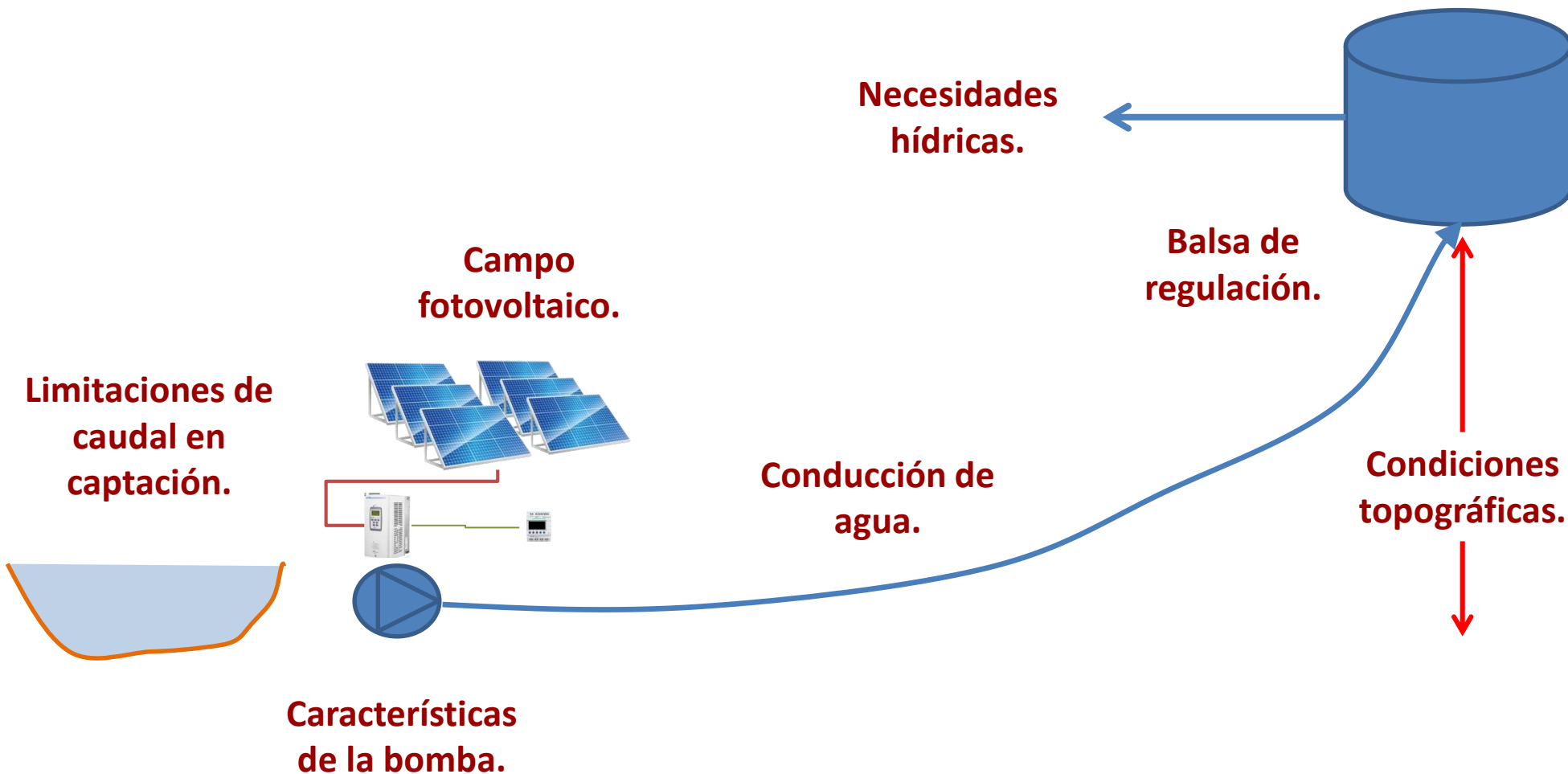


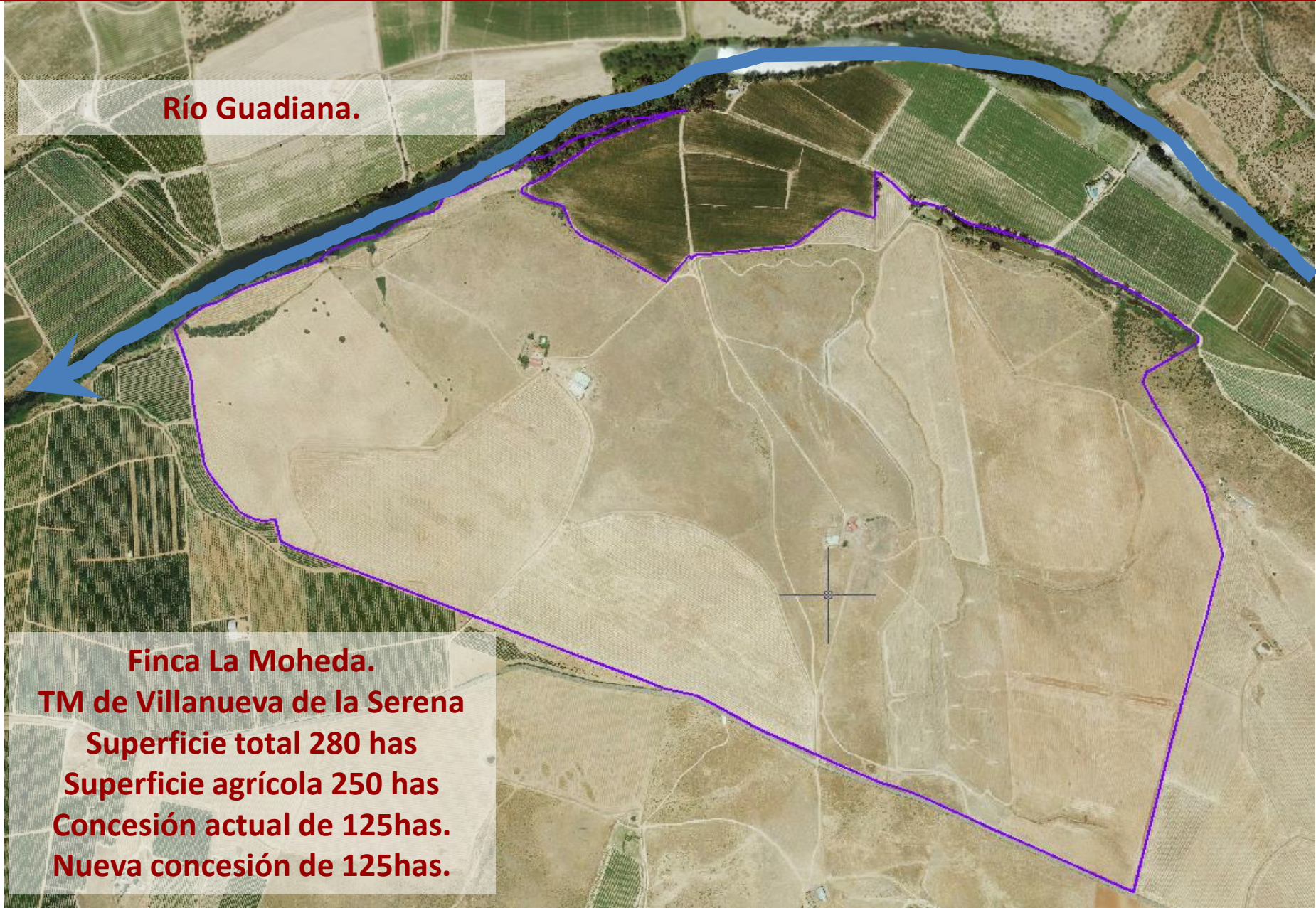
Conducción.

**CUESTIONES GENERALES DEL BOMBEO SOLAR.**



**VARIABLES PRINCIPALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE BOMBEO SOLARES.**  
**BOMBEO SOLAR SENCILLO.**





**Río Guadiana.**

**Finca La Moheda.**  
TM de Villanueva de la Serena  
Superficie total 280 has  
Superficie agrícola 250 has  
Concesión actual de 125has.  
Nueva concesión de 125has.

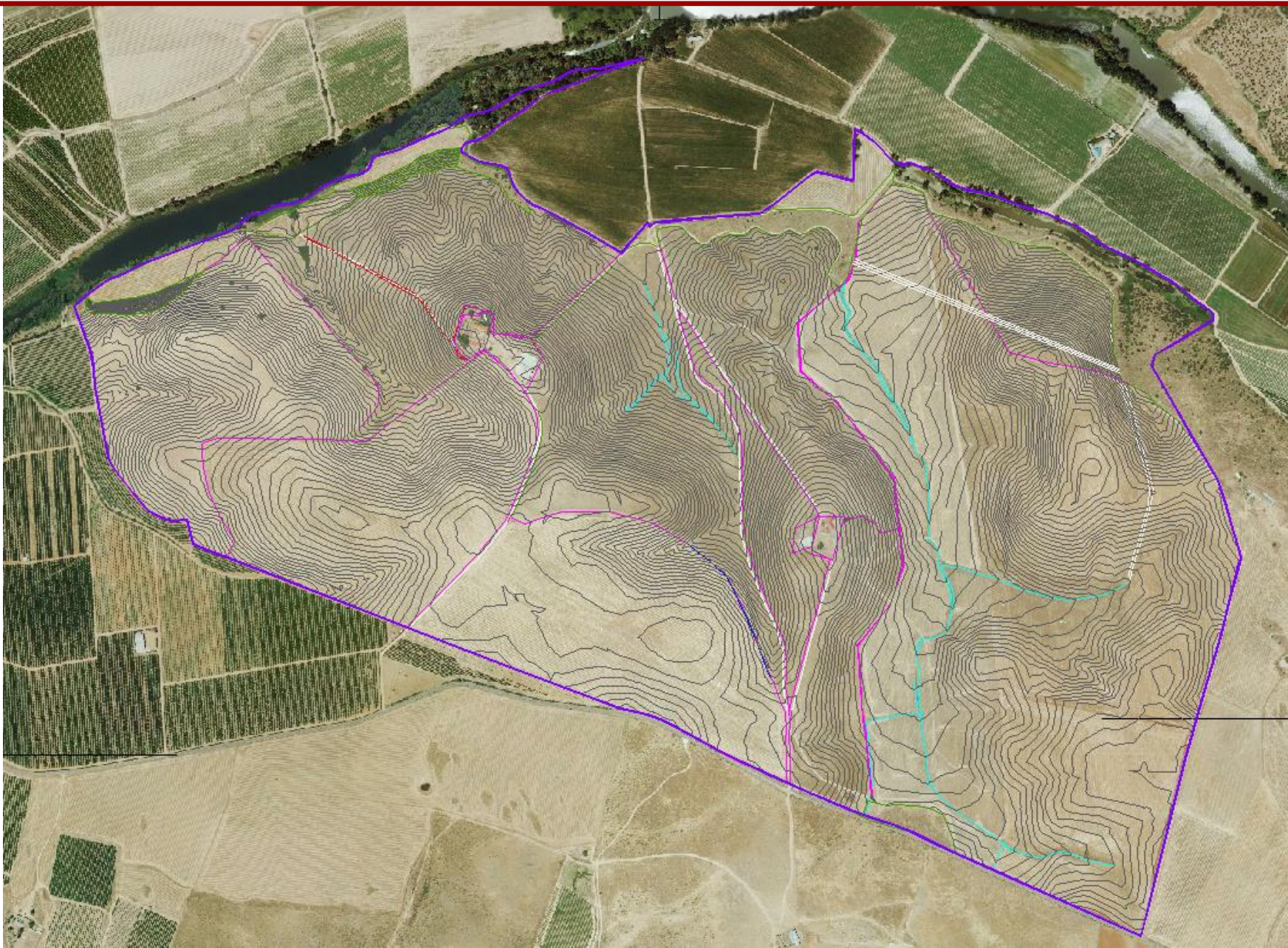




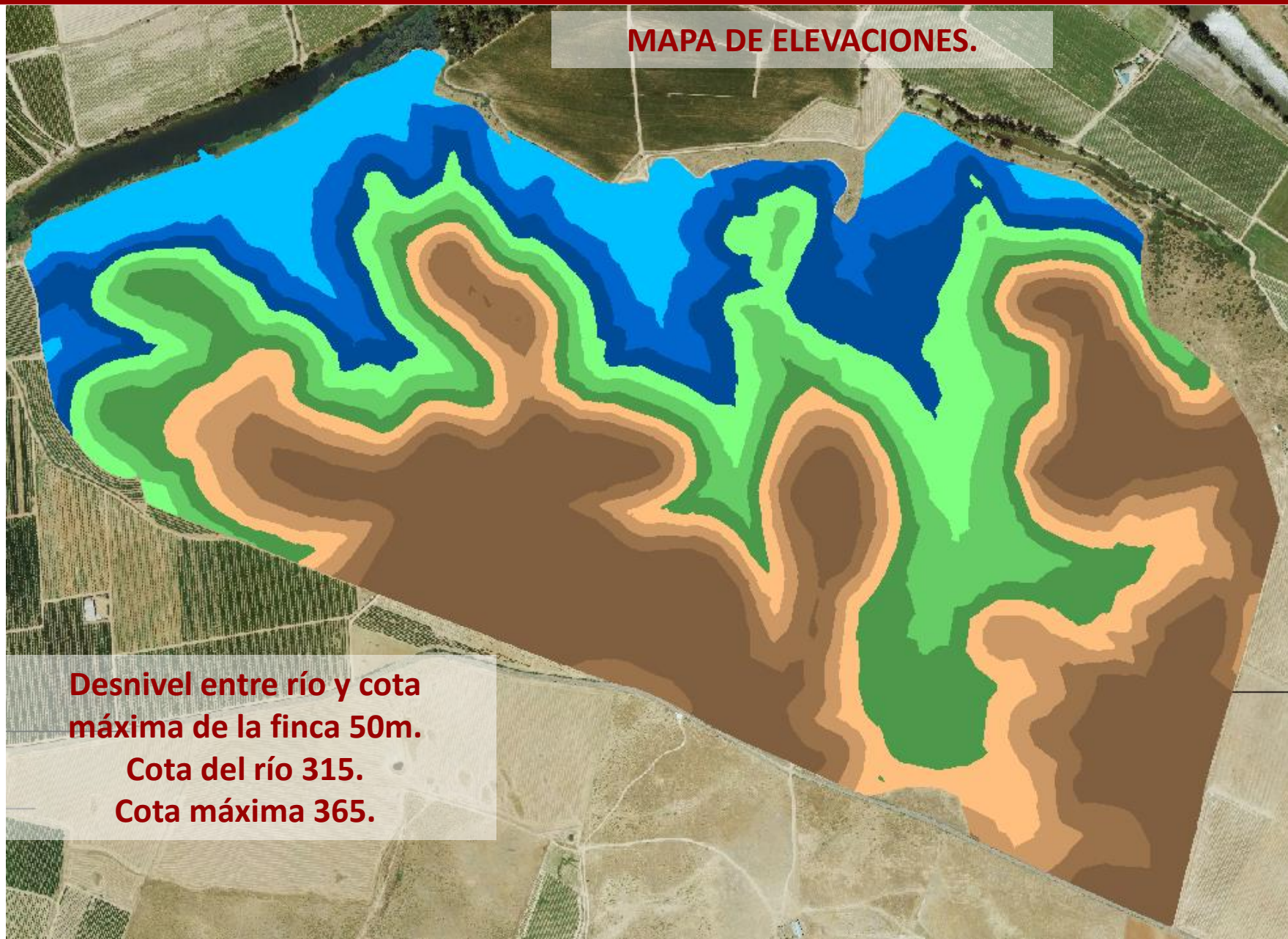
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

# JORNADA DE EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA. OPTIMIZACIÓN DE BOMBEOS SOLARES.



**MAPA DE ELEVACIONES.**



**Desnivel entre río y cota máxima de la finca 50m.  
Cota del río 315.  
Cota máxima 365.**

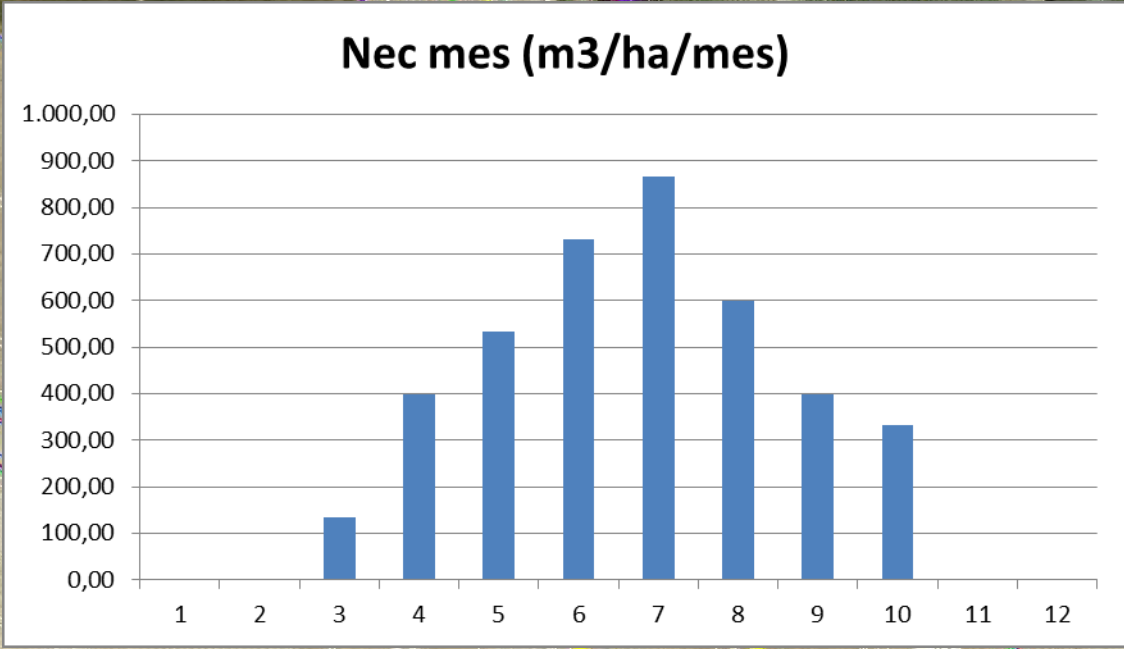
**INSTALACIÓN PROYECTADA.**





**VARIABLE Nº 1 NECESIDADES HÍDRICAS.**

MES	Nec mes (m3/ha/mes)	Nec 125 has (m3/mes)
1	0,00	0,00
2	0,00	0,00
3	133,33	16.666,67
4	400,00	50.000,00
5	533,33	66.666,67
6	733,33	91.666,67
7	866,67	108.333,33
8	600,00	75.000,00
9	400,00	50.000,00
10	333,33	41.666,67
11	0,00	0,00
12	0,00	0,00
<b>Total (m3)</b>	<b>4.000,00</b>	<b>500.000,00</b>

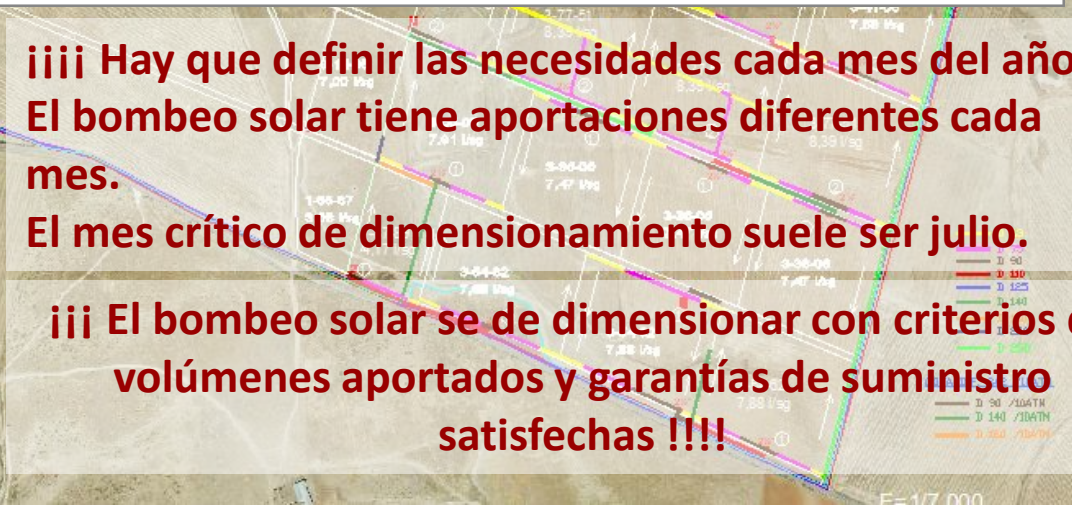


**Olivar superintensivo 4x1,35.**  
**Fase 1: Superficie de riego 125has.**  
**Fase 2: Superficie de 125 has.**  
 La fase 2 se ejecutará cuando se obtenga la concesión.

**iiii Hay que definir las necesidades cada mes del año!!!!**  
 El bombeo solar tiene aportaciones diferentes cada mes.

El mes crítico de dimensionamiento suele ser julio.

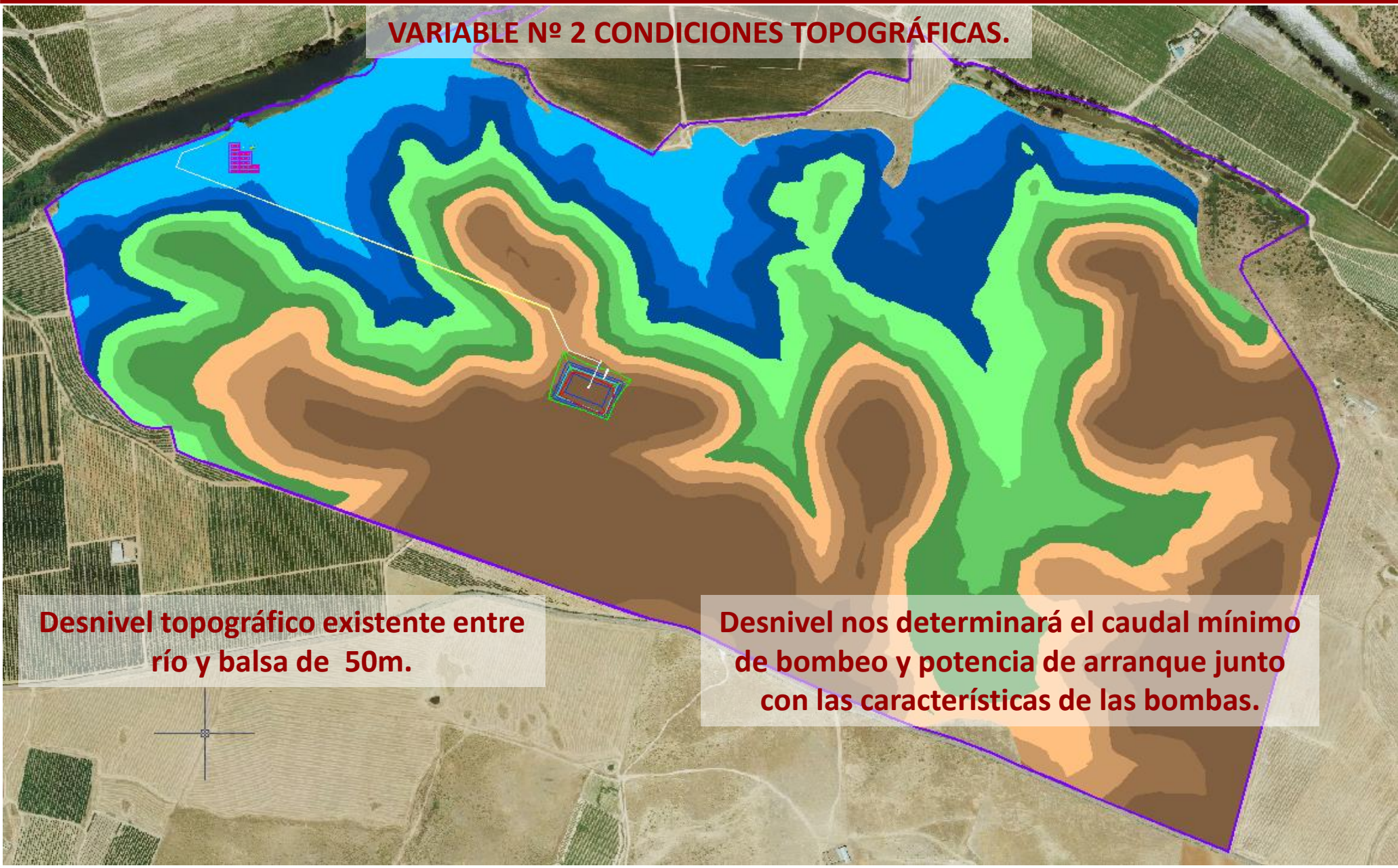
**iii El bombeo solar se de dimensionar con criterios de volúmenes aportados y garantías de suministros satisfechas !!!!**



**VARIABLE Nº 2 CONDICIONES TOPOGRÁFICAS.**

**Desnivel topográfico existente entre río y balsa de 50m.**

**Desnivel nos determinará el caudal mínimo de bombeo y potencia de arranque junto con las características de las bombas.**



### VARIABLE Nº 3 LIMITACIONES DE CAUDAL.

**El caudal máximo del bombeo puede quedar limitado por condicionantes como:**

- **Caudal máximo establecido en la concesión.**
- **Caudal máximo que puede satisfacer la fuente de agua. (Sondeos)**

## VARIABLE Nº 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS.

La forma de la curva de la bomba tendrá una influencia muy notable en el rendimiento del bombeo solar. Hay que procurar que sean lo más verticales posibles.

El punto de funcionamiento a máximas rpm debe ser próximo al  $Q_{max}$ .

Cuidado con el NPSH.

De esta forma conseguiremos un rango de funcionamiento máximo.

En instalaciones existente habitualmente hay que cambiar los equipos instalados.

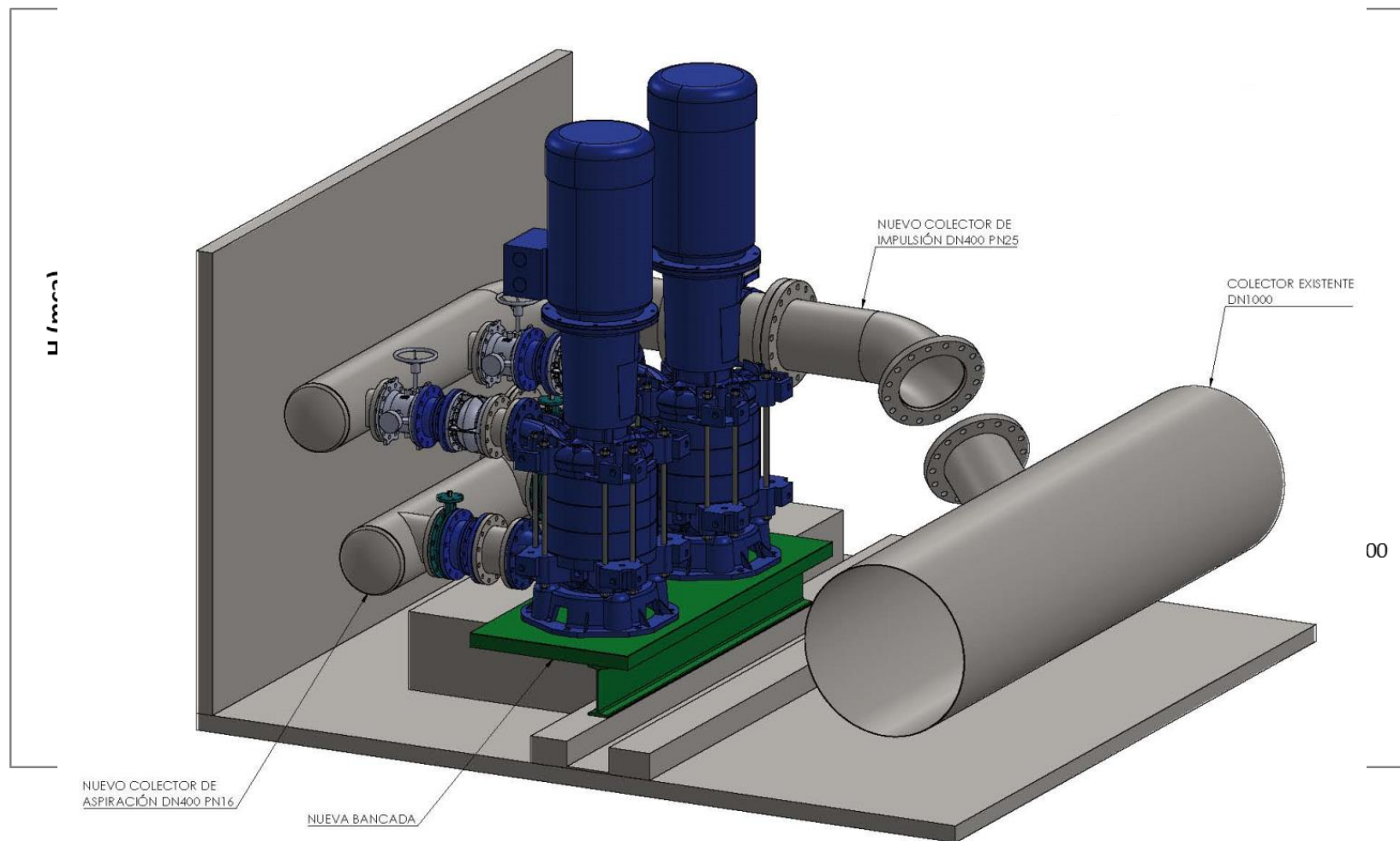
La elección de una bomba correcta puede tener influencia de hasta el 40% del volumen elevado.

Para la finca la Moheda analizamos 4 bombas diferentes con potencias de 37Kw, 55Kw y 75Kw.

Finalmente se ha dispuesto 2 bombas verticales P9L/6/30/4E de la casa Caprari con motor de 55Kw.



### VARIABLE Nº 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS.



**En el bombeo de la CR. De Mérida esta limitado el espacio necesitándose bombas verticales.**



## VARIABLE Nº 5 CONDUCCIÓN.

Las pérdidas continuas y localizadas de la conducción de impulsión tiene una influencia muy notable en cualquier elevación.

La elección del diámetro, material necesitará de un análisis detallado de costes de la impulsión, campo fotovoltaico y bomba necesarios

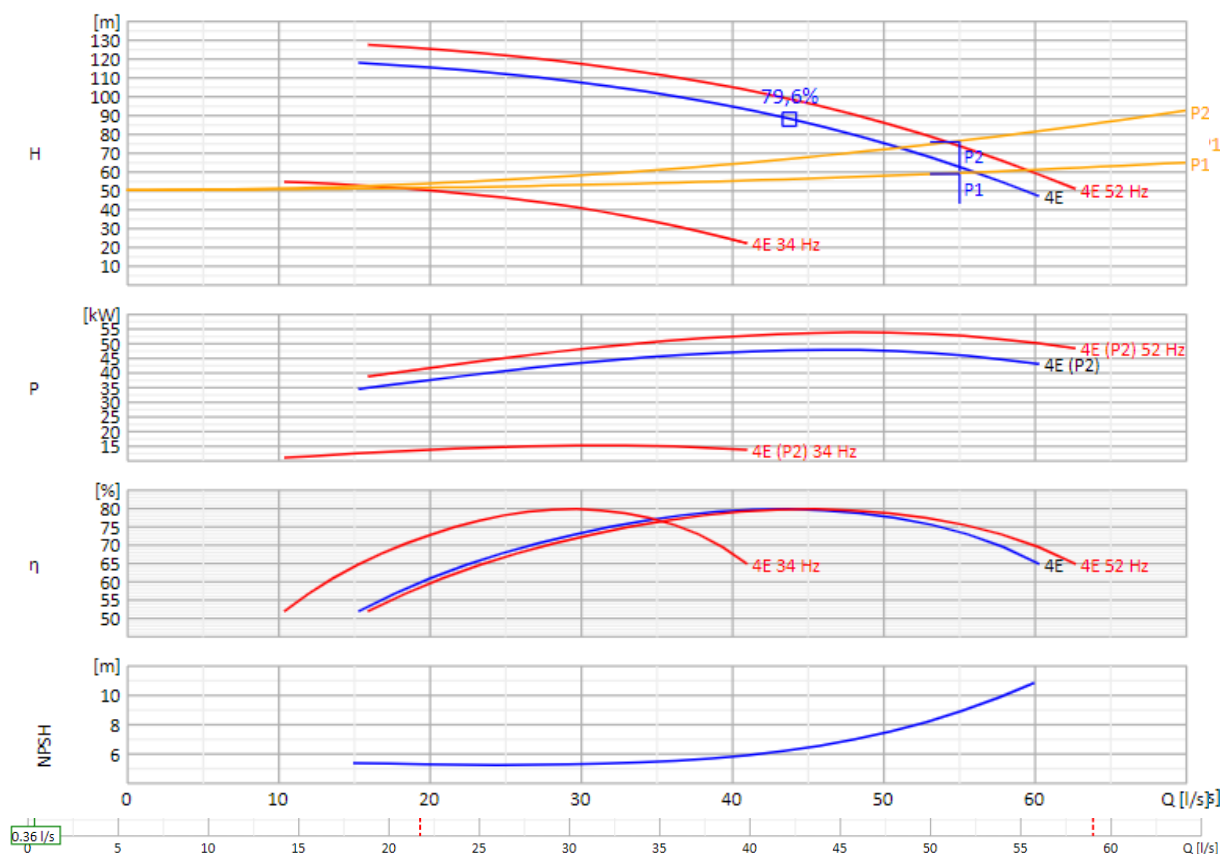
Es conveniente que la impulsión tenga unas pérdidas mínimas para poder optimizar el uso motor.

Cuidado de nuevo con el NPSH.

En la finca dispusimos una conducción de DN315mm.

DN315 166Kwp 117,100m<sup>3</sup>/julio

DN250 226Kwp +37% + 60Kwp



## VARIABLE Nº 6 CAMPO FOTOVOLTAICO.

### Tipo de montaje:

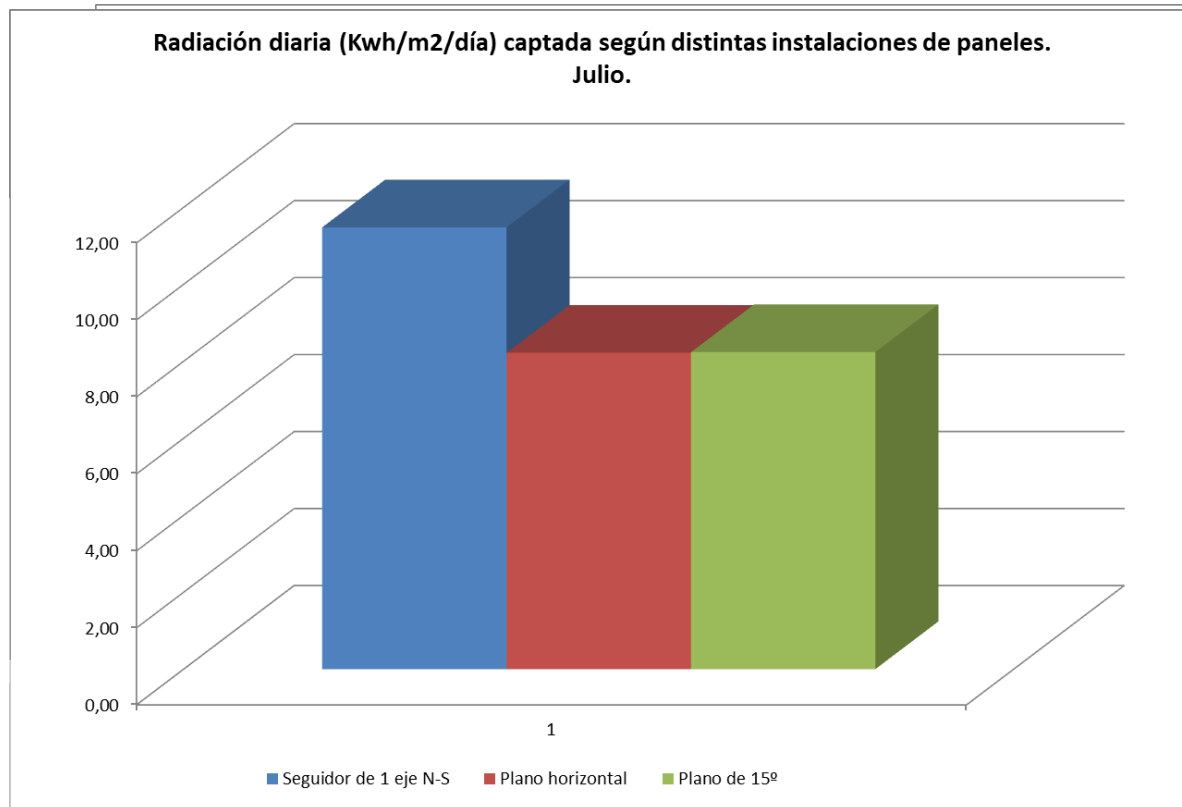
- Estructura fija.
- Seguidor 1 eje N-S.

### Estructura fija:

- Coste inversión reducidos
- Costes de mantenimiento muy bajos.
- Sistema seguro.
- La inclinación se tiene que seleccionar de acuerdo con la curva de necesidades.
- En general para bombeo solar son 15º

### Seguidor 1 eje N-S:

- Costes de inversión altos +250%
- Costes de mantenimiento apreciables.
- ¿Servicio futuro?
- Sistema fiable pero no infalible.



### Seguidor 1 Eje N-S.

- 2 bombas de 55Kw
- 110Kwp
- Vol en julio igual.
- Vol anual -15%

### Estructura fija a 15º.

- 2 bombas de 55Kw
- 166Kwp
- Inc potencia: +50%
- Inc coste: +6%

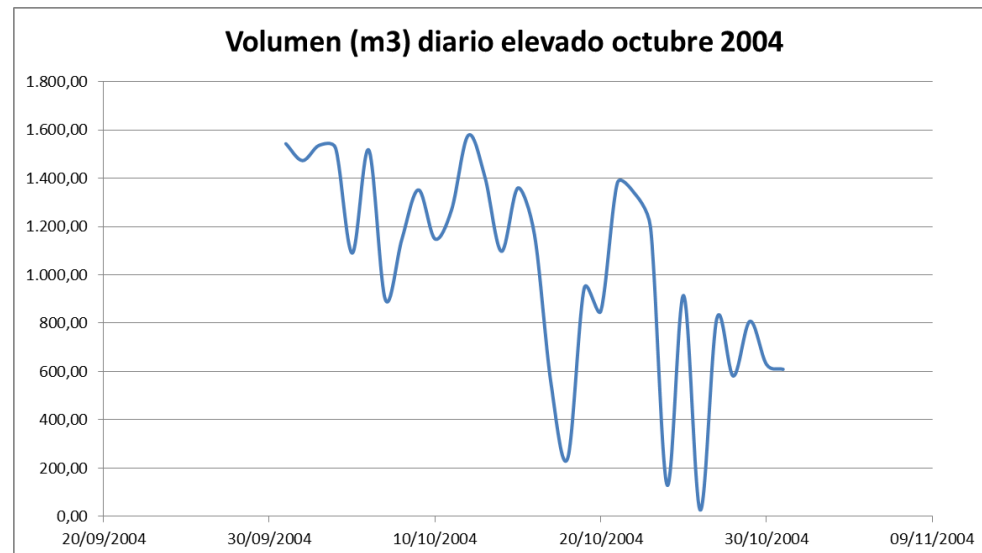
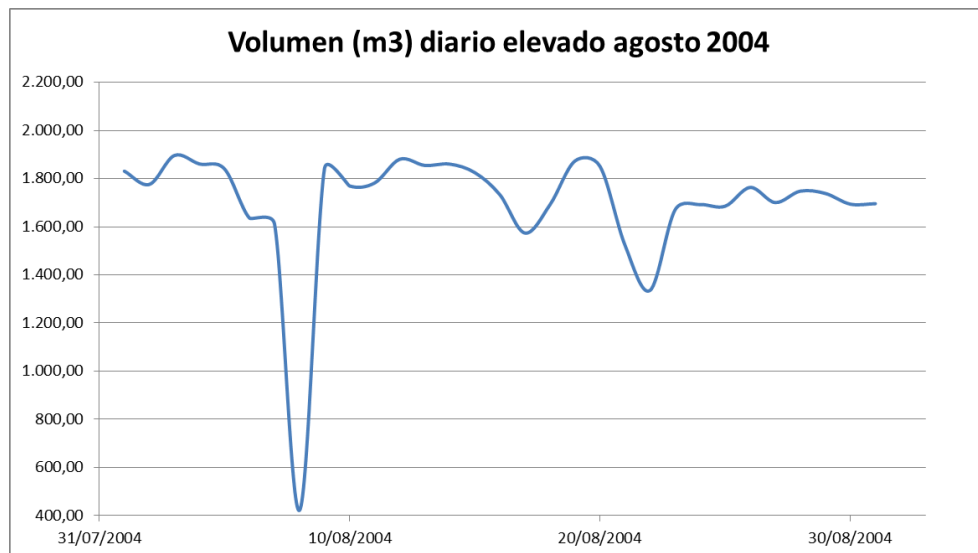
Para el correcto dimensionamiento es fundamental el cálculo en detalle de las pérdidas por calor

## VARIABLE Nº 7 Balsa de Regulación.

La balsa de regulación es el elemento que nos permite disponer de agua los días nublados y realizar un aporte de caudal constante.

Para dimensionar correctamente la balsa será necesario obtener aportaciones diarias en base a datos de radiación y temperaturas reales.

De esta forma podremos calcular la garantía de suministro.



¡¡¡¡ Para optimizar un bombeo solar se necesita un modelo informático que incluya todas estas variables !!!

¡¡¡¡ El bombeo solar es un sistema predecible !!!

## MODELO INFORMÁTICO DESARROLLADO POR TXT INGENIERÍA, S.L.

En TXT Ingeniería, S.L. desarrollamos para el bombeo solar de la CR de Mérida un modelo informático que recoge todas estas variables, en el que es fácil realizar diferentes tipos de cambios en estas variables, optimizando el bombeo solar y pudiendo dar garantías de suministro a nuestros clientes.

### Datos:

- Radiación y temperatura cada  $\frac{1}{2}$  hora durante al menos 15 años.
- Potencia pico campo fotovoltaico.
- Tipo de instalación fotovoltaica (fija o seguidor, inclinación módulo)
- Nº paneles en serie por string.
- Nº de string.
- Datos del módulo fotovoltaico como:
  - $V_{mpp}$
  - $V_{oc}$
  - Coef pérdida temperatura potencia y  $V_{oc}$ .
  - Temp de funcionamiento normal célula.
- Características de la bomba.
  - Curva y rangos de funcionamiento.
- Características de la conducción.
- Necesidades hídricas.

## MODELO INFORMÁTICO DESARROLLADO POR TXT INGENIERÍA, S.L.

**Variables calculadas cada ½ durante al menos 15 años.**

- Radiación incidente en los módulos en función del sistema de montaje.
- Temperatura de célula.
- Pérdidas por temperatura.
- Voc
- Vmpp
- Potencia generada por campo.
- Volumen elevado.

**El modelo nos permite hacer fácilmente cambios en las distintas variables.**

Opción 1: Campo fijo a 15º

Opción 2: Seguidor de 1 eje.

Opción 3: Campo fijo a 15º partido en dos E-O

Bomba 1: P8P135/5/24/4B 37KW

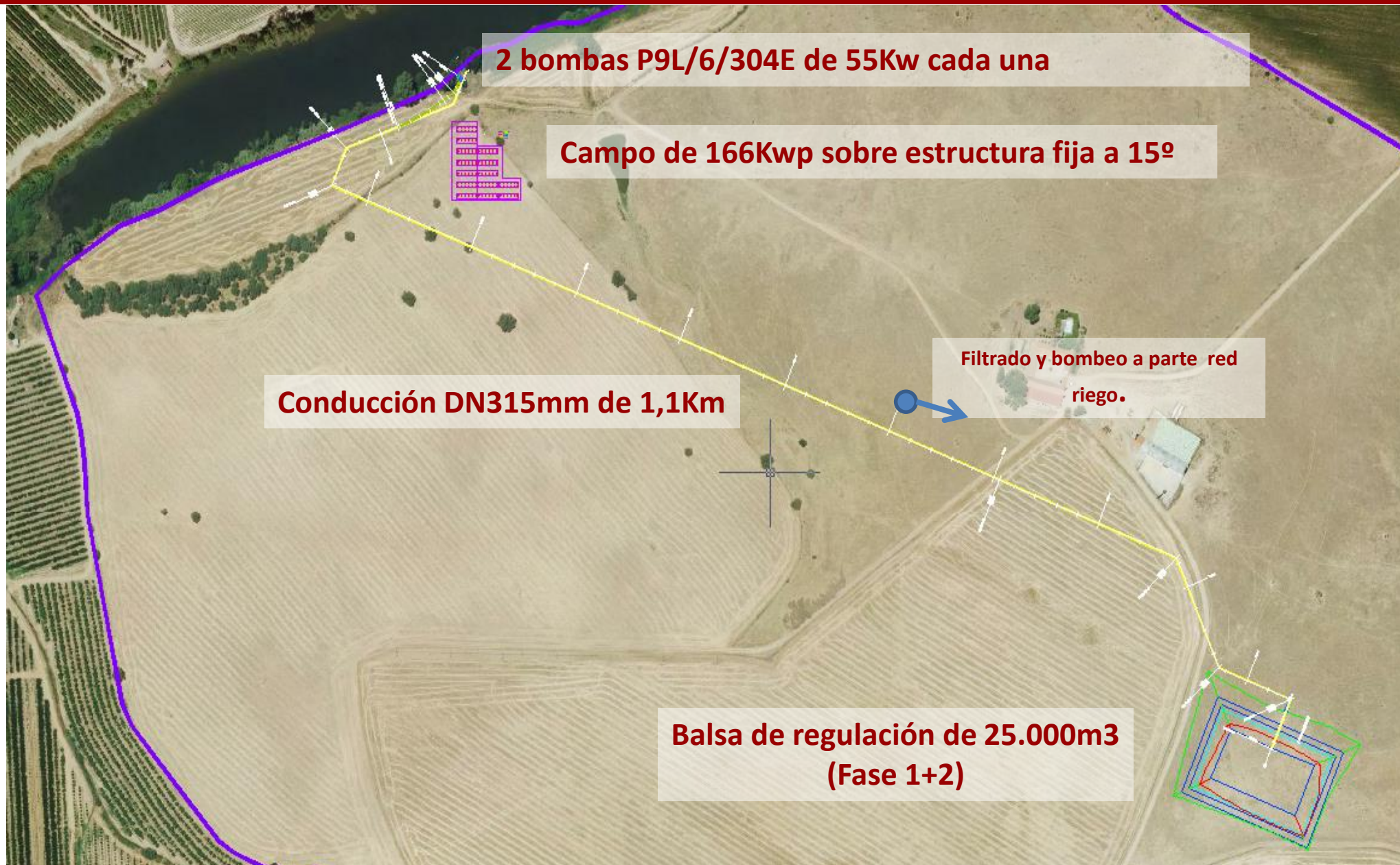
Bomba 2: P9L/6/30/4E 55kW

Bomba 3: P10L/6/30/3C 55kW

Bomba 4: P12BD/7/30/3D 75kw

**Para las 12 soluciones se han determinado campo fotovoltaico necesario, volúmenes elevados, garantías de suministro, volumen de la balsa de regulación. Opción óptima 1-2.**

**Una vez elegido el campo y bomba hemos analizado la posibilidad de bajar el diámetro e influencia de distintos modelos de paneles fotovoltaico.**



**2 bombas P9L/6/304E de 55Kw cada una**

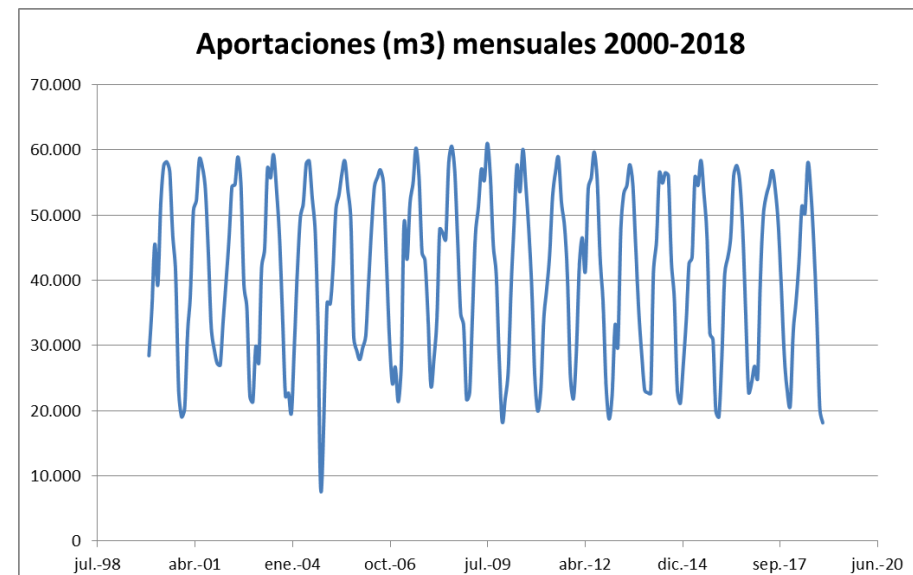
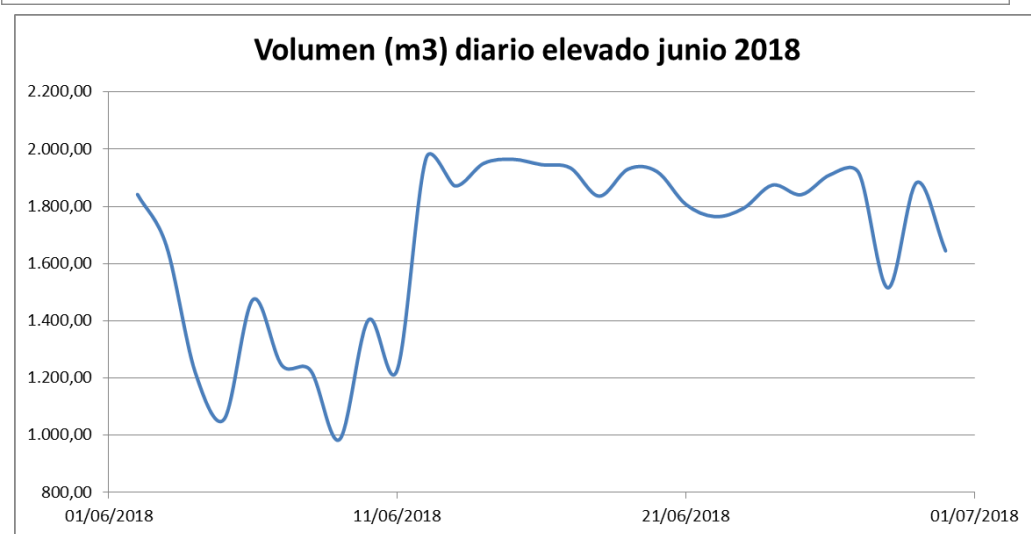
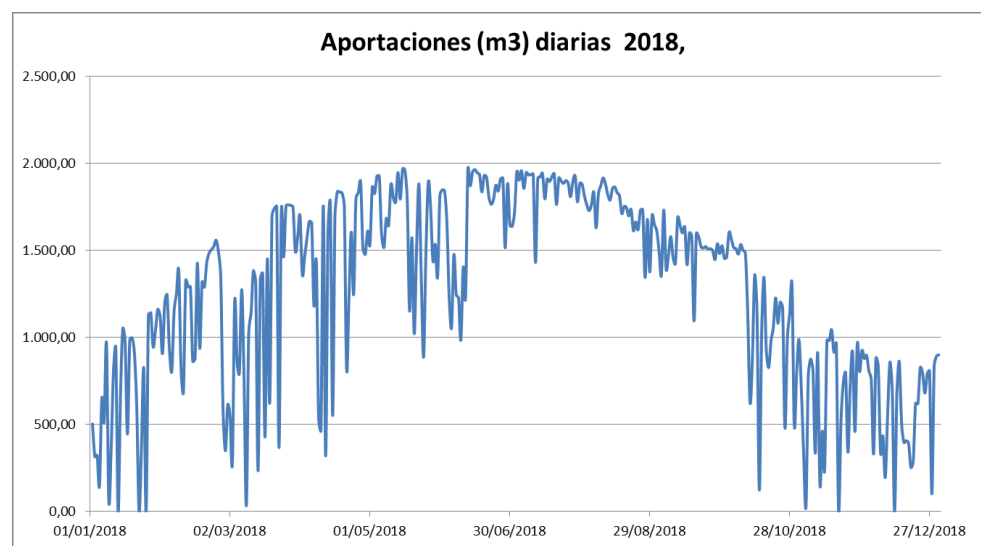
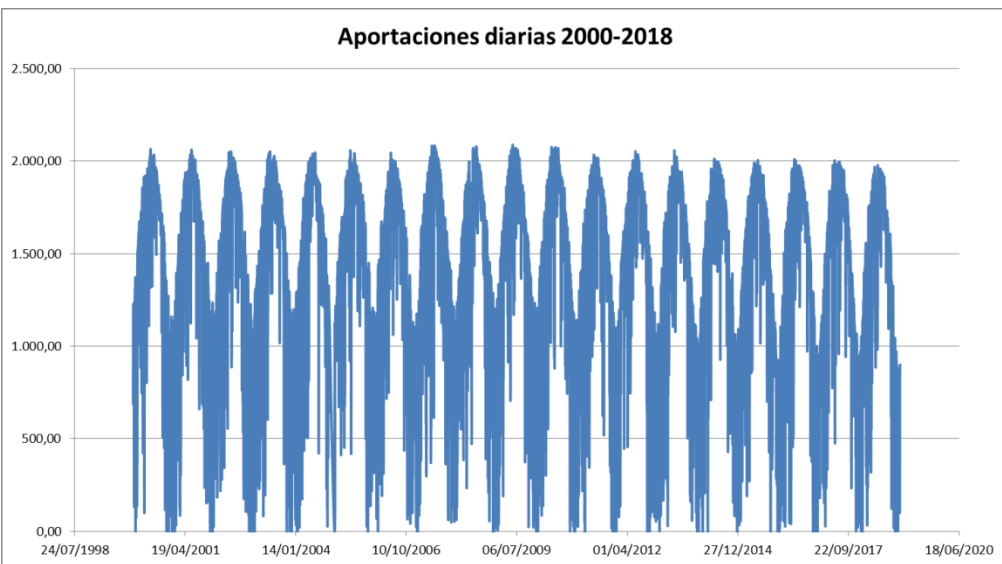
**Campo de 166Kwp sobre estructura fija a 15°**

**Conducción DN315mm de 1,1Km**

**Filtrado y bombeo a parte red riego.**

**Balsa de regulación de 25.000m3 (Fase 1+2)**

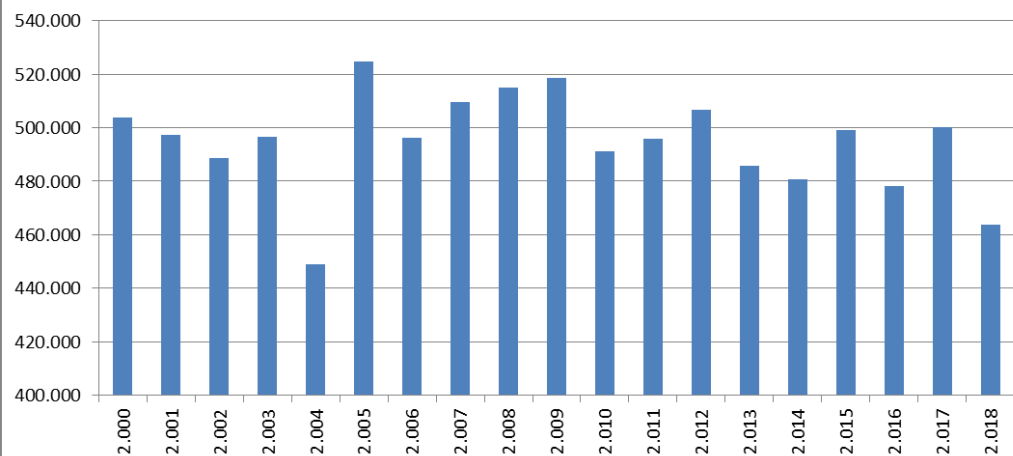
**MODELO INFORMÁTICO DESARROLLADO POR TXT INGENIERÍA, S.L.**  
**FINCA MOHEDA. DATOS PARA 1 BOMBA. MODELIZACIÓN ½ HORA DE 2000 A 2018**



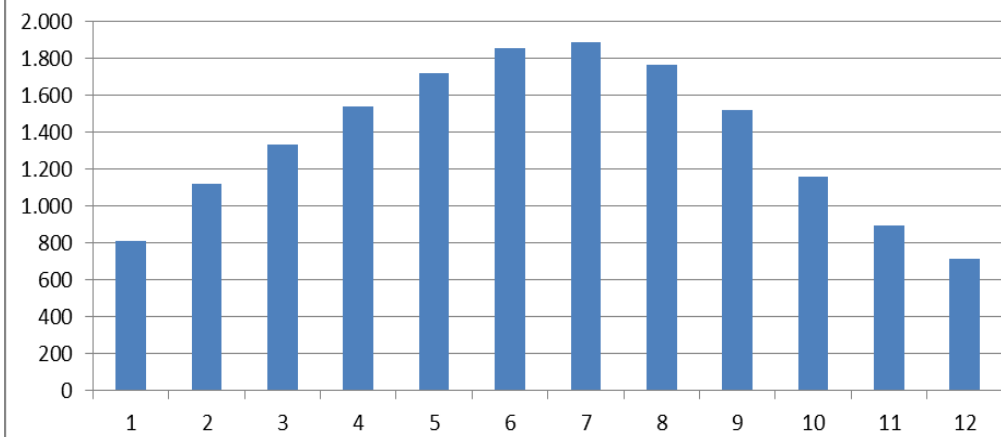
MODELO INFORMÁTICO DESARROLLADO POR TXT INGENIERÍA, S.L.

FINCA MOHEDA. DATOS PARA 1 BOMBA. MODELIZACIÓN ½ HORA DE 2000 A 2018

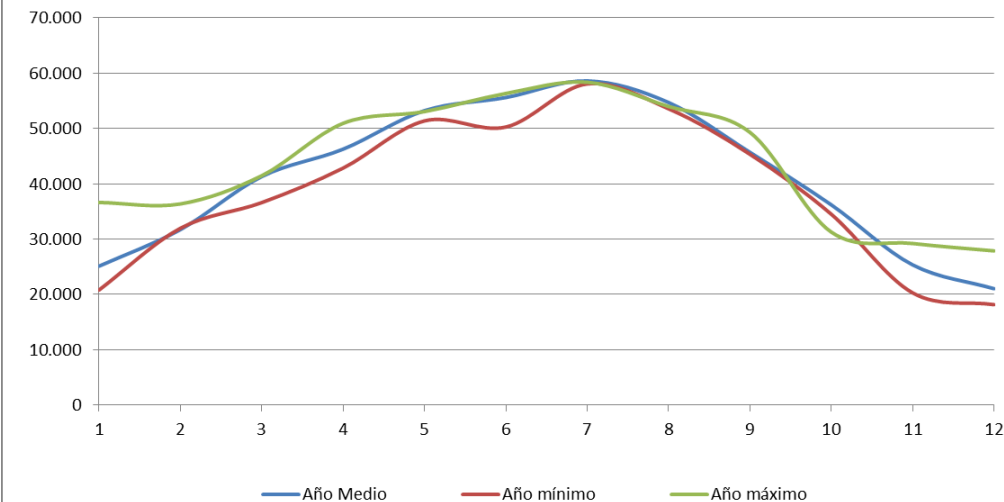
Aportaciones anuales (m3/año)



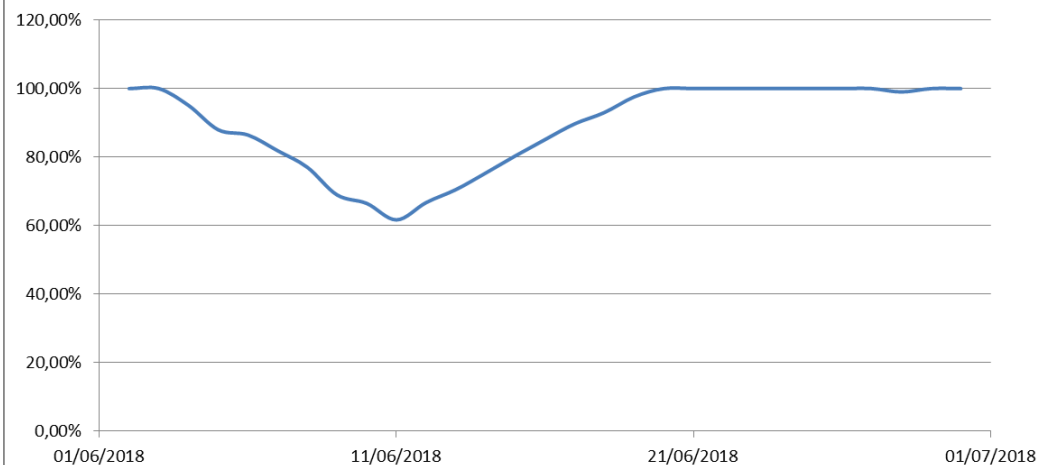
Volumen (m3) medio diario elevado por mes



Aportaciones mensuales (m3/mes).



% Volumen almacenado en balsa junio 2018

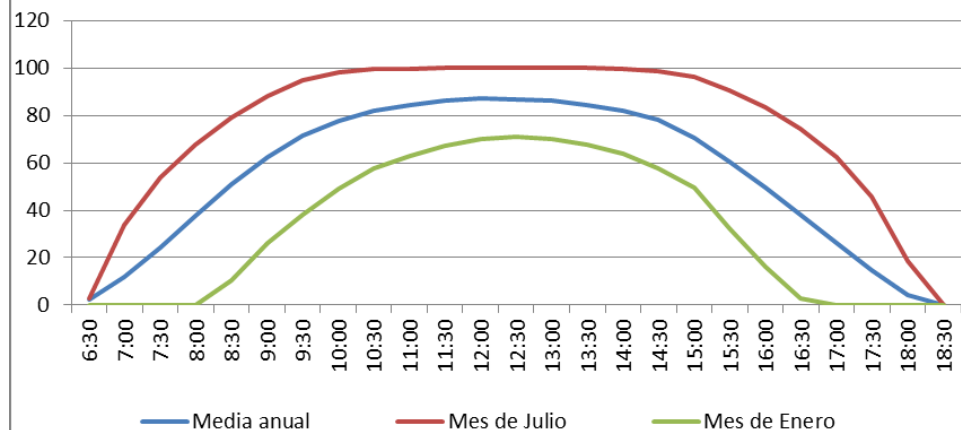




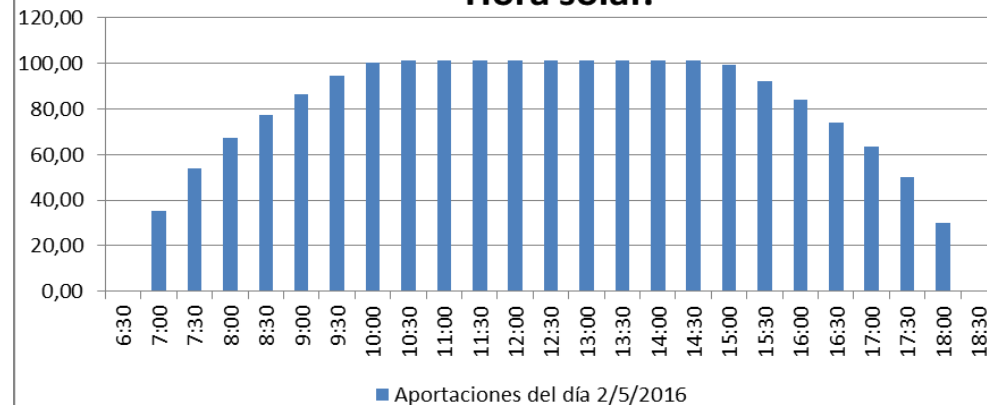
### MODELO INFORMÁTICO DESARROLLADO POR TXT INGENIERÍA, S.L.

### FINCA MOHEDA. DATOS PARA 1 BOMBA. MODELIZACIÓN ½ HORA DE 2000 A 2018

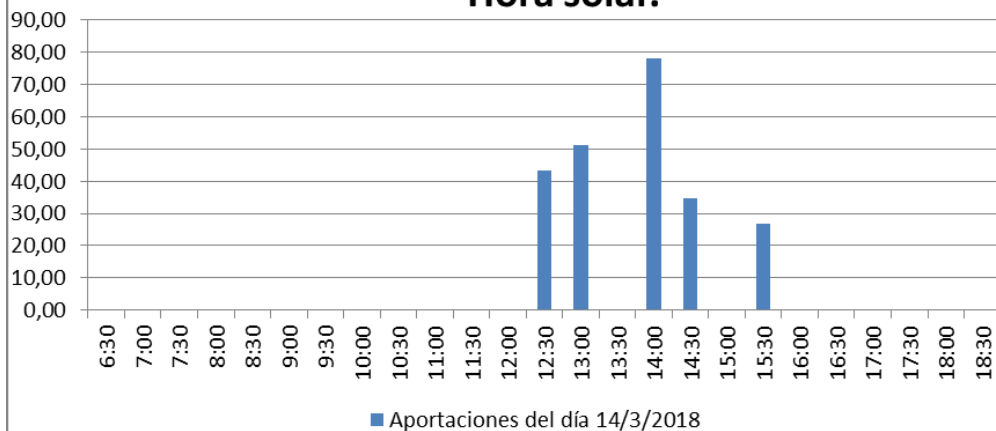
**Aportaciones medias (m3) cada 30 minutos. Hora solar.**



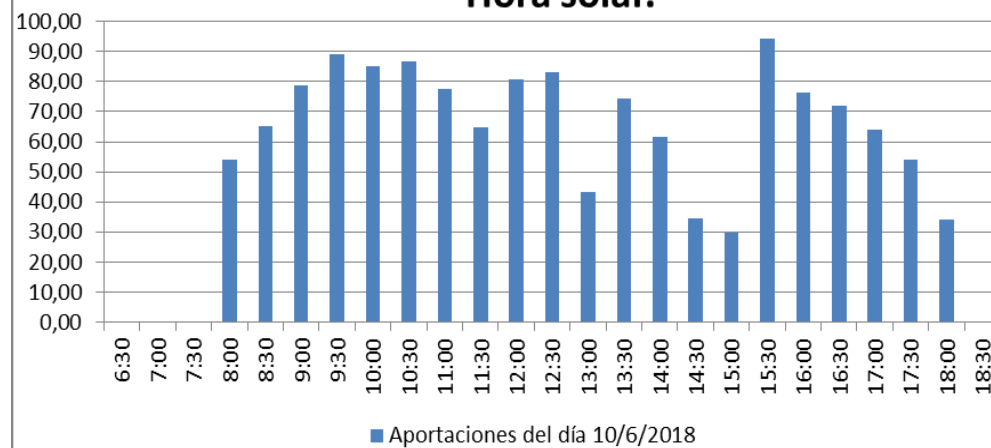
**Aportaciones (m3) cada 30 minutos. Hora solar.**



**Aportaciones (m3) cada 30 minutos. Hora solar.**



**Aportaciones (m3) cada 30 minutos. Hora solar.**



**MODELO INFORMÁTICO DESARROLLADO POR TXT INGENIERÍA, S.L.**

**FINCA MOHEDA. DATOS PARA 1 BOMBA. MODELIZACIÓN ½ HORA DE 2000 A 2018**

MES	Vol diario (m3/día)	Vol mensual (m3/mes)	Nece mensual (m3/mes)	Balance (m3/mes)
1	814,46	25.248,20	0,00	25.248,20
2	1.122,39	31.426,89	0,00	31.426,89
3	1.332,92	41.320,56	8.666,67	32.653,90
4	1.541,90	46.257,11	26.000,00	20.257,11
5	1.717,39	53.238,96	34.666,67	18.572,29
6	1.857,78	55.733,50	47.666,67	8.066,84
7	1.888,71	58.550,07	56.333,33	2.216,74
8	1.764,08	54.686,49	39.000,00	15.686,49
9	1.521,57	45.647,16	26.000,00	19.647,16
10	1.162,31	36.031,74	21.666,67	14.365,08
11	893,63	26.808,78	0,00	26.808,78
12	711,68	22.062,20	0,00	22.062,20
		<b>497.011,67</b>	<b>260.000,00</b>	<b>237.011,67</b>

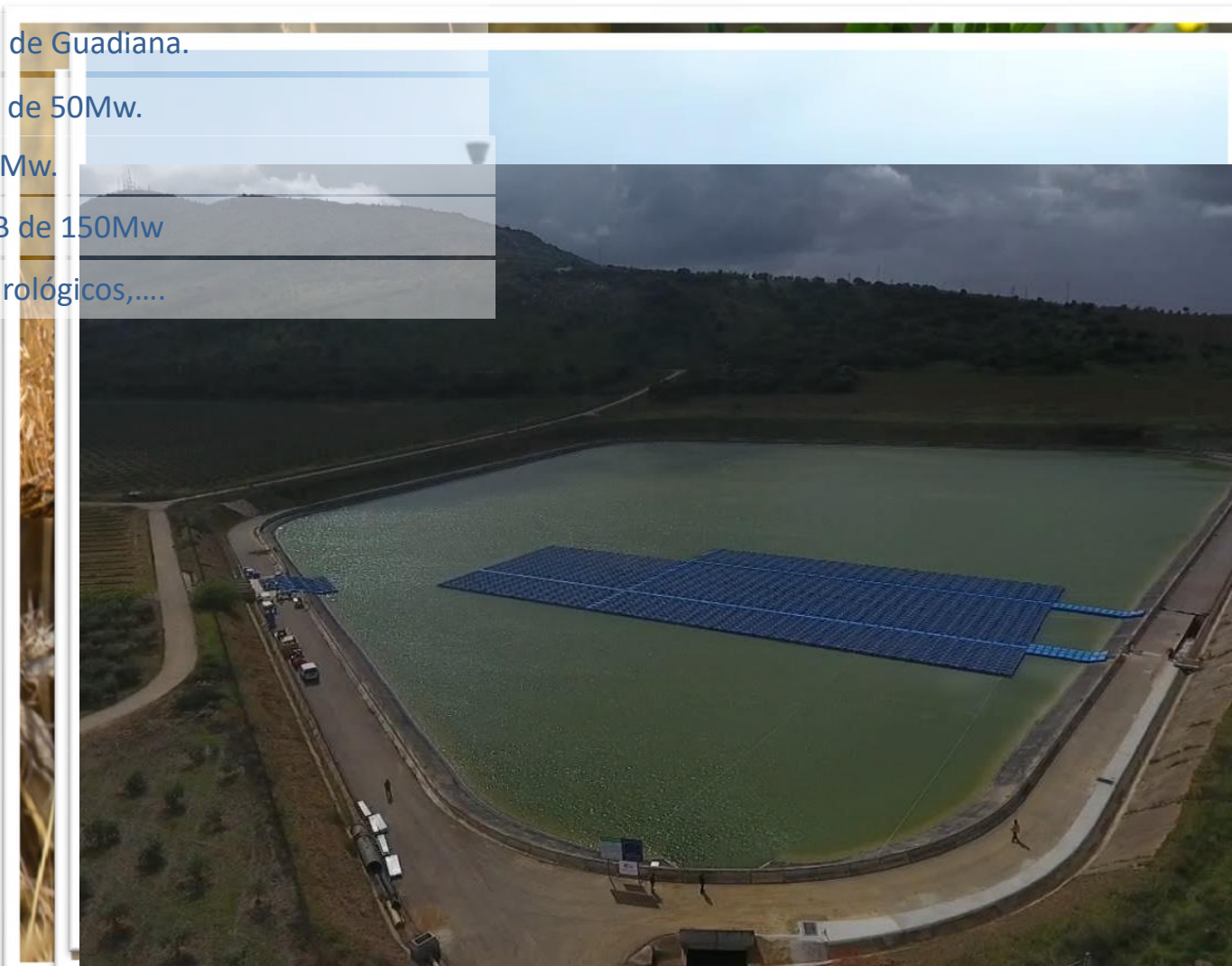
**Necesidad de regulación de 11.230m3 para las 125 has (Fase 1)**

**LA balsa se hace finalmente de 25.000m3 por deseo propiedad (Fase 1 y 2).  
Garantía de suministro del 100%.**

**Plazo de amortización en menos de 6 años.  
Sin ningún tipo de ayuda.  
La finca cuenta con punto de suministro en MT a 1Km de la toma.**

## Fotovoltaica – Otras experiencias.

- Bombeo solar 677Kwp para dos bombas de 250kw cada una CR Mérida.
- PFV de 653Kwp con excedentes en la CR de Gadiana.
- Dirección de obra de PFV Los Limonetes de 50Mw.
- Control de obra de PFV Guillena de 150Mw.
- Estudio ambientales de PFV Calzadilla B de 150Mw
- Estudio sectoriales como geotecnia, hidrológicos,....





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

JORNADA DE EFICIENCIA HÍDRICA Y ENERGÉTICA.

OPTIMIZACIÓN DE BOMBEO SOLARES.



iiii MUCHAS GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN!!!!