



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

PROYECTO DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA RED
COLECTIVA DE RIEGO A PRESIÓN CON ALIMENTACIÓN
DIRECTA MEDIANTE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA
COMUNIDAD DE REGANTES POZOS DE LA SERRETILLA. TM
PEDRALBA, (VALENCIA)



TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

Alumna: Belén Moral Rodríguez

Tutor: Iban Balbastre Peralta

Cotutor 1: Pablo González Altozano

Cotutor 2: Jaime Arviza Valverde

Curso 2019-2020

Valencia, octubre de 2020

Documento N.º 1. Memoria

PROYECTO DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA RED COLECTIVA DE RIEGO A PRESIÓN CON ALIMENTACIÓN DIRECTA MEDIANTE BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES POZOS DE LA SERRETILLA. TM PEDRALBA, (VALENCIA)

Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla

Belén Moral Rodríguez

Octubre 2020

ÍNDICE

1.	DATOS DE PARTIDA.	1
1.1	OBJETO	1
1.2	DATOS GENERALES.	1
1.3	ANTECEDENTES.	2
1.3.1	LOCALIZACIÓN.	2
1.3.2	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	3
1.3.3	CARACTERÍSTICAS CONCESIONALES.	3
1.3.4	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.	5
1.3.5	RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.	5
1.3.6	CARACTERÍSTICAS DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL POZO EL LIDONERO.	5
2	LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.	6
2.1	TÉCNICOS.	6
2.2	LEGALES.	6
2.3	ADMINISTRATIVOS.	6
2.4	AMBIENTALES.	6
3	SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA RED COLECTIVA DE RIEGO.	7
3.1	DISEÑO AGRONÓMICO.	7
3.1.1	Datos de partida	7
3.1.2	Necesidades de riego.	7
3.1.3	Emisores	8
3.1.4	Tiempo de riego	9
3.2	DISEÑO HIDRÁULICO	10
3.2.1	Descripción de la red de distribución	10
3.2.2	Caudales circulantes por tramo	11
3.2.3	Sectorización	12
3.2.4	Método de cálculo	12
3.2.5	Solución adoptada	13
3.2.6	Tubería de impulsión	15
3.3	CONTADORES Y TUBERÍAS A PARCELA	15
3.4	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO, ANÁLISIS HIDRÁULICO Y SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO.	19
3.4.1	Epanet	19

3.4.2	Selección del grupo de bombeo	19
3.4.3	Punto de funcionamiento de la red	20
3.4.4	Análisis hidráulico.....	21
3.5	CABEZAL DE RIEGO.	23
3.5.1	Estación de filtrado.....	23
3.5.2	Consumo de la red.....	24
4	AUTOMATIZACIÓN	24
5	SOLUCIÓN ADOPTADA INSTALACIÓN DE LA FOTOVOLTAICA.	26
5.1	EXPOSICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	26
5.2	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.	26
5.3	DESCRIPCIÓN Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.	26
5.3.1	Generador fotovoltaico:.....	26
5.3.2	Cableado y elementos de protección.	29
5.3.3	Cimentación.....	34
5.3.4	Instalación de puesta a tierra.....	35
6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	37
6.1	CONDUCCIONES.....	37
6.2	CABLEADO.....	37
7	RENTABILIDAD ECONÓMICA	38
8	MEDIDAS DE CONTROL Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.	38
9	SEGURIDAD Y SALUD.	38
10	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	39
10.1	MODALIDAD DE LA EJECUCIÓN.....	39
10.2	PLAZO DE EJECUCIÓN.	39
11.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.	39
11.1	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	39
11.2	PREUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	39
11.3	PRESUPUESTORESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO.....	40
12.	CONCLUSIONES.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie regable. Fuente: elaboración propia.	1
Figura 2. Situación del pozo El Lidonero. Fuente: Cartoweb.	2
Figura 3. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.....	4
Figura 4. Características concesionales de la C.R. Pozos de la Serretilla. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.....	5
Figura 5. Topología de la red.....	10
Figura 6. Curva característica altura vs. caudal.	20
Figura 7. Curva característica potencia en el eje vs. caudal.....	20
Figura 8. Curva característica rendimiento vs. caudal.	20
Figura 9. Curva característica NPSHr vs. caudal.	21
Figura 10. Simulación factor de demanda 0,25.	22
Figura 11. Alzado detalle cimentación.....	34
Figura 12. Perfil detalle cimentación.	35
Figura 13. Planta detalle cimentación.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero.	3
Tabla 2. Características concesionales de la C.R Pozos de la Serretilla.	4
Tabla 3. Características constructivas de la perforación.	5
Tabla 4. Nivel piezométrico.	6
Tabla 5. Instalación de bombeo.	6
Tabla 6. Datos de partida del diseño agronómico.	7
Tabla 7. Necesidades totales de riego.	8
Tabla 8. Solución adoptada para los emisores.	8
Tabla 9. Tiempos de riego.	9
Tabla 10. Caudal por toma.	11
Tabla 11. Sectorización.	12
Tabla 12. Alternativas de cálculo.	13
Tabla 13. Solución adoptada.	13
Tabla 14. Dimensionado tuberías a parcela.	15
Tabla 15. Datos técnicos de la bomba.	19
Tabla 16. Escenarios simulados.	21
Tabla 17. Características técnicas por filtro.	24
Tabla 18. Características de los módulos fotovoltaicos.	27
Tabla 19. Configuración del generador fotovoltaico.	27
Tabla 20. Características técnicas de las estructuras de los módulos.	28
Tabla 21. Características técnicas del vigilante de aislamiento.	30
Tabla 22. Características técnicas del cableado.	32
Tabla 23. Diámetro exterior de los tubos protectores.	33
Tabla 24. Resumen ubicación conducciones.	37
Tabla 25. Resumen volúmenes.	38
Tabla 26. Presupuesto de ejecución material.	39
Tabla 27. Presupuesto de ejecución por contrata.	39
Tabla 28. Resumen general del presupuesto.	40

1. DATOS DE PARTIDA.

1.1 OBJETO

El objetivo del presente proyecto es diseñar y dimensionar una red colectiva de riego a presión con alimentación directa mediante bombeo solar fotovoltaico en la Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla, Pedralba (Valencia).

1.2 DATOS GENERALES.

Razón social:

Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla.

Presidente:

D. Juan José Sánchez Gallach.

Domicilio social:

Calle Rocha Almerich, 17 - 46164 Pedralba Valencia.

Superficie de la Comunidad de Regantes:

En total, la Comunidad de Regantes está formada por 3.578,17 ha, encontrándose distribuidas entre los términos municipales de Bugarra, Pedralba y Villamarchante.

Superficie objeto del proyecto:

La superficie objeto del presente proyecto corresponde a un conjunto de 158 parcelas ubicadas en el término municipal de Pedralba. Ascende a una superficie regable de 116,062 ha. Además, se incluyen las parcelas 416 y 420 (polígono catastral 16) en las que se dispondrán el sistema de bombeo y el generador fotovoltaico.

En la Figura 1 se puede observar la distribución de dicha superficie:



Figura 1. Superficie regable. Fuente: elaboración propia.

1.3 ANTECEDENTES.

La superficie regable de la Comunidad de Regantes Pozos de la Serretilla consta de un total de 3.578,17 ha. Se encuentra distribuida en diferentes términos municipales: Bugarra, Pedralba y Villamarchante. Se dota de riego dicha superficie mediante la captación de aguas superficiales del río Turia (2 tomas) y de aguas subterráneas (15 pozos).

Las dos captaciones de aguas superficiales se realizan directamente del cauce del río mediante compuerta y galería subterránea hasta la estación de bombeo.

Las captaciones subterráneas son obras verticales, catorce se sitúan en el término municipal de Pedralba y una en el de Villamarchante. El caudal total captado¹ es de 89.400 L/min (equivalentes a 1490 L/s).

1.3.1 LOCALIZACIÓN.

La parcela en la que se va a situar la instalación fotovoltaica se encuentra en el polígono catastral 16 (parcela 420) perteneciente al término municipal de Pedralba (Valencia). Adyacente a ella encontramos la parcela 416 en la que se ubica la captación del pozo El Lidonero.

La captación se sitúa en la parcela catastral 46193A016004160000ZY.

Las coordenadas U.T.M de la toma de captación (en la Figura 2 se puede ver remarcada en rojo) son las que siguen:

- X (m): 693.450.
- Y (m): 4.382.245.
- Z (m): 248,4.



Figura 2. Situación del pozo El Lidonero. Fuente: Cartoweb.

¹ Caudal referido a la última campaña de riego, año 2017.

1.3.2 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

El emplazamiento en el que se va a situar la instalación fotovoltaica (parcela 420) cumple los siguientes condicionantes:

- Se trata de un espacio libre de obstáculos que puedan producir sombras significativas sobre los módulos solares.
- No hay edificaciones próximas que puedan proyectar sombras, ya que la caseta en la que se encuentran los cuadros eléctricos de la bomba y el resto de los elementos se sitúa en la parcela adyacente (416).
- La propuesta de la distribución de los módulos se ha llevado a cabo teniendo en cuenta los dos aspectos anteriores, y separándose a una distancia suficiente para evitar que se produzca sombreado entre los módulos.
- Será necesario realizar una limpieza y desbroce de la parcela previa al comienzo de las obras.

1.3.3 CARACTERÍSTICAS CONCESIONALES.

Respecto a las aguas subterráneas, actualmente existen dos expedientes concesionales. En ellos se incluyen el conjunto de tomas que son explotadas por la C.R. Pozos de la Serretilla y por la C.R. El Lidonero, ésta última absorbida por la primera.

A continuación se aporta la información referente a la concesión en las siguientes tablas y figuras:

Tabla 1. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero.

Características concesionales	
Referencia CHJ	1903/2002 (2002CP0070)
Unidad Hidrológica	08.23 BUÑOL -CHESTE
Masa De Agua Subterránea	080.034 Buñol -Ceste
Clase Aprovechamiento	Riego
Titulares	C.R. Pozo El Lidonero
Termino Municipal	Pedralba
Caudal Total (l/s)	35
N.º Tomas	1
Superficie (ha)	96
Volumen Anual (m ³ /año)	512.000

Fuente: C.R. Pozos de la Serretilla.

TITULAR	CIF
CDAD. RGTES. POZO DEL LIDONERO	G97111090

CLASE DE APROVECHAMIENTO:

NOMBRE USO	SISTEMA RIEGO	TIPO CULTIVO	TIPO INDUSTRIA	CANTIDAD
Riego	goteo	citricos		96 hectáreas

PLAZO POR EL QUE SE OTORGA: 25 años
 VOLUMEN MÁXIMO ANUAL: 512.000 m³/año.
 CAUDAL MÁXIMO INSTANTANEO: 35 l/s
 TITULO-FECHA-AUTORIDAD:

Figura 3. Características concesionales de la C.R.Pozo El Lidonero. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

Tabla 2. Características concesionales de la C.R Pozos de la Serretilla.

Características concesionales	
Referencia CHJ	3600/2003 (2003CP0113)
Unidad Hidrológica	08.23 BUÑOL -CHESTE
Masa De Agua Subterránea	080.034 Buñol -Ceste
Clase Aprovechamiento	Riego
Titulares	C.R. Pozos De La Serretilla De Pedralba
Termino Municipal	Pedralba
Caudal Total (l/s)	1.553
N.º Tomas	13
Superficie (ha)	2.865
Volumen Anual (m ³ /año)	11.523.313

Fuente: C.R. Pozos de la Serretilla.

TITULAR:

C.R. POZOS DE LA SERRETILLA DE PEDRALBA G46885562

CLASE DE APROVECHAMIENTO:

Nº CAPT	TIPO USO	SIST. RIEGO	TIPO CULTIVO	CANTIDAD
SERRETILLAS Nº 1	Riego	Goteo	Cítricos	2.865 Has
SERRETILLAS Nº 4				
SERRETILLAS Nº 5				
SERRETILLAS Nº 6				
SERRETILLAS Nº 7				
SERRETILLAS Nº 8				
SERRETILLAS Nº 9				
SERRETILLAS Nº 10				
SERRETILLAS Nº 11				
SERRETILLAS Nº 12				
SERRETILLAS Nº 13				
SERRETILLAS Nº 14				
BARRANCO SECO				

PLAZO POR EL QUE SE OTORGA: 25 años
VOLUMEN MÁXIMO ANUAL: 11.523.313 m³/año
CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO: 1.553 l/s

Figura 4. Características concesionales de la C.R. Pozos de la Serretilla. Fuente: C.R Pozos de la Serretilla.

1.3.4 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

En el anejo correspondiente (Anejo N.º 1 "Datos de partida") se incluye una copia de los resultados de los análisis que se han realizado del agua que se utiliza para el sistema de riego. A partir de dicho análisis se puede concluir que se trata de agua de la calidad adecuada para su uso en riego.

1.3.5 RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

El régimen de explotación depende de las horas de funcionamiento de la bomba, en función de la radiación solar. Durante las horas de sol se bombea agua y se inyecta directamente en la red. Cuando la radiación no supera el umbral para su funcionamiento no se extrae agua de la captación.

1.3.6 CARACTERÍSTICAS DE LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL POZO EL LIDONERO.

A continuación se muestra la información correspondiente al sistema de captación:

Características constructivas de la perforación

Tabla 3. Características constructivas de la perforación.

POZO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	ENTUBADO (mm/m)
Pozo El Lidonero	431,50	550/207,6 400/223,9

Nivel piezométrico

Tabla 4. Nivel piezométrico.

POZO	NIVELES (m)
Pozo El Lidonero	180

Fuente: C.R Pozos de la Serretilla

Instalación de bombeo

Tabla 5. Instalación de bombeo.

POZO	H. MAN (m)	CAUDAL (m ³ /h)	POTENCIA (KW)	TIPO	PROFUNDIDAD BOMBA (m)	MARCA
Pozo El Lidonero	256,6	177,9	201	1010-13	200	INDAR

Fuente: elaboración propia.

2 LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.

2.1 TÉCNICOS.

Las limitaciones técnicas que nos podemos encontrar serán planteadas y discutidas de forma detallada a lo largo del presente Proyecto.

2.2 LEGALES.

Son de aplicación al presente Proyecto todos aquellos artículos de las disposiciones legales expuestos en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales. Además, se cumplirá con la normativa existente en la Comunidad Valenciana, así como aquella de carácter local o provincial.

2.3 ADMINISTRATIVOS.

El Ayuntamiento de Pedralba no presenta ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente Proyecto.

2.4 AMBIENTALES.

La legislación ambiental que afecta al tipo de obras que comprende el presente proyecto es la siguiente:

- De ámbito nacional: Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- A nivel de la Comunidad Valenciana: Decreto 162/1990, de 15 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.

Atendiendo a las características y a la naturaleza de las obras que comprende el presente proyecto, de acuerdo con la legislación vigente que se acaba de exponer, y dado que la obra no afecta a ningún terreno forestal o espacio protegido, no será necesario someter el presente proyecto a ningún procedimiento de estudio y evaluación de impacto ambiental.

3 SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA RED COLECTIVA DE RIEGO.

3.1 DISEÑO AGRONÓMICO

Para la realización de los cálculos necesarios para abordar el diseño agronómico se ha utilizado el programa DISAGRO RL². Se trata de una aplicación informática implementada en Excel mediante VBA que permite sistematizar los cálculos y la toma de decisiones en el diseño agronómico de un sistema de riego localizado.

La información que se procede a determinar corresponde a los siguientes parámetros de riego:

- Necesidades totales de riego.
- Número de emisores por planta.
- Caudal por emisor.
- Tiempo de riego.
- Intervalo ente riegos.

3.1.1 Datos de partida

Los datos de los cuales se ha partido son:

Tabla 6. Datos de partida del diseño agronómico.

DATOS DE PARTIDA	
Cultivo	Navelina
Marco de plantación (m)	6 x 4
Localización	Pedralba (Valencia)
Textura del suelo	Franca

3.1.2 Necesidades de riego

El objeto del riego es cubrir el déficit hídrico del cultivo en cuestión, por lo que es necesario conocer las necesidades de agua de éste, además del comportamiento del sistema planta-suelo para determinar el riego óptimo en función de las condiciones existentes.

² Jaime Arviza. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Natural. Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria.

A través del programa DisagroRL, se han obtenido³ los siguientes valores de necesidades totales de riego mensuales:

Tabla 7. Necesidades totales de riego.

Mes	Necesidades Totales (l/día y planta)	Mes	Necesidades Totales (l/día y planta)
Enero	4,5	Julio	76,8
Febrero	23,7	Agosto	69,5
Marzo	11,0	Septiembre	34,2
Abril	24,2	Octubre	24,9
Mayo	39,7	Noviembre	0,0
Junio	60,3	Diciembre	0,6

3.1.3 Emisores

La selección de los emisores a utilizar en el diseño agronómico viene determinada por las necesidades totales de riego para el mes más desfavorable (julio), calculadas en el apartado anterior.

El emisor seleccionado es el modelo DRIPNET PC de Regaber o similar. Los resultados se plasman en la Tabla 8.

Tabla 8. Solución adoptada para los emisores.

Caudal emisor (L/h)	3.8
Separación adoptada (m)	1.0
Número emisores/planta	8
Caudal por unidad de superficie (L/h·m ²)	1.27
Caudal por planta (l/h)	30.40
Tiempo de riego máximas necesidades (h)	2,53
Caudal ficticio continuo (L/s/ha)	0,37
Caudal por Ud. Superficie (L/s/ha)	3,52
Caudal por Ud. Superficie (m ³ /s/ha)	12,67
Volumen anual por ha (m ³)	4691,5

³ Los cálculos realizados se detallan en el Anejo N°2 "Diseño agronómico".

3.1.4 Tiempo de riego

El tiempo de riego se determina en función de las necesidades totales para el cultivo y del mes más desfavorable. Para el resto de los meses, se mantiene el tiempo, modificando el intervalo de tiempo entre ellos.

Los tiempos de riego obtenidos se resumen en la Tabla 9:

Tabla 9. Tiempos de riego.

Mes	Necesidades Totales (l/día y planta)	Número de riegos semanal	Intervalo entre riegos	Tiempo de riego (h)	Tiempo riego mensual (h)
Enero	4,5	1,0	7,0	1,03	4,56
Febrero	23,7	2,0	3,5	2,72	21,79
Marzo	11,0	1,0	7,0	2,53	11,2
Abril	24,2	2,0	3,5	2,78	23,85
Mayo	39,7	4,0	1,75	2,29	40,5
Junio	60,3	5,0	1,4	2,78	59,53
Julio	76,8	7,0	1,0	2,53	78,29
Agosto	69,5	6,0	1,17	2,67	70,87
Septiembre	34,2	3,0	2,33	2,63	33,77
Octubre	24,9	2,0	3,5	2,87	25,43
Noviembre	0,0	1,0	7,0	0,0	0,0
Diciembre	0,6	1,0	7,0	0,13	0,59
Total				2,87	370,38

3.2 DISEÑO HIDRÁULICO

Se determina el diámetro óptimo de los distintos tramos de la red de distribución de manera que se asegure su correcto funcionamiento, garantizando que el conjunto de tuberías que abastecen la superficie regable proporcione el caudal y la presión necesarias.

3.2.1 Descripción de la red de distribución

El trazado de la red se ve condicionado por la localización del punto de captación, el diseño de las subunidades de riego⁴ y el timbraje de las tuberías. Habitualmente las primarias, que siguen los márgenes de caminos o los lindes de las parcelas.

Partiendo de la distribución de la superficie regable del presente proyecto, la red de riego adoptará una topología de red ramificada, como puede observarse en la Figura 5. El trazado de la red consiste en la unión de cada una de las tomas de riego (hidrantes multiusuario) con el punto de alimentación siguiendo el camino más económico. Para ello se ha empleado el programa cartográfico QGis, se trata de un sistema de información geográfica, el cual permite realizar el trazado sobre el plano digitalizado estableciendo distintas alternativas para seleccionar la óptima.



Figura 5. Topología de la red.

⁴ Para el presente caso, teniendo en cuenta que únicamente se diseña la red colectiva de riego, los valores relativos a las subunidades serán una aproximación.

3.2.2 Caudales circulantes por tramo

Se ha calculado el caudal asignado a cada toma en función de la superficie a la que dota de riego cada uno de los hidrantes y el caudal por unidad de superficie (1.27 L/h·m²)⁵. Por tanto, teniendo en cuenta la relación entre los hidrantes y la superficie de riego, se muestra en la Tabla 10 el caudal por toma:

Tabla 10. Caudal por toma.

Hidrante	Superficie (Ha)	Caudal por toma (m ³ /h)	Hidrante	Superficie (Ha)	Caudal por toma (m ³ /h)
H1	3,6323	46,130	H8	1,8052	22,926
H2	3,8321	48,668	H9	3,6602	46,484
H3	4,1923	53,242	H10	3,0865	39,198
H4	3,042	20,589	H11	5,6244	71,43
H5	4,0247	51,113	H12	2,6368	33,487
H6	4,2314	54,353	H13	4,6348	58,863
H7	3,1523	40,035	H14	1,8661	27,705
H15	4,3689	55,485	H23	4,5842	58,220
H16	7,0162	89,106	H22	4,9324	62,641
H17	3,1492	39,994	H24	4,5551	57,850
H18	5,0833	64,557	H25	4,5256	57,475
H19	3,2506	41,283	H26	4,8635	61,766
H20	4,7452	60,264	H27	4,6394	58,921
H21	4,9653	63,060	H28	6,6142	33,303

⁵ El cálculo de dicho valor está desarrollado en el Anejo 2. "Diseño agronómico".

3.2.3 Sectorización

La sectorización se ha diseñado en función de las horas de sol recogidas en el “Anejo 1. Datos de partida”. En la Tabla 12 se resume el resultado.

Tabla 11. Sectorización.

Mes	JER	Intervalo entre riegos	Tempo de riego	NS adoptado
Enero	6,1	7,0	1,03	5
Febrero	6,6	3,5	2,72	2
Marzo	7,5	7,0	2,53	2
Abril	8,2	3,5	2,78	2
Mayo	9,6	1,75	2,29	4
Junio	10,8	1,4	2,78	3
Julio	10,9	1,0	2,53	4
Agosto	9,4	1,17	2,67	3
Septiembre	8,3	2,33	2,63	3
Octubre	7,3	3,5	2,87	2
Noviembre	6	7,0	0	-
Diciembre	5,8	7,0	0,13	44

Para el mes de diseño el número de sectores a adoptar serían 4. Sin embargo, como se puede observar, hay meses en los que el número máximo es menor a ese valor, para el caso no representa ningún problema ya que se puede ajustar modificando el intervalo entre riegos y regar distintos días de la semana. Por tanto, el número de sectores final es 4.

3.2.4 Método de cálculo

El dimensionado de la red se realiza mediante el programa RGWin (Arviza, 2020) aplicando el método clásico.

Dicho método consiste en fijar una velocidad máxima (habitualmente entre 0,5- 3,0 m/s) y obtener el valor del diámetro con la expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Siendo:

- D: diámetro.
- Q: caudal circulante por tramo.
- V: velocidad fijada (m/s).

Uno de los objetivos que se persigue en el dimensionado de la red es optimizar el coste de las tuberías. Por ello, es necesario determinar las distintas alternativas, las cuales se van a calcular en función de la velocidad fijada y el material de la conducción seleccionado. En la Tabla 12 se resumen dichos parámetros:

Tabla 12. Alternativas de cálculo.

	PVC orientado	PVC/PVC orientado
Velocidad	1	1
	1,2	1,2
	1,5	1,5
	1,8	1,8
	2	2
	2,2	2,2
	2,5	2,5

3.2.5 Solución adoptada

El material seleccionado para las tuberías es PVC, para una velocidad máxima de 1.8 m/s, al tratarse de la alternativa⁶ más viable económicamente.

En la tabla 13 se resume el resultado de los cálculos a partir del método clásico.

Tabla 13. Solución adoptada.

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Etiqueta	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)
4	Brocal	J1		267,9	250	1,25
L23	J21	J22		42,8	110	1,25
L24	J22	J23	H15	405,3	90	1,60
L25	J22	J24	H16	316,8	90	1,60
L26	J16	J25		165,9	200	1,25
L27	J25	J26	H17	126,5	110	1,25
L28	J26	J27	H18	207,7	90	1,60
L29	J25	J28	H19	175,9	160	1,25

⁶ En el Anejo N.º 3 "Diseño de la red de distribución" se detallan los cálculos realizados previos a la selección de la alternativa.

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Etiqueta	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)
L30	J28	J29	H20	210,7	160	1,60
L31	J29	J30		158,3	140	1,60
L32	J30	J31	H21	306,1	90	1,60
L33	J30	J32	H22	349,6	140	1,60
L34	J32	J33	H23	286,0	140	1,25
L35	J33	J34		197,9	140	1,25
L36	J34	J35	H27	283,1	90	1,60
L37	J34	J36	H24	74,2	140	1,25
L38	J36	J37	H25	351,8	140	1,25
L39	J37	J38		344,5	110	1,25
L40	J38	J39	H26	43,7	90	1,60
L41	J38	J40	H28	270,5	90	1,60
L5	J4	J5	H3	162,4	110	1,60
L6	J5	J6	H4	419,2	90	1,60
L7	J4	J7		330,2	225	1,25
L8	J7	J8	H5	201,3	90	1,60
L9	J7	J9		40,3	225	1,25
L10	J9	J10	H6	178,3	90	1,60
L11	J9	J11		100,1	225	1,25
L12	J11	J12		467,7	110	1,25
L13	J12	J14	H8	188,8	90	1,60
L14	J12	J13	H7	224,3	90	1,60
L15	J11	J15	H9	255,8	200	1,25
L16	J15	J16		302,5	200	1,25
L17	J16	J17	H10	164,9	140	1,25
L18	J17	J18		537,6	140	1,25
L19	J18	J19	H11	403,0	90	1,60
L20	J18	J42	H12	313,0	140	1,25
L21	J42	J41	H13	253,0	90	1,60
L22	J42	J21	H14	272,3	140	1,25
L2	J1	J2	H1	304,5	90	1,60
L3	J1	J3	H2	160,7	225	1,25
L4	J3	J4		194,2	225	1,25

3.2.6 Tubería de impulsión

La tubería de impulsión corresponde al tramo existente entre la bomba sumergible y el brocal del sondeo. Para el cálculo de su diámetro interior teórico, como previamente hemos fijado que la velocidad máxima sea de 1.8 m/s, aplicamos de nuevo el método clásico. El diámetro nominal será de 250 mm.

Características de la columna de impulsión

La longitud de la columna de impulsión es la existente entre el grupo motobomba y las placas de sustentación de ésta situadas en el brocal de sondeo, su valor es 200 m. El material de la tubería es acero sin soldadura.

Se ha seleccionado a partir de la tabla “Tubos de acero soldados y sin soldadura para conducciones industriales y Sanitario/Fontanería. (UNE-EN 10216-1 y 12017-1)”.

Sus dimensiones son:

- Diámetro exterior (De): 244.5 mm.
- Diámetro interior (Di): 233.7 mm.

3.3 CONTADORES Y TUBERÍAS A PARCELA

Se ha realizado el dimensionado de la red de secundarias, tuberías que transportan el agua desde los hidrantes multiusuario a cada una de las parcelas de riego. En la Tabla x se listan los diámetros nominales de dichas conducciones, serán de material PVC y PN 1,6 MPa. Así mismo se indican las válvulas y contadores que se dispondrán en las mismas.

El cálculo se especifica en el Anejo N. 94. “Contadores y tuberías a parcela”.

Tabla 14. Dimensionado tuberías a parcela.

Polígono	Parcela	Subparcela	DN Tubería (mm)	DN Contador (mm)	Tipo Contador	DN V. bola (mm)	DN Electrov. (mm)
14	86		75	50	CM	65	65
14	30		75	50	CM	65	65
14	200		75	50	CM	65	65
14	56		75	50	CM	65	65
14	8	a	75	40	CM	65	65
14	19		25	20	CM	25	25
14	20	a	110	65	W	100	100
14	20	b	32	20	CM	20	20
14	27		110	65	W	100	100
14	33	a	50	32	CM	40	40
14	38		75	40	CM	65	65
14	40		50	32	CM	40	40
14	41		63	40	CM	50	50
14	48		75	40	CM	65	65
14	49	a	63	40	CM	50	50
14	50	a	50	32	CM	40	40
14	74	b	40	20	CM	32	32

Polígono	Parcela	Subparcela	DN Tubería (mm)	DN Contador (mm)	Tipo Contador	DN V. bola (mm)	DN Electrov. (mm)
14	95		25	20	CM	25	25
14	145		75	40	CM	65	65
14	155		50	32	CM	40	40
14	156		50	25	CM	40	40
14	159		63	32	CM	50	50
14	188	b	63	32	CM	50	50
14	195		63	40	CM	50	50
14	74	a	90	50	W	80	80
14	35	a	90	50	W	80	80
14	140		90	50	W	80	80
14	196		63	40	CM	50	50
14	146		63	40	CM	50	50
14	74	c	63	40	CM	50	50
14	160		40	25	CM	32	32
14	160		110	65	W	100	100
14	238	a	50	32	CM	40	40
14	144		110	50	W	100	100
14	9	a	110	50	W	100	100
15	346		75	50	CM	65	65
15	108	b	75	50	CM	65	65
15	66		63	40	CM	50	50
15	71	b	25	20	CM	25	25
15	74		50	32	CM	40	40
15	75	a	63	40	CM	50	50
15	76		63	40	CM	50	50
15	19		90	50	CM	80	80
15	108	a	32	20	CM	20	20
15	117		63	40	CM	50	50
15	71	a	90	50	CM	80	80
15	330		63	40	CM	50	50
15	348		50	25	CM	40	40
15	15		90	50	W	80	80
15	1		63	40	CM	50	50
15	9		50	32	CM	40	40
15	10		50	32	CM	40	40
15	11		63	40	CM	50	50
15	13	a	50	32	CM	40	40
15	18	a	75	40	CM	65	65
15	55	b	63	32	CM	50	50
15	59		50	25	CM	40	40
15	60		63	40	CM	50	50
15	114		110	65	W	100	100
15	71	c	25	20	CM	25	25
15	86		90	50	W	80	80
15	79	a	110	50	W	100	100
15	55	a	110	50	W	100	100
15	96		63	40	CM	50	50

Polígono	Parcela	Subparcela	DN Tubería (mm)	DN Contador (mm)	Tipo Contador	DN V. bola (mm)	DN Electrov. (mm)
15	118		63	40	CM	50	50
15	119		63	40	CM	50	50
15	334		75	40	CM	65	65
16	514	a	75	50	CM	65	65
16	366	a	75	50	CM	65	65
16	366	d	75	50	CM	65	65
16	493	b	75	50	CM	65	65
16	357		75	50	CM	65	65
16	446		90	50	CM	80	80
16	432		50	32	CM	40	40
16	435	a	50	32	CM	40	40
16	438		50	32	CM	40	40
16	441		50	32	CM	40	40
16	442		50	32	CM	40	40
16	493	d	90	50	CM	80	80
16	366	c	40	20	CM	32	32
16	475		63	32	CM	50	50
16	423		90	50	CM	80	80
16	356		32	20	CM	20	20
16	428		90	50	CM	80	80
16	364		63	40	CM	50	50
16	507	a	75	40	CM	65	65
16	508		50	32	CM	40	40
16	557		63	32	CM	50	50
16	559		63	40	CM	50	50
16	560		63	40	CM	50	50
16	558		63	40	CM	50	50
16	958		50	32	CM	40	40
32	46	a	75	50	CM	65	65
32	55	a	75	50	CM	65	65
32	48		110	65	W	100	100
32	49		63	40	CM	50	50
32	51	a	63	40	CM	50	50
32	52		63	40	CM	50	50
32	55	d	25	20	CM	25	25
32	55	e	75	40	CM	65	65
32	91	a	75	40	CM	65	65
32	92	a	50	32	CM	40	40
32	92	b	40	20	CM	32	32
32	93		63	40	CM	50	50
32	111		75	50	CM	65	65
32	54		90	50	CM	80	80
32	56	a	50	25	CM	40	40
33	13	b	63	32	CM	50	50
33	27	a	63	40	CM	50	50
33	27	b	40	25	CM	32	32
33	49		63	40	CM	50	50

Polígono	Parcela	Subparcela	DN Tubería (mm)	DN Contador (mm)	Tipo Contador	DN V. bola (mm)	DN Electrov. (mm)
33	57		63	40	CM	50	50
33	95		32	20	CM	20	20
33	122		75	40	CM	65	65
33	118		75	50	CM	65	65
33	161		75	40	CM	65	65
33	164		75	50	CM	65	65
33	133		90	50	CM	80	80
33	138		90	50	CM	80	80
33	128		90	50	CM	80	80
33	10		90	50	CM	80	80
33	137		90	50	W	80	80
33	13	a	90	50	W	80	80
33	132		50	32	CM	40	40
34	17	a	63	40	CM	50	50
34	19	b	40	20	CM	32	32
34	30	a	63	40	CM	50	50
34	89		63	40	CM	50	50
34	105		75	50	CM	65	65
34	107		63	40	CM	50	50
34	55		90	50	W	80	80
34	19	a	90	50	W	80	80
34	18		50	32	CM	40	40
35	686	a	50	25	CM	40	40
35	687		50	32	CM	40	40
35	688	a	63	32	CM	50	50
35	598		75	50	CM	65	65
35	679	a	75	50	CM	65	65
35	601	a	63	40	CM	50	50
35	604	a	50	32	CM	40	40
35	604	b	32	20	CM	20	20
35	604	c	32	20	CM	20	20
35	615	a	63	40	CM	50	50
35	615	b	50	32	CM	40	40
35	629	b	63	40	CM	50	50
35	682	a	75	50	CM	65	65
35	677	a	63	40	CM	50	50
35	680		63	32	CM	50	50
35	692		90	50	W	80	80
35	618	a	90	50	W	80	80
35	695		90	50	W	80	80
35	586		50	25	CM	40	40
35	648	a	90	50	W	80	80
35	667	a	90	50	W	80	80
35	629	a	90	50	W	80	80
35	681		63	40	CM	50	50
35	597	a	110	50	W	100	100
35	642		40	20	CM	32	32

3.4 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO, ANÁLISIS HIDRÁULICO Y SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO.

Considerando que la aplicación de la bomba consiste en la extracción de agua de una masa subterránea, la bomba seleccionada será sumergible. Se encuentra a una profundidad de 200 m en el Pozo El Lidonero.

3.4.1 Epanet

Epanet es un programa informático cuya función es realizar el análisis de sistemas de distribución de agua potable. Está desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

Teniendo en cuenta un factor de demanda del 0,25 (4 sectores) y la simulación preliminar realizada, se ha determinado que la altura manométrica y el caudal necesarios para aportar a la red son:

- Caudal máximo en la red: 177,9 m³/h.
- Altura manométrica 256,6 m.c.a.

3.4.2 Selección del grupo de bombeo

La bomba sumergible seleccionada es el modelo **UGP-1010-13** de Indar o similar ya que es la que más se ajusta a las necesidades de la instalación. Sus características técnicas se plasman en la Tabla 15.

Tabla 15. Datos técnicos de la bomba.

Bomba	
Configuración	Vertical
Diseño	Semiaxial
N.º etapas	13
Condiciones de operación	
Caudal (m ³ /h)	177,9
Altura (m)	256,6
Rendimiento hidráulico (%)	78,9
Potencia en eje (KW)	158
NPSH requerido (m)	7,5
Caudal mínimo (m ³ /h)	138
Caudal máximo (m ³ /h)	195
Potencia máxima en el eje (KW)	159
Velocidad (rpm)	2940
Frecuencia (Hz)	50

3.4.3 Punto de funcionamiento de la red

A partir de las curvas características⁷ de rendimiento y NPSHr de la bomba y conociendo el caudal máximo y la altura manométrica, el punto de funcionamiento se remarca en las Figuras 5, 6, 7 y 8.

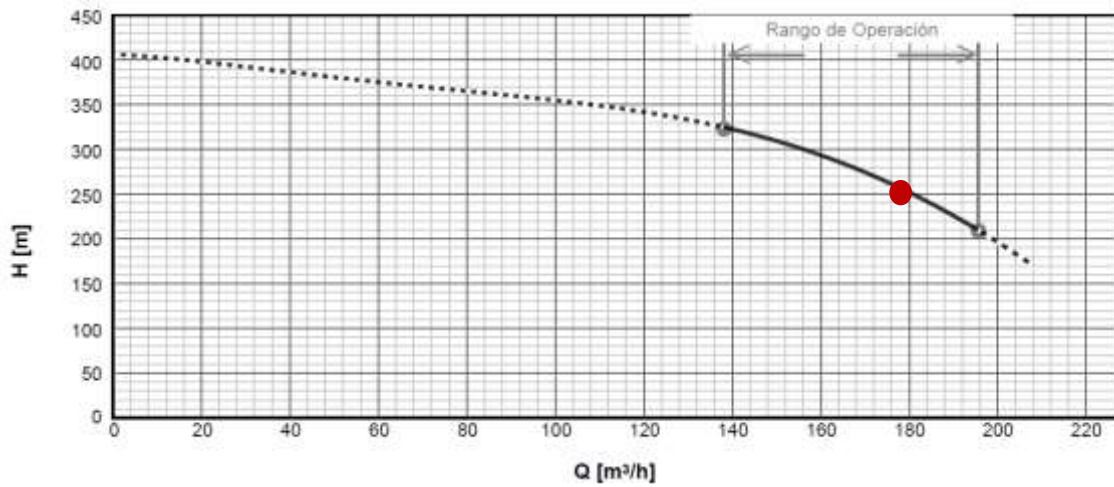


Figura 6. Curva característica altura vs. caudal.

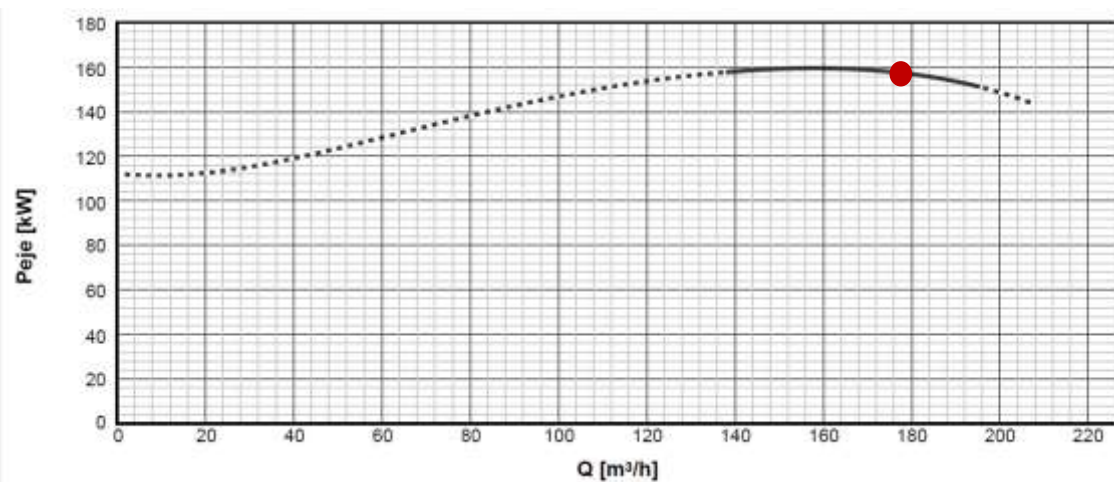


Figura 7. Curva característica potencia en el eje vs. caudal.

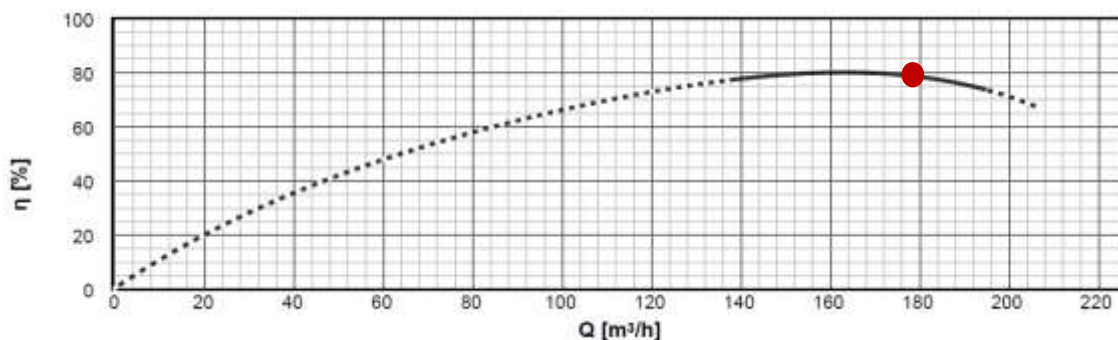


Figura 8. Curva característica rendimiento vs. caudal.

⁷ Curvas para agua a 30°C, densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad de 1° E, según norma ISO 9906 Grado 2B

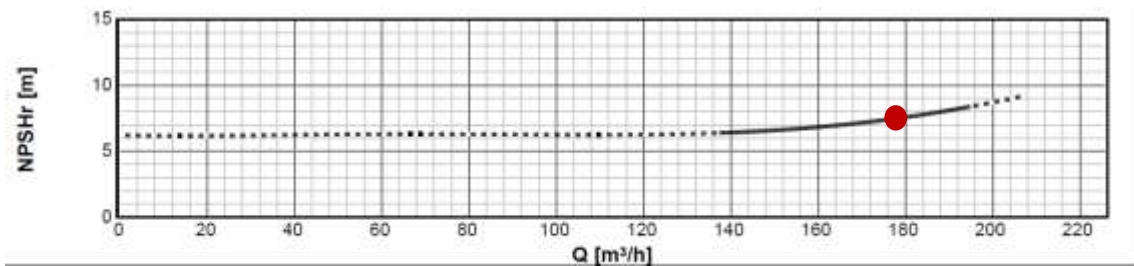


Figura 9. Curva característica NPSHr vs. caudal.

3.4.4 Análisis hidráulico

Una vez seleccionada la bomba y conocidas sus características técnicas se han realizado nuevas simulaciones para analizar su comportamiento en la red. Para ello se han tenido en cuenta distintos escenarios en los cuales se ha querido probar su funcionamiento. Las distintas alternativas estudiadas son resultado de combinar dos parámetros y se plasman en la Tabla 16 aquellas cuyo análisis ha resultado adecuado:

- Factor de demanda⁸: 0,1-0,30.
- Coeficiente del inversor: 0,8-1.

Tabla 16. Escenarios simulados.

Factor demanda	Variador	Q (m ³ /h)	Hm (m.c.a)
0,1	0,9	71,16	296,03
	0,8		230,74
0,15	0,9	106,74	276,25
	0,85		241,62
0,2	1	142,32	317,1
	0,9		240,84
0,25	1	177,9	256,2
0,26	1	185,01	237,47

Se estudian dichos escenarios ya que al tratarse de bombeo solar es necesario asegurarse de que la bomba funcionará, aunque las condiciones de radiación no sean las óptimas. Se pretende ajustar la bomba con el variador de frecuencia de manera que la potencia generada con la radiación existente sea suficiente para inyectar directamente el agua de riego a la red. A partir de una determinada irradiancia y por tanto de potencia generada, la bomba será capaz de arrancar.

⁸ Porcentaje de la superficie sobre el total que se dotará de riego.

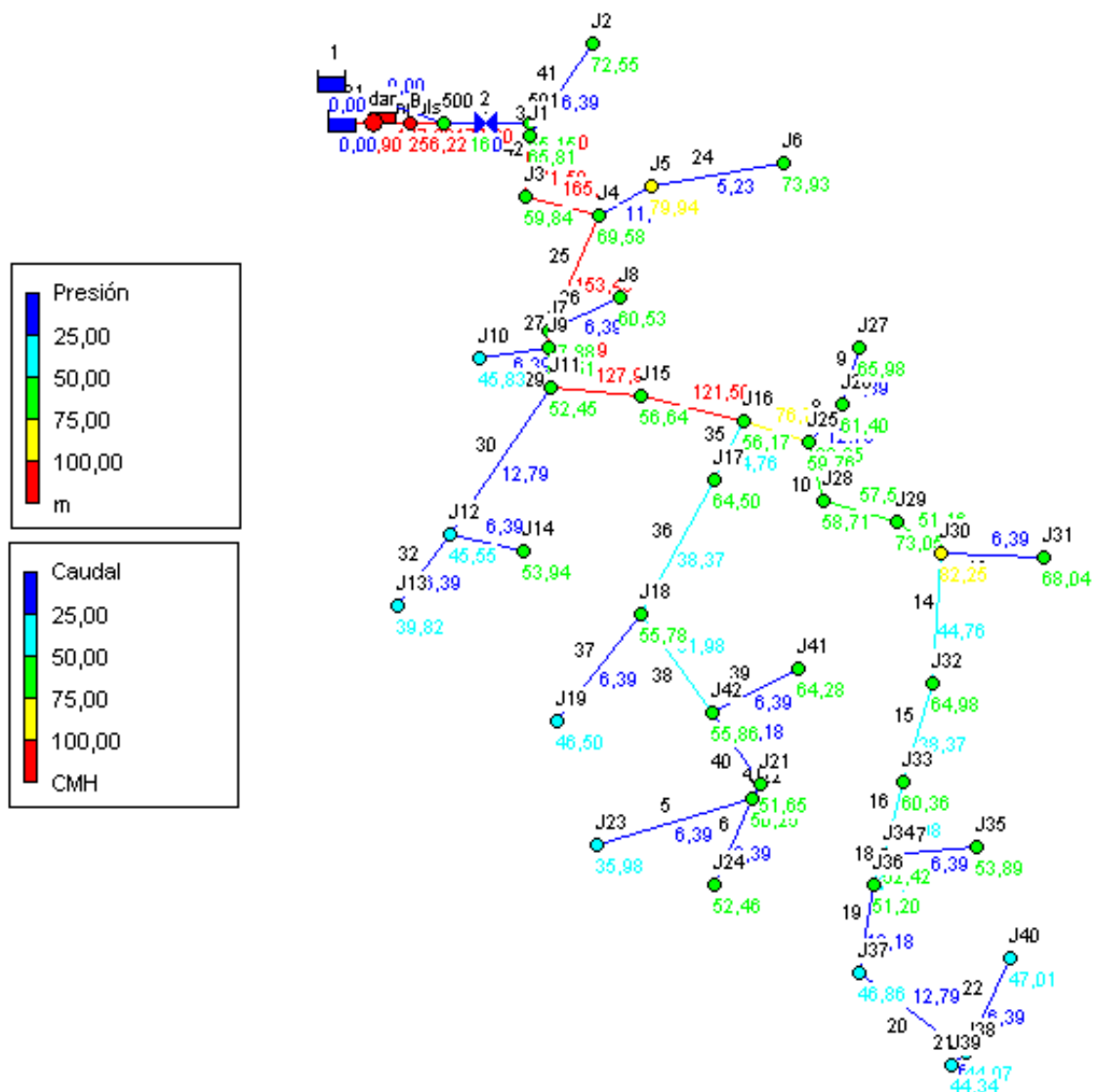


Figura 10. Simulación factor de demanda 0,25.

Como se puede deducir de la imagen, la simulación es válida y por tanto la bomba resulta adecuada para regar el 25 % de la superficie (4 sectores), es capaz de suministrar en todos los hidrantes una presión mínima de 35 m.ca (requisito indispensable).

Demanda del 10%	<p>Si el variador de frecuencia hace trabajar a la bomba al 90%, la presión en los nudos disminuye. Un ejemplo es en nudo J23: habiendo una presión inicial de 162,97 m.c.a se consigue disminuirla hasta 89,58.</p> <p>En el caso de utilizar un coeficiente de 0,80 la presión en dicho nudo disminuye hasta 24,29 m.c.a., siendo menor a la requerida en los hidrantes. Sin embargo, se pueden regar sectores alimentados por otros hidrantes a los que sí que llega una presión adecuada.</p>
-----------------	---

Demanda del 15%	<p>Con un coeficiente del variador del 0,90 la presión en los nudos disminuye y es posible regar un 15% de la superficie ajustando las presiones en los hidrantes. En el nudo J23 se consigue pasar de 140,05 a 66,35 m.c.a.</p> <p>En el caso de hacer trabajar a la bomba al 80% de su potencia, las presiones en los nudos son negativas, lo que indica que la bomba no es capaz de funcionar para demandas de caudal tan bajas.</p> <p>Sin embargo, al trabajar al 85% es capaz de suministrar la presión y el caudal necesario en todos los nudos menos en los dos cuyas condiciones son las más desfavorables. El J23 alcanzaría una presión de 31,37 m.c.a.</p>
Demanda del 20%	<p>En este caso la bomba únicamente se puede hacer que trabaje al 90% ya que a menor potencia no es capaz de suministrar la presión y el caudal requeridos por la instalación.</p>

3.5 CABEZAL DE RIEGO.

Los elementos presentes en el cabezal de riego son:

- Sistema de filtrado, necesario para garantizar una adecuada calidad del agua.
- Elementos de protección y regulación.
- Sistema de automatización para el control y seguimiento de la red.

El cabezal se encontrará ubicado en la misma parcela que el pozo El Lidonero, se trata de una caseta existente.

3.5.1 Estación de filtrado

En cualquier red de riego localizado es necesario disponer de elementos cuya función sea el filtrado del agua, de manera que se retenga la materia en suspensión presente, de naturaleza tanto orgánica como inorgánica (característica de las masas de agua subterráneas) que pueda obturar los emisores u otros elementos de la red que sean susceptibles de un mal funcionamiento derivado de su obturación o acumulación de sólidos en suspensión.

El sistema de filtrado se ubica en la caseta, a continuación del sistema de bombeo. De manera que se garantice el adecuado funcionamiento se dispondrá una presión mínima en este punto. Está formado por dos filtros de malla autolimpiantes.

Los filtros de malla están formados por una malla metálica o de material plástico cuyos orificios de paso deben ser inferiores al diámetro mínimo de paso del gotero, de tal forma que las de tamaño superior queden retenidas sobre la superficie.

Al seleccionar este tipo de filtro con limpieza automática, se conseguirá abaratar los costes, tanto de instalación como de explotación, debido a su escasa necesidad de mantenimiento y por la independencia energética. Además, resulta la opción más adecuada conociendo las características de la instalación y el origen subterráneo del agua.

El ciclo de operación y limpieza es controlado y monitoreado por un controlador electrónico, el cual monitoriza de forma continua las presiones de entrada y salida, e inicia el proceso de lavado cuando la diferencia entre ambos alcanza el punto de consigna programado, activando el

solenoide y abriendo la válvula de descarga por medio de un comando hidráulico. Cuando el ciclo se completa, el controlador cierra la válvula de descarga y espera a la siguiente orden de limpieza.

Se ha seleccionado el filtro Sigma Pro de Regaber o similar, el número y dimensiones de los filtros son función del caudal de diseño.

Las características técnicas por filtro se recogen en la Tabla 17:

Tabla 17. Características técnicas por filtro.

Diámetro del filtro	4'' (100 mm)
Caudal máximo (m ³ /h)	120
Caudal mínimo (m ³ /h)	30
Grado de filtración	80-500 micras
Área de filtrado (cm ²)	6000
Presión máxima (Kg/cm ²)	10
Tiempo de lavado (s)	10
Presión mínima de contralavado(Kg/cm ²)	1,5
Longitud del filtro (mm)	1564
Anchura del filtro)	674
Peso (Kg)	75

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de catálogo.

Tanto a la entrada como a la salida de cada barrera de filtrado deben disponerse colectores comunes de manera que la inutilización de un filtro por cuestiones de mantenimiento, reparación o sustitución no afecte al funcionamiento del resto de la red.

Se adopta una tubería de PVC de diámetro nominal de 200 mm PN 1,25 MPa. Entre la tubería de impulsión y el colector se realizará una unión mediante bridas.

Válvulas y otros elementos

Se dispondrá de una válvula de mariposa a la entrada y salida del colector y en cada uno de los filtros, en los cuales, además se ubicará también una ventosa y una válvula hidráulica con piloto mantenedor de presión (cuya función será garantizar la presión mínima requerida durante el proceso de contralavado) y manómetros tanto a la entrada como a la salida.

3.5.2 Consumo de la red

Se colocará un contador volumétrico de tipo Woltman a la salida de la estación de filtrado para cuantificar los volúmenes consumidos por la red. El dimensionado de éste se ha realizado teniendo en cuenta el caudal máximo de diseño de la red.

4 AUTOMATIZACIÓN

El sistema Agronic Net II de Progrés o similar permite el uso de más de un frontal de comunicaciones para obtener la información de todas las concentradoras aisladas. Dicha información es tratada por el programa de control que determina el estado de todos los elementos.

Desde los frontales de comunicaciones se accede a las concentradoras, permiten el acceso a los hidrantes, válvulas y contadores, ya sea directamente o a través del acceso a los terminales remotos modulares. El sistema trabajará vía radio.

El sistema está compuesto por:

- **Concentradora:** su función es optimizar los recursos hídricos disponibles, aumentando la eficiencia del riego. Determina en cada momento el estado de las diferentes válvulas, así como el consumo de agua en cada momento.
- **Programa:** permite una gestión integral y ofrece la monitorización de todos los elementos conectados al sistema. Consta de 3 aplicaciones:
 - 1- Programa de control: responsable de reaccionar y responder a la información que recibe tanto de los diferentes elementos del sistema de riego como de las solicitudes y programación realizadas por los usuarios, proporcionando a la red hidráulica el estado en el que se deben encontrar cada uno de los elementos.
 - 2- Programa de comunicaciones: responsable de realizar la comunicación con las concentradoras, obteniendo la información recogida por cada una de ellas para ser procesada por el programa de control y enviar la información.
 - 3- Programa de gestión: responsable de la interfaz entre el sistema de telegestión y los usuarios. Realiza la gestión de la red hidráulica, desde la programación, consultas, registros y el entorno gráfico.
- **Enlace Agrónic Radio (EAR):** equipo para la activación de electroválvulas y lectura de contadores y sensores a distancia vía radio. Este enlace se encarga de gestionar la información que va del controlador de riego a los Módulos Agrónic Radio (MAR) y a la inversa. Pueden conectarse hasta 60 MAR a un EAR, siendo la distancia máxima hasta el último módulo de 2,4 Km.
- **Módulos Agrónic Radio (MAR16-162):** equipo para la activación de válvulas y la lectura de contadores y sensores a distancia vía radio. Permite la conexión de:
 - 16 electroválvulas
 - 16 contadores
 - 2 sensores analógicos

En el conjunto de la instalación, los elementos que sería necesario controlar con el sistema de automatización son:

- 172 electroválvulas.
- 160 contadores.

En el Plano N.º 11 “Automatización” se puede observar ubicación de los distintos elementos.

5 SOLUCIÓN ADOPTADA INSTALACIÓN DE LA FOTOVOLTAICA.

5.1 EXPOSICIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Se propone diseñar el sistema de alimentación de la bomba dimensionada para la captación de agua subterránea del pozo El Lidonero, que inyecta el agua de riego directamente a la superficie regable.

Consiste en el diseño y dimensionado de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red que suministrará la energía necesaria al grupo de bombeo existente.

La instalación presenta dos subsistemas:

Generador fotovoltaico

Está formado por un conjunto de módulos interconectados en serie y paralelo. Dichos módulos son los encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica. El generador fotovoltaico se sitúa en la parcela 420.

Sistema acondicionador de potencia

Su función es transformar la corriente continua generada por el sistema fotovoltaico en corriente alterna para poder alimentar a los receptores. Esta función la realiza el inversor, el cual optimiza la entrega de potencia a la bomba sumergible. Este elemento se encuentra en el interior de la caseta que existe en la parcela 416.

En la instalación no se ha dispuesto de baterías debido a que no se considera necesario ya que el bombeo de agua para riego se realiza mediante inyección directa.

5.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Se ha decidido adoptar esta alternativa debido al gran número de ventajas que aporta como fuente de energía renovable respecto a la alimentación energética convencional. Otro de los factores que se ha considerado es el económico, ya que este tipo de instalación resulta rentable, a pesar de que el coste inicial es muy elevado se necesita poco tiempo para amortizarlo y los costes de mantenimiento a lo largo de su vida útil son reducidos.

5.3 DESCRIPCIÓN Y DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

El objeto de la instalación de autoconsumo es suplir las necesidades energéticas de la bomba. Por ello hay que disponer de un generador fotovoltaico de dimensiones suficientes, cuya potencia instalada permita el arranque de la bomba y un mínimo de horas de funcionamiento de ésta, teniendo en cuenta que el período de máximas necesidades son los meses de verano.

A continuación se realiza una descripción de la instalación⁹:

5.3.1 Generador fotovoltaico:

La potencia nominal del sistema de captación es de 332.640 Wp, formado por 1008 módulos fotovoltaicos de 330 Wp cada uno. Esta potencia es suficiente (teniendo en cuenta las pérdidas que se producen) para la alimentación de la bomba existente, cuya potencia es de 201 KW. Los módulos seleccionados son de la marca Atersa modelo A-330P o similar. Siendo las características del módulo las siguientes:

⁹ Todas las justificaciones se encuentran en los Anejos a la Memoria.

Tabla 18. Características de los módulos fotovoltaicos.

Características generales¹⁰	
Fabricante	Atersa o similar
Modelo	A-330P
Características eléctricas	
Potencia Nominal	330 W
Eficiencia	16,96 %
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (MPP ¹¹)	38,15 V
Corriente en MPP	8,65 A
Tensión de circuito abierto	46,85 V
Corriente de cortocircuito	9,05 A
Características físicas	
Tipo de célula	Si Policristalino
Dimensiones	1956 x 990 x 40 mm
Área	1,95 m ²
Peso	22,5 +/- 0,5 Kg

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del catálogo de Atersa.

La distribución de los módulos en la parcela es la siguiente:

Tabla 19. Configuración del generador fotovoltaico.

N.º de módulos en serie	18
N.º de strings en paralelo	56
N.º total módulos	1008
Potencia pico generador	332.640 W

Fuente: elaboración propia.

¹⁰ Las características eléctricas se han obtenido en Condiciones Estándar de Medida (en adelante CEM): 1KW/m², 25 +/- 2 °C y AM 1,5.

¹¹ Punto de Máxima Potencia.

La estructura de soporte de los módulos es el modelo CVA915XL de Atersa o similar. Sus características son las que se muestran en la Tabla 20:

Tabla 20. Características técnicas de las estructuras de los módulos.

Características técnicas	
Fabricante	Atersa o similar
Capacidad	1-20 módulos fotovoltaicos dispuestos en una fila vertical
Inclinación del módulo	30°
Materiales	Aluminio (EN AW 6005A T6) Tornillería de acero inoxidable.
Tamaño del módulo	Para módulos de hasta 72 células.
Instalaciones recomendadas	Cubiertas de hormigón o teja, suelo mediante contrapesos o zapatas.

Fuente: elaboración propia a partir del catálogo de Atersa.

Esta estructura es de fácil instalación, además de que es posible su ampliación posterior ya que es modular. Las estructuras vienen ancladas al suelo mediante cimentación. El detalle de las zapatas que se han dimensionado para el soporte de las estructuras viene detallado en el Anejo 10 "Cálculo de la cimentación".

La separación entre filas es superior (3,5 m) a la mínima (2,5 m) calculada a partir del código técnico. Por tanto, se puede considerar que no se generan sombras entre los distintos strings.

Sistema acondicionador de potencia:

En la instalación de 332,64 KWp se dispondrá de un solo inversor, que a su vez hará de variador de frecuencia para la alimentación de la bomba. Las características técnicas del inversor son se plasman en la Tabla 9.

Tabla 9. Características del inversor.

Características	
Fabricante	POWER ELECTRONICS o similar
Tipo	SD700 (315KW) (Código SD7SP0580 5)
Rango de tensión CC	540-900 V
Rango de tensión AC	380-500 V
Voltaje máximo del inversor	1000 V
Frecuencia de entrada	50 Hz +/- 6%
Tecnología rectificación de entrada	Tristor-diodo
Factor de potencia	≥ 0,98
Filtro de entrada EMC	Standard C3
Filtro de armónicos	≤40%
Eficiencia en la salida	≥ 98 %
Entradas digitales	6 programables (24Vcc), alimentación aislada, 1 entrada PTC
Salidas digitales	3 relés configurables (250 Vac, 8 A / 30 Vcc, 8 A)
Entradas analógicas	2 entradas programables y diferenciales
Salidas analógicas	2 salidas configurables aisladas
Protocolo de comunicación (estándar)	Modbus-RTU
Certificaciones	CE, cTick, UL, cUL, GL
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	1712x1132x529 mm

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del catálogo de Power Electronics.

5.3.2 Cableado y elementos de protección.

Protecciones:

Como medidas de protección contra contactos directos e indirectos de la instalación FV se consideran los siguientes:

- Todo el cableado de la instalación FV tendrá aislamiento reforzado Clase II y los módulos FV también llevarán aislamiento clase II.

- La medida de protección contra contactos indirectos será la puesta a tierra de todas las masas de la instalación que sean accesibles a las personas (estructuras soporte, cajas metálicas...).
- El generador FV tendrá configuración flotante respecto a tierra, es decir, sus dos polos estarán aislados de tierra y además el inversor dispondrá de transformador de aislamiento que separe de forma segura el generador de la red de alterna.

En una red de suministro aislada de tierra ningún conductor activo está directamente conectado a tierra. Por ello, en caso de producirse un defecto de aislamiento la corriente de fuga resultante es muy reducida y no aparecen tensiones de contacto peligrosas.

Sin embargo, en caso de no corregirse este primer defecto, un segundo sí puede conllevar la aparición de tensiones de contacto peligrosas con la consiguiente necesidad de actuación de las protecciones correspondientes. Es por este motivo que tanto las normativas españolas como las internacionales exigen la utilización de un vigilante de aislamiento en cualquier tipología de red aislada. Para la presente instalación se ha decidido incorporar el vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas ISO-CHECK PV 1000 de Cirprotec o similar (la ficha técnica se incluye al final del anejo). Las características técnicas de dicho elemento protector son:

Tabla 21. Características técnicas del vigilante de aislamiento.

Características técnicas del modelo	
Tensión de alimentación auxiliar AC 50/60 Hz	230 V
Tensión nominal del sistema	500-1000 V
Tensión continua admisible	1150 V
Normas del producto	EN 61557-8; IEC 61557-8
CEM	EN 61000; IEC 61000
Temperatura de funcionamiento	-20 / +70 ° C
Grado de protección envolvente	IP 20
Material envolvente y clase	PV V0

Fuente: elaboración propia.

Las protecciones de corriente continua frente a sobreintensidades y sobretensiones de origen atmosférico se van a instalar en cajas de conexión VT (8 cajas en total) situadas junto a cada grupo de strings de módulos FV para facilitar la agrupación de las líneas procedentes de ellos.

Para el presente proyecto se ha seleccionado la caja de conexión CSP-12TM 1kV de Atersa o similar, cada una de las cuales contiene los siguientes elementos:

- Los polos positivos y negativos se encontrarán separados.
- Bornes portafusibles carril DIN que permiten aislar cada serie.

- Fusibles de 1000 Vdc y 20 A en positivo y negativo para la protección de los strings. (1,5-2 Isc)
- Interruptor seccionador en la línea de salida al inversor que permite desconectar en carga, 1100 Vcc 160 A.
- Protección contra sobreintensidades mediante fusibles.
- Descargador de sobretensiones: protege de sobretensiones de origen atmosférico.

Las líneas que salgan de las cajas VT previstas (8 unidades) se agruparán en un cuadro eléctrico de protección (cuadro CG) previo a la entrega de la energía al inversor para protegerlo de posibles sobretensiones y sobreintensidades. El Cuadro General de Protección seleccionado para el presente proyecto es el modelo CGP 250¹² de Cahors o similar. Sus características técnicas son:

- Fusibles que soportan tensiones de trabajo próximas a 1000 Vdc e intensidades hasta 250 A en Vdc. Los cartuchos se instalarán en portafusibles seccionadores, que permiten aislar convenientemente los paneles del resto de la instalación, facilitando las labores de mantenimiento.
- Interruptor seccionador de hasta 315 A a 900 Vdc.

En el lado de corriente alterna la protección existente consiste en:

- Interruptor diferencial, el cual protege eficazmente la instalación contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos diferenciales. Se trata de un diferencial trifásico de clase B, de sensibilidad de 30 mA.
- Guardamotor de intensidad nominal 180 A con curva tipo D (protección frente a sobrecargas). Además, un interruptor automático con poder de corte de 6 kA (protección frente a cortocircuitos).

Cableado:

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los mismos, donde se pueden llegar a alcanzar temperaturas muy elevadas (70-80°C). Por ello los cables deben poder soportar elevadas temperaturas y la acción de rayos ultravioleta cuando se instalan a la vista. El resto del cableado irá enterrado bajo tubo.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Además, se tendrá en cuenta en el dimensionado que los cables sean capaces de soportar una intensidad 1,25 veces la intensidad máxima del generador (Isc*).

La longitud del cableado será la suficiente para evitar que se generen esfuerzos en los diversos elementos y se encontrarán enterrados bajo tubo de acuerdo con la norma UNE 21 123. El cable seleccionado es el P-SUN 2.0 CPRO ZZ-F de Prysmian, unipolar de doble aislamiento (clase II) para las líneas que unen los módulos fotovoltaicos y las cajas VT, y también para las líneas correspondientes entre las cajas VT y el Cuadro General y entre este último y el inversor. Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. En la Tabla 22 se resumen las características técnicas correspondientes al cable seleccionado:

¹² Se adjunta al final del anejo el catálogo del C.G.P.

Tabla 22. Características técnicas del cableado.

Características técnicas	
Temperatura de servicio	-40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años)
Tensión continua de diseño	1,5/1,5 KV
Tensión continua máxima	1,8/1,8 KV
Tensión alterna de diseño	1/1 KV
Tensión alterna máxima	1,2/1,2 KV
Conductor	Cobre electrolítico
Temperatura máxima del conductor	120 °C (20000 h); 90 °C (30 años); 250 °C en cortocircuito
Aislamiento	Goma termoestable Doble aislamiento (Clase II)
Resistencia al fuego	Cumple la normativa aplicable

Fuente: elaboración propia.

Los sistemas de conexión entre los distintos módulos, para ejecutar las series, se realizarán a través de la unión de módulos con conectores de tipo bayoneta aislada.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en la siguiente tabla se muestra de forma resumida la sección del cableado de las diversas partes de la instalación eléctrica.¹³

Tabla 10. Sección del cableado.

Línea	Longitud (m)	Sección comercial (mm ²)
String ¹⁴	21,60	4
String-V.T ¹⁵	Variable	6
L.VT1-C.G	22,89	35
L.VT2-C.G	59,98	95
L.VT3-C.G	13,87	25

¹³ Se muestra de forma más detallada en el Anejo N.º 3. "Cálculos eléctricos".

¹⁴ Cableado que une los distintos módulos que forman una rama.

¹⁵ Cableado que une el último módulo de cada rama con la correspondiente caja V.T.

Línea	Longitud (m)	Sección comercial (mm ²)
L.VT4-C.G	50,02	70
L.VT5-C.G	36,04	50
L.VT6-C.G	72,05	95
L.VT7-C.G	63,27	95
L.VT8-C.G	99,27	120
C.G-Inversor	96,3	240
Inversor-brocal	49,4	70

Fuente: elaboración propia.

Como se detalla en el Anejo N.º 11. “Cálculos eléctricos” la sección del cableado cumple tanto para el criterio de caída de tensión como el de calentamiento.

Tubos de protección:

La selección de los tubos en los que se van a disponer los cables subterráneos se realizará según lo dispuesto en la ITC-BT-21. Al tratarse de una canalización enterrada, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4.

La profundidad a la que se van a enterrar los tubos es de 0,7 m, con un recubrimiento inferior de 0,05 m y un recubrimiento superior de 0,06 m.

Deben tener un diámetro tal que permita el manejo de los cables o conductores aislados que se vayan a introducir. Teniendo en cuenta lo que indica la instrucción, en la tabla 23 se resumen los diámetros de los tubos protectores de los tramos subterráneos del cableado eléctrico.

Tabla 23. Diámetro exterior de los tubos protectores.

Tramo	Sección del cableado (mm ²)	Diámetro exterior del tubo (mm)
String- V.T ¹⁶	6	50
V.T 1- C.G	35	90
V.T 2- C.G	95	140
V.T 3- C.G	25	90
V.T 4- C.G	70	125

¹⁶ Este tramo corresponde con el cableado que une cada rama con la correspondiente caja V.T correspondiente.

Tramo	Sección del cableado (mm ²)	Diámetro exterior del tubo (mm)
V.T 5- C.G	50	110
V.T 6- C.G	95	140
V.T 7- C.G	95	140
V.T 8- C.G	120	160
C.G- Inversor	240	225
Inversor-brocal	70	125

Fuente: elaboración propia.

El tubo que se ha seleccionado es de doble pared rojo de Electromaterial o similar ya que posee las características necesarias para la presente instalación.

5.3.3 Cimentación

El sistema de cimentación está formado por un conjunto de zapatas de hormigón armado. Cada una recibe las cargas de un solo módulo fotovoltaico. Sus dimensiones son 0,3 m x 0,3 m x 2,2 m.

En las figuras 5,6 y7 se pueden ver los detalles (ver Plano N.º 17 “Detalle cimentación”):

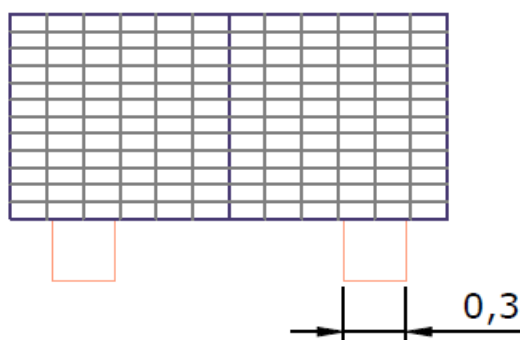


Figura 11. Alzado detalle cimentación.

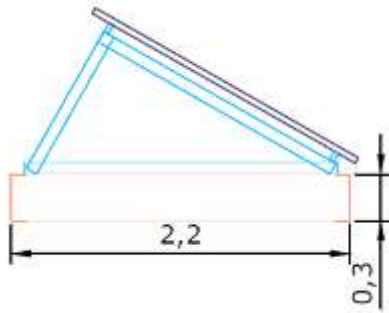


Figura 12. Perfil detalle cimentación.

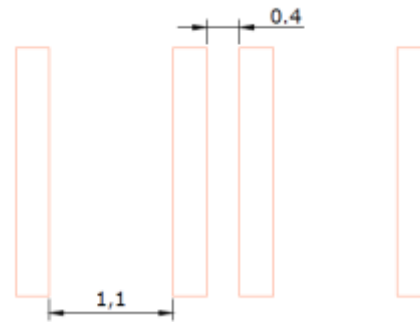


Figura 13. Planta detalle cimentación.

5.3.4 Instalación de puesta a tierra

La función de la puesta a tierra es limitar la tensión que puedan presentar las masas metálicas (respecto a tierra) en un momento dado, asegurar la actuación de las protecciones y reducir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos de la instalación. De esta forma se consigue que en el conjunto de instalaciones y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas, además de permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o de descarga de origen atmosférico.

Según la ITC-BT-18, la puesta a tierra es “la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo”.

El esquema de la instalación de puesta a tierra que se va a seguir en el lado de corriente continua es el IT (esquema de conexión con generador flotante y masas conectadas a tierra) ya que se trata de una instalación de corriente continua con los conductores activos aislados de tierra. Se va a disponer un vigilador de nivel de aislamiento de la red de corriente continua en la caseta situada en la parcela 416, en la cual están otros equipos como el inversor, los cuadros eléctricos, las protecciones, etc. El dispositivo de vigilancia de nivel de aislamiento deberá avisar cuando se produzca un nivel de aislamiento inferior a $100 \Omega/V$.

El esquema de la instalación de puesta a tierra que se va a seguir en el tramo de corriente alterna del presente proyecto es el TT (esquema de conexión con alimentación y masas conectadas a tierra).

Toma de tierra

Para ambas tomas de tierra para las masas y los elementos conductores susceptibles de contacto se va a utilizar un electrodo formado por un cable de cobre desnudo de 35 mm^2 enterrado bajo la zanja de conducción de cables de longitud suficiente para dar $RT < 20 \Omega$.

La parcela en la que se va a situar la instalación de puesta a tierra tiene un suelo formado por arena arcillosa. En la tabla se puede observar que para ese tipo de terreno la resistividad se encuentra en el intervalo $50-500 \Omega \cdot \text{m}$, tomamos como valor de cálculo una resistividad del terreno de $300 \Omega \cdot \text{m}$ ya que se trata de un valor intermedio.

Teniendo en cuenta la información anterior, la longitud del electrodo resulta 40 m para que cumpla las condiciones. Se dispondrá un electrodo en la instalación de puesta a tierra en el lado de corriente continua y otro en el de corriente alterna. Los cálculos se detallan en el anejo correspondiente (Anejo 11. “Cálculos eléctricos”).

Conductores de tierra:

La sección de los conductores de tierra, al encontrarse enterrados, deben cumplir las prescripciones de la Tabla 1 de la ITC mencionada anteriormente.

La línea que enlace con la puesta a tierra será de 35 mm² y se conectará mediante el borne situado en el cuadro principal de corriente continua (al cual se conectarán también el resto de los elementos de la instalación).

Bornes de puesta a tierra:

En la instalación tanto para corriente alterna como para continua, se va a disponer de un borne principal de tierra, al cual se le unirán los conductores: de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y los de puesta a tierra funcional (en caso de ser necesarios).

Conductores de protección:

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente la masa de una instalación al conductor de tierra para asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección serán de Cobre (mismo material que los conductores activos). En la siguiente tabla se resumen las secciones obtenidas:

Tabla 12. Sección del cable protector.

Línea	Sección del conductor (mm ²)	Sección mínima del c. protección (mm ²)
String	6	6
String-V.T	25	16
L.VT1-C.G	70	35
L.VT2-C.G	16	16
L.VT3-C.G	50	25
L.VT4-C.G	50	25
L.VT5-C.G	70	35
L.VT6-C.G	70	35
L.VT7-C.G	95	50
L.VT8-C.G	6	6
C.G-Inv	25	16
Inv- Bomba	70	35

6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se ha realizado el cálculo de los movimientos de tierras necesarios para el enterrado de las tuberías y del cableado de la instalación solar fotovoltaica. Se establecerá la relación entre el volumen de material que será extraído y el utilizado en la obra como relleno.

El enterrado de las tuberías y del cableado se realiza para evitar las roturas, el desgaste, y como protección de la radiación solar.

En primer lugar, habrá que realizar labores de desbrozado y limpieza del terreno en aquellas zonas en las que sea necesario como en los lindes entre parcelas. El resto de las conducciones se ubican en caminos ya existentes, por lo que no será necesario acondicionar el terreno en dichos tramos.

La parcela en la que se ubicará el generador fotovoltaico deberá desbrozarse y limpiarse en su totalidad.

6.1 CONDUCCIONES

De manera que se faciliten las operaciones durante la instalación de la red de tuberías, se dimensionarán las zanjas verticales, con la misma altura y anchura en cada uno de los tramos del trazado.

La profundidad de las zanjas será de 1,25 m y un ancho de 0,75 m.

En la Tabla 24 se hace un resumen de los distintos volúmenes calculados a partir de las dimensiones de las zanjas y los condicionantes que se han nombrado.

Tabla 24. Resumen cubicación conducciones.

Volumen (m ³)	
Tuberías	154,50
Extracción zanja	9430,59
Relleno total	9276,09
Relleno arena	754,45
Relleno terreno	8521,65
Sobrante extracción	908,95

6.2 CABLEADO

Para el cálculo de las zanjas en las que se enterrará el cableado, se tiene en cuenta la longitud de los tramos y las dimensiones de los tubos de protección en los cuales se encuentran los cables.

La profundidad de enterramiento es de 0,70 m, además del recubrimiento inferior de 0,05 m y un recubrimiento superior de 0,06 m.

Teniendo en cuenta la longitud de los distintos tramos y las agrupaciones de los tubos, en la Tabla 25 se resumen los volúmenes de extracción de tierra, el de relleno y el excedente.

Tabla 25. Resumen volúmenes.

Volumen (m³)	
Extraído	728,20
Tubos	12,37
Relleno	715,83
Sobrante	12,37

7 RENTABILIDAD ECONÓMICA

Se ha realizado un estudio económico básico para conocer la rentabilidad económica de la instalación solar fotovoltaica diseñada y dimensionada en el presente proyecto.

Dicha instalación genera energía en corriente continua y el inversor la transforma en corriente alterna de manera que se pueda alimentar la bomba. Por ello, los cálculos se han realizado en base a la producción energética anual en corriente alterna.

Considerando la potencia de generación de 332,64 KWp, la producción anual prevista en corriente alterna con el diseño propuesto es de 438.230,32 KWh. Tomando como valor medio del precio por KWh 0,12€, el gasto energético anual ascendería a 52.587,64€.

El presupuesto correspondiente a la instalación fotovoltaica resulta 500.756,93 €, por tanto, el período de amortización sería de 9 años y 6 meses.

8 MEDIDAS DE CONTROL Y DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

Se realizará una adecuada gestión de los posibles residuos que se generen durante la realización de las obras.

Se va a disponer, en la zona más al sur de la parcela 420 del polígono catastral 16, de un punto limpio para facilitar la gestión de los residuos, en el que se encontraran los contenedores necesarios. También se realizarán riegos para disminuir el nivel de polvo originado tanto por los movimientos de tierras como por el paso de la maquinaria durante las obras.

Para la ejecución de todos los trabajos relacionados con el presente Proyecto, se deberá realizar un estricto cumplimiento del DECRETO 7/2.004 de 23 de enero, del Consejo de la Generalidad, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones (2004/689).

En último lugar, se dispondrá un cartel identificativo de la obra. En él se encontrará toda la información que indique el Promotor y valide la Dirección de la Obra.

9 SEGURIDAD Y SALUD.

En el Real Decreto 1627/97, de 24-10-97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se establece la obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud en las obras, clasificando su contenido en Proyecto o Estudio Básico.

Según las características del presente proyecto se desarrollará un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Dicho estudio marcará las directrices a la empresa constructora para que pueda cumplir con sus obligaciones respecto a la prevención de riesgos laborales.

10 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

10.1 MODALIDAD DE LA EJECUCIÓN.

La ejecución de las obras del presente Proyecto se realizará por Contrata.

10.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Considerando a partir del momento de firma del acta de comprobación del replanteo y con la disponibilidad de todas las autorizaciones pertinentes, el plazo de ejecución considerado para la terminación de las obras contempladas en el presente Proyecto es de 5 meses.

11 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

11.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL


Tabla 26. Presupuesto de ejecución material.

Descripción del tipo de obra	Importe (€)
Capítulo. 1 Acondicionamiento del terreno	17.906,22
Capítulo. 2 Movimiento de tierras	290.878,67
Capítulo. 3 Instalación hidráulica	109.422,11
Capítulo. 4 Valvulería	77.315,44
Capítulo. 5 Cabezal de riego y automatización	31.894,14
Capítulo. 6 Instalación fotovoltaica y eléctrica	345.507,35
Capítulo. 7 Puesta a tierra	4.975,09
Capítulo. 8 Cimentación	54.434,54
Capítulo. 9 Gestión de residuos	657,00
Capítulo. 10 Proyecto de seguridad y salud	423,86
TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	933.414,42

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de NOVECIENTOS TREINTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS CATORCE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Pedralba, Valencia a 1 de octubre de 2020

BELÉN MORAL RODRÍGUEZ
Ingeniera Agrónoma



11.2 PREUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA


Tabla 27. Presupuesto de ejecución por contrata.

Descripción	Importe (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	933.414,42
13 % de gastos generales	121.343,87
6 % de beneficio industrial	56.004,87
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	1.110.763,16

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de UN MILLÓN CIENTO DIEZ MIL SETECIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.

Pedralba, Valencia a 1 de octubre de 2020

BELÉN MORAL RODRÍGUEZ
Ingeniera Agrónoma




11.3 PRESUPUESTO RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Tabla 28. Resumen general del presupuesto.

Descripción	Importe (€)
PRESUPUESTO POR CONTRATA	1.110.763,16
21 % IVA	233.260,042
PRESUPUESTO TOTAL	1.344.023,42

El presupuesto de ejecución por contrata total asciende a la cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL VEINTITRES EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.
Pedralba, Valencia a 1 de octubre de 2020
BELÉN MORAL RODRÍGUEZ
Ingeniera Agrónoma



12 . CONCLUSIONES.

Considero que con los documentos reseñados se completa la descripción y valoración de las obras y que éstas pueden ser ejecutadas conforme al presente Proyecto.

Valencia, octubre de 2020

PROYECTISTA

Belén Moral Rodríguez

Ingeniera Agrónoma

