



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Análisis de la viabilidad futura y la mejora energética de la
red de agua de Daimús.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Rocher Blasco, Vicent

Tutor/a: Pons i Ausina, Josep Francesc

Cotutor/a: Martínez Solano, Francisco Javier

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Documentos contenidos en el TFG e ÍNDICE

- MEMORIA Pág 4
- PRESUPUESTO Pág 68
- ANEXOS..... Pág 86

RESUMEN

Este trabajo académico se centra en la red de suministro de agua potable del municipio de Daimús. En este se abarcan tanto el estudio de la viabilidad de las instalaciones actuales a largo plazo como la propuesta de mejoras energéticas mediante energías renovables.

En la primera parte, para estudiar la viabilidad de las instalaciones en el futuro, se realizan simulaciones mediante la aplicación Epanet de dos escenarios distintos. En el primer escenario se estudia la situación actual, utilizando para ello los valores de las demandas actuales, considerando para la obtención de estos distintos factores como las temporadas de turismo o las demandas nocturnas de riego. En el segundo escenario se realiza la simulación de un posible escenario futuro en el que las distintas parcelas vacías de los distintos sectores se edifican. Finalmente se proponen soluciones para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones en el futuro.

En la segunda parte se pretende optimizar el gasto en electricidad. Para ello se propone la implementación de un sistema fotovoltaico híbrido en la impulsión de agua desde los pozos. En esta parte primero se realiza un estudio de la cantidad de energía que se puede llegar a obtener en la zona. Posteriormente se elige un módulo solar y se estudia como dimensionar el tamaño de la instalación fotovoltaica en base a la potencia de la bomba. Finalmente se calcula el ahorro que supondría la instalación y el tiempo necesario para su amortización.

Palabras clave: Bombeo solar, Fotovoltaica, PVGIS, Epanet, ahorro energético

RESUM

Aquest treball acadèmic se centra en la xarxa de subministrament d'aigua potable del municipi de Daimús. En aquest, s'aborden tant l'estudi de la viabilitat de les instal·lacions actuals a llarg termini com la proposta de millores energètiques mitjançant energies renovables.

En la primera part, per a estudiar la viabilitat de les instal·lacions en el futur, es realitzen simulacions mitjançant l'aplicació Epanet de dos escenaris diferents. En el primer escenari s'estudia la situació actual, utilitzant per a això els valors de les demandes actuals, considerant per a l'obtenció d'aquests diversos factors com les temporades de turisme o les demandes nocturnes de reg. En el segon escenari es realitza la simulació d'un possible escenari futur en què les diferents parcel·les buides dels diversos sectors s'edifiquen. Finalment, es proposen solucions per a garantir el correcte funcionament de les instal·lacions en el futur.

En la segona part es pretén optimitzar la despesa en electricitat. Per a això es proposa la implementació d'un sistema fotovoltaic híbrid en la impulsió d'aigua des dels pous. En aquesta part, primer es realitza un estudi de la quantitat d'energia que es pot arribar a obtenir en la zona. Posteriorment, s'elegeix un mòdul solar i s'estudia com dimensionar la mida de la instal·lació fotovoltaica en funció de la potència de la bomba. Finalment, es calcula l'estalvi que suposaria la instal·lació i el temps necessari per a la seua amortització.

Paraules clau: Bombeig solar, Fotovoltaica, PVGIS, Epanet, estalvi energètic

ABSTRACT

This academic work focuses on the potable water supply network of the municipality of Daimús. It covers both, the study of the long-term viability of the current installations and the proposal of energy improvements through renewable energies.

In the first part, to study the future viability of the installations, simulations are conducted using the Epanet application for two different scenarios. The first scenario examines the current situation, using the values of current demands, considering various factors such as tourism seasons or nighttime irrigation demands. In the second scenario, a simulation is carried out for a potential future scenario in which the vacant plots of land are developed. Finally, solutions are proposed to ensure the proper functioning of the installations in the future.

The second part aims to optimize electricity consumption. To achieve this, the implementation of a hybrid photovoltaic system for water pumping from wells is proposed. In this part, a study is first conducted on the amount of energy that can be obtained in the area. Subsequently, a solar module is selected, and the sizing of the photovoltaic installation is determined based on the pump's power. Finally, the savings resulting from the installation and the time required for its amortization are calculated.

Keywords: Solar pumping, Photovoltaic, PVGIS, Epanet, energy savings.



MEMORIA

Índice de la memoria

Índice de ecuaciones.....	6
Índice de ilustraciones.....	7
Índice de Tablas.....	8
1. Antecedentes	9
1.1 Localización	9
1.2 Contexto.....	10
2. Introducción	11
2.1 Situación actual.....	11
2.2 Infraestructuras hidráulicas del sistema de bombeo y tratamiento.....	11
2.3 Red de abastecimiento.....	15
3. Objetivos	17
3.1 Viabilidad futura de las instalaciones.....	17
3.2 Optimización energética mediante el bombeo hidráulico híbrido.....	18
4. Evaluación de alternativas.....	18
4.1 Redimensionamiento de tuberías.....	18
4.2 Instalación de variadores de velocidad.....	19
4.3 Optimización energética mediante la energía solar fotovoltaica	21
5. Metodología.....	21
5.1. Modelación y simulación hidráulica de la situación actual.....	21
5.2 Resultados de la simulación de la situación actual	31
5.3 Modelación y simulación hidráulica de la situación futura.....	33
5.4 Resultados de la simulación de la situación futura.....	38
6. Bombeo fotovoltaico híbrido	49
6.1 Potencia necesaria de la instalación	50
6.2 Cálculo de la irradiancia	58
6.3 Elección del módulo fotovoltaico.....	63
6.4 Dimensionado del N.º de módulos	63
6.5 Potencia producida	64
6.6 Superficie requerida.....	65
6.7 Estudio económico	66
7. Conclusiones.....	66
8. Bibliografía	67

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 ecuación de Darcy-Weisbach para la pérdida de carga.....	18
Ecuación 2 Caudal en una tubería.....	19
Ecuación 3 Area transversal de una tubería	19
Ecuación 4 Cálculo de la demanda base con aproximación.....	24
Ecuación 5 Ecuación de Bernoulli.....	53
Ecuación 6 Ecuación de Bernoulli simplificada	53
Ecuación 7 Ecuación de Darcy-Weisbach para el cálculo de las perdidas por fricción	54
Ecuación 8 Ley de semejanza para el caudal	55
Ecuación 9 Ley de semejanza para la altura manométrica	55
Ecuación 10 Ley de semejanza para la potencia absorbida	55
Ecuación 11 Irradiancia.....	58

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del municipio de Daimús. (Fuente: Google maps)	10
Ilustración 2 .Distinción entre la zona de pueblo y la playa. (Fuente: Google maps)	10
Ilustración 3 Curva característica del conjunto de bombas (fuente: Aguas moltó S.L.)	13
Ilustración 4 . Esquema de la planta de tratamiento de Daimús. (Fuente: Aguas moltó S.L.)....	15
Ilustración 5 .Localización de los sectores. (Fuente: Google earth).....	16
Ilustración 6 Tuberías de fibrocemento (fuente: aguas moltó SL).....	17
Ilustración 7 Consumo por meses de la población de Daimús (Fuente: contador de la red)	23
Ilustración 8 gráficas de los consumos medios por sectores (Fuente: contadores de la red)	27
Ilustración 9 Nivel de depósito a lo largo del mes de agosto de 2023.....	30
Ilustración 10 de depósito a lo largo del 10 de agosto de 2023	31
Ilustración 11 Simulación de la situación actual a la 2pm.....	32
Ilustración 12 Simulación de la situación actual a la 3 am.....	33
Ilustración 13 Habitantes de Daimús (fuente: INE).....	34
Ilustración 14 recta lineal de mínimos cuadrados (fuente: calculada a partir de datos del INE) 34	
Ilustración 15 Sectores más urbanizados de Daimús (FUENTE: google earht)	36
Ilustración 16 Zonas sin edificar sector Avilés (fuente: Google earth)	36
Ilustración 17 Zonas sin edificar sector Castelló Simo (fuente: google earth).....	37
Ilustración 18 Simulación con la configuración de bombas actual durante el día.....	38
Ilustración 19 Simulación con la configuración de bombas actual durante la noche.....	39
Ilustración 20 Simulación con 3 de las 4 bombas durante la noche	40
Ilustración 21 Simulación con todas las bombas durante el día	41
Ilustración 22 Velocidad en las tuberías de red	44
Ilustración 23. Simulación con 3 de las 4 bombas encendidas durante el día (con tuberías cambiadas)	45
Ilustración 24 . Simulación con 2 de las 4 bombas encendidas durante la noche (con tuberías cambiadas)	46
Ilustración 25. Simulación con 3 de las 4 bombas encendidas durante la noche (con tuberías cambiadas)	47
Ilustración 26 Simulación con 3 de las 4 bombas encendidas durante la noche (con tuberías cambiadas y variador de frecuencia en una de las bombas)	48
Ilustración 27 Esquema de la planta de Daimús	49
Ilustración 28 horas de funcionamiento de las bombas durante el 10 DE AGOSTO DE 2023	50
Ilustración 29 Modelo CR 90-2-2 A-F-A-E-HQQE (fuente: Grundfos GmbH)	51
Ilustración 30 Curvas de la bomba (fuente: Grundfos GmbH).....	52
Ilustración 31 Curva resistente de la instalación	54
Ilustración 32 Relación entre potencia aportada y caudal obtenido	58
Ilustración 33 Irradiancia Daimús 2005-2020 (fuente:PVGIS).....	61
Ilustración 34 Irradiancia media por horas en Julio (fuente:PVGIS)	62
Ilustración 35 Energía obtenida por mes (fuente: pvgis)	64
Ilustración 36 m3 bombeados cada mes con energía solar	65
Ilustración 37 Dimensiones de la cubierta de la nave.....	65

Índice de Tablas

Tabla 1 Habitantes en daimús durante el mes de agosto 2023 (fuente: INE)	24
Tabla 2 Consumo por sectores durante el mes de Mayo 2024 (Fuente: contadores de la red).	25
Tabla 3 Demanda base de cada nudo de cada sector (fuente: contadores de la red).....	25
Tabla 4 Consumo medio por hora en cada sector durante el mes de mayo de 2024 (fuente: contadores de la red)	26
Tabla 5 Consumo medio urbano durante el mes de mayo de 2024 (fuente: contadores de la red)	26
Tabla 6 Consumo medio riego durante el mes de mayo de 2024 (fuente: contadores de la red)	27
Tabla 7 Coeficientes punta de red consumo urbano(fuente: contadores de la red).....	28
Tabla 8 Demanda base de cada nudo de cada sector destinado al riego (fuente: contadores de la red)	29
Tabla 9 Coeficientes punta de red consumo destinado a riego (fuente: contadores de la red)	29
Tabla 10 demanda por km ² de cada sector (fuente: calculo propio a partir de datos de Aguas moltó SL)	35
Tabla 11 Demanda futura de cada sector (Fuente: propia)	37
Tabla 12 Dimensiones estandarizadas tubos PN10 de PEAD (fuente: Aliaxis Iberia)	42
Tabla 13 Equivalencia del diámetro interior para tuberías de PEAD PN10 (Fuente: Propia)	43
Tabla 14 Características de la bomba (fuente: Grundfos GmbH)	51
Tabla 15 Curva Q-H para distintas velocidades.....	56
Tabla 16 Rendimientos para distintas velocidades y caudales	57
Tabla 17 Potencia necesaria para distintos caudales y velocidades	57
Tabla 18 Irradiancia Media Daimús.....	61
Tabla 19 Irradiencia media por horas en Julio (fuente:PVGIS)	62
Tabla 20 Cálculo del n.º de módulos a instalar	64
Tabla 21 Cálculo tiempo amortización.....	66

CONCEPT (ABET)	CONCEPTO (traducción)	¿Cumple? (S/N)	¿Dónde? (paginas)
1. IDENTIFY:	1. IDENTIFICAR:		
1.1. Problem statement and opportunity	1.1. Planteamiento del problema y oportunidad	S	17
1.2. Constraints (standards, codes, needs, requirements & specifications)	1.2. Restricciones (normas, códigos, necesidades, requisitos y especificaciones)	S	17
1.3. Setting of goals	1.3. Establecimiento de objetivos	S	17
2. FORMULATE:	2. FORMULAR:		
2.1. Creative solution generation (analysis)	2.1. Generación de soluciones creativas (análisis)	S	18
2.2. Evaluation of multiple solutions and decision-making (synthesis)	2.2. Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis)	S	21
3. SOLVE:	3. RESOLVER:		
3.1. Fulfilment of goals	3.1. Cumplimiento de objetivos	S	38
3.2. Overall impact and significance (contributions and practical recommendations)	3.2. Impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas)	S	66

1. Antecedentes

1.1 Localización

Daimús es un municipio costero que se encuentra en la comarca de La Safor, en la provincia de Valencia, Comunidad Valenciana, España. Está situado a unos 5 kilómetros al sur de la ciudad de Gandía y a aproximadamente 70 kilómetros al sur de la ciudad de Valencia. Su ubicación en la costa mediterránea le otorga un clima agradable y la proximidad a las playas lo convierte en un destino turístico popular.

Daimús disfruta de un clima mediterráneo típico, con veranos cálidos e inviernos suaves. Los veranos suelen ser secos y calurosos, con temperaturas que pueden superar los 30°C, mientras que los inviernos son moderados y con pocas precipitaciones. Esta combinación de clima agradable y costa atractiva contribuye al auge del turismo durante los meses de verano.

La economía de Daimús está principalmente centrada en el turismo y la agricultura. Durante los meses de verano, la población aumenta considerablemente debido a la afluencia de turistas que llegan a disfrutar de sus playas. La agricultura también desempeña un papel importante en la economía local, con cultivos como cítricos, frutas y hortalizas.

La población de Daimús ha experimentado un crecimiento moderado en las últimas décadas, especialmente durante la temporada de verano debido al turismo. Además de la población local, muchos residentes de otras partes de España y de Europa eligen Daimús como destino vacacional. La demografía del municipio refleja una mezcla de residentes permanentes y temporales.

La historia de Daimús se remonta a la época íbera y romana, como lo atestiguan los restos arqueológicos encontrados en la zona. Durante la época medieval, el pueblo estuvo bajo dominio musulmán hasta la conquista cristiana en el siglo XIII. Desde entonces, ha pasado por diversas etapas de desarrollo, con la agricultura y la pesca como principales actividades económicas en el pasado. En tiempos más recientes, el turismo ha ganado importancia como motor económico, transformando el paisaje económico y social del municipio.

ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE DAIMÚS. (FUENTE: GOOGLE MAPS)



ILUSTRACIÓN 2 .DISTINCIÓN ENTRE LA ZONA DE PUEBLO Y LA PLAYA. (FUENTE: GOOGLE MAPS)



1.2 Contexto

El sistema de abastecimiento de Daimús es una red integral diseñada para proporcionar agua potable tanto a los residentes y visitantes del municipio como para el riego de los diversos jardines municipales. Esta red se divide en dos zonas completamente diferenciadas y aisladas la una de la otra, la red del pueblo y la red de la playa.

Este trabajo se centra exclusivamente en la red de abastecimiento de la playa debido a su mayor probabilidad de cambios en el futuro. Se estudia la viabilidad de la red y las instalaciones a largo plazo, además de las diferentes alternativas para la optimización energética de la misma.

2. Introducción

2.1 Situación actual

2.1.1 Economía

Durante las últimas décadas Daimús ha experimentado un proceso de transformación de su economía. A causa de sus playas y su proximidad con la capital de Comarca, el modelo económico de Daimús está cambiando, reduciendo su faceta agrícola y aumentando la turística por lo que cada vez más zonas agrarias se transforman en zonas urbanas.

Esto ocasionará un cambio en la cantidad y la temporalidad de la demanda de agua en el pueblo.

2.1.2 Turismo y demografía

El turismo de Daimús es muy estacional, y se centra mayormente durante los meses de verano, llegando incluso a multiplicar el número de habitantes durante estos meses.

La población de Daimús puede llegar a alcanzar los 20.000 habitantes en los meses vacacionales, multiplicando su población habitual de unos casi 4.000.

Estas variaciones demográficas muy probablemente se acentuarán en el futuro y obligarán a la renovación de las infraestructuras actuales.

2.2 Infraestructuras hidráulicas del sistema de bombeo y tratamiento

El suministro de agua potable en Daimús, se obtiene de fuentes subterráneas y se suministra a través de la red de abastecimiento gestionada por la empresa pública de aguas de la región (Aguasmolto.SL). La comarca cuenta con acuíferos y manantiales que contribuyen al suministro hídrico, asegurando así el acceso a agua que postratamiento es apta para el consumo humano.

La instalación de Aguas Moltó consta de dos líneas osmosis alimentadas por dos pozos en serie y un depósito de acumulación con un bombeo a red.

A grandes rasgos la instalación se dividirá en 7 grupos de equipos, cada uno de ellos con los elementos necesarios para realizar su función independientemente del resto.

- Grupo de Pozos de aporte.
- Filtros y dosificadores.
- Líneas de osmosis.
- Grupo de bombas de presión a Daimús.
- Depósito regulador.
- Equipos de cloración.
- Equipos de control y mezcla de nitratos

2.2.1 Grupo de Pozos de aporte

Se compone de dos pozos que inyectan a la misma tubería de aporte de las plantas de osmosis, también existe la posibilidad de suministrar directamente a red mediante una combinación manual de válvulas. Ambos pozos están equipados con variadores de frecuencia para permitir que puedan trabajar regulando presión.

Los pozos A y B no son iguales, el pozo P00B está equipado con una bomba que solamente puede suministrar agua a una única línea de osmosis mientras que el pozo P00A puede suministrar a dos a la vez.

El control del grupo de pozos es individual por pozo, cada pozo tiene un selector manual-paro-automático. En modo manual un pozo puede arrancarse directamente a una frecuencia programada, en este modo no se realiza ninguna regulación. En modo automático será el sistema quien decida arrancar uno u otro pozo según sea el proceso que se vaya a ejecutar y la configuración del bloque de pozos en automático.

2.2.2 Filtros y dosificadores

Existen cuatro filtros dos para cada línea. Estos filtros están compuestos por dos etapas, un primer filtro FIL01(A/B) para residuos grandes seguido de un segundo filtro FIL02(A/B) para partículas más pequeñas.

La instalación consta de equipos dosificadores de Acido y Antiincrustante para ajustar el nivel de PH, cada uno de ellos con una bomba para cada línea P02(A/B).

2.2.3 Líneas de osmosis

Existen dos procesos de osmosis inversa uno por cada línea que comparten el depósito de flushing V06(A/B).

2.2.4 Grupo de bombas de presión a Daimús

Consta de cuatro bombas idénticas modelo Hydro MPC-F 4 CR90-2-2 dispuestas en paralelo.

El grupo de presión mantiene la presión requerida a lo largo de la red incrementando o decrementando el número de bombas en marcha según sea la hora del día.

Actualmente solo se emplean 3 bombas durante las horas diurnas y 2 durante las nocturnas.

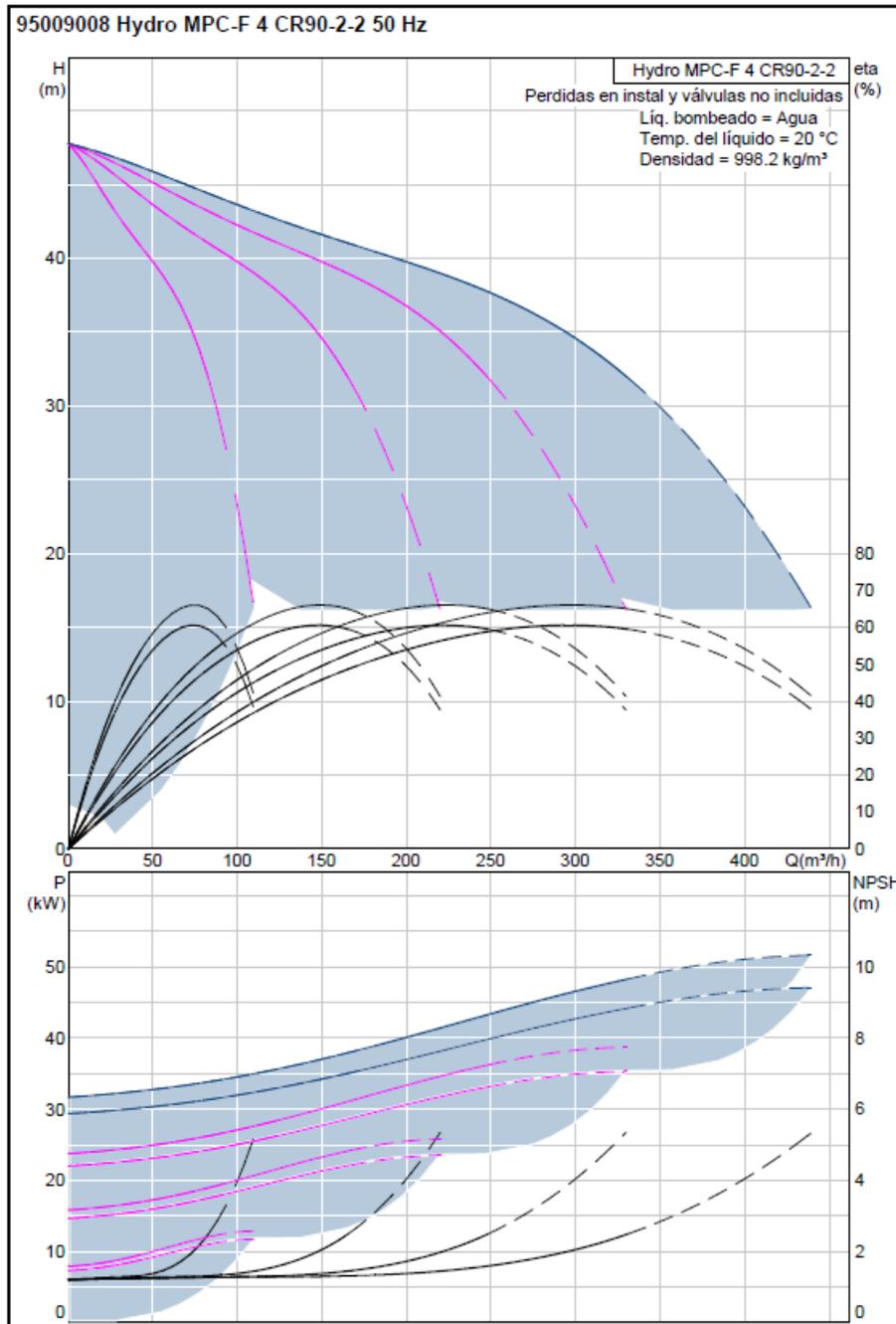
En la siguiente gráfica se presenta la curva resultante de la unión de las 4 bombas en paralelo.

En el eje X se representa el caudal impulsado en m³/h para ambas gráficas.

En la primera gráfica se muestra en el eje izquierdo la presión proporcionada por la bomba en metros columna de agua y en el eje derecho el rendimiento de la bomba.

En la segunda gráfica se muestra en el eje izquierdo la potencia consumida por el conjunto de bombas en KW y en el eje derecho la altura de aspiración neta positiva del conjunto para que no se produzca cavitación en la bomba.

ILUSTRACIÓN 3 CURVA CARACTERÍSTICA DEL CONJUNTO DE BOMBAS (FUENTE: AGUAS MOLTÓ S.L.)



2.2.5 Depósito regulador

Depósito regulador de aproximadamente 2.000 m³ de capacidad.

Situado a nivel del suelo a una altura de 4m.

2.2.6 Equipos de cloración

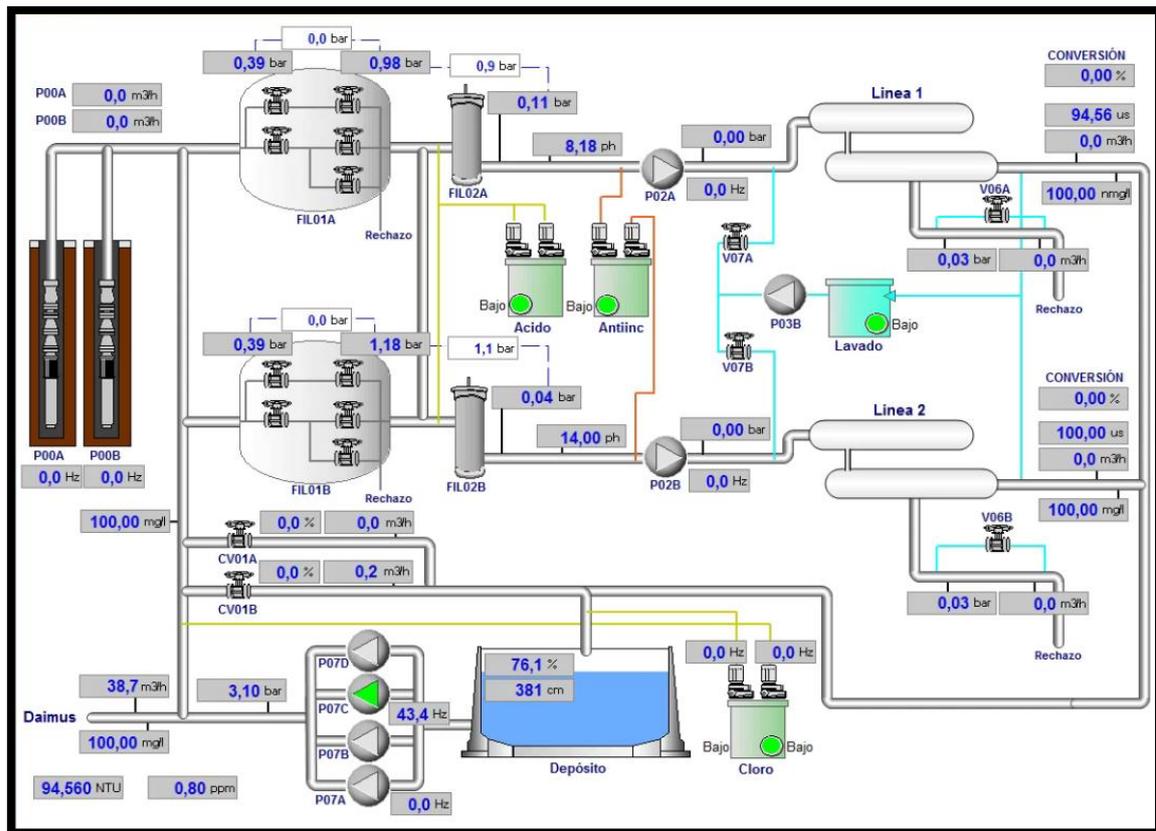
Consta de un depósito equipado con nivel mínimo y dos bombas con regulación de caudal. Existe un selector general que habilita la cloración, está podrá trabajar clorando el aporte a depósito o clorando directo a red si los pozos están configurados como tal.

2.2.7 Equipos de control y mezcla de nitratos

El equipo de medida de nitratos consta de un medidor de nitratos y un juego de electroválvulas para seleccionar la medida de nitratos de: pozos, osmosis línea A, B y salida a Daimús.

Para la mezcla existen dos electroválvulas de mezcla con regulación de posición y dos caudalímetros en serie con estas, cada conjunto válvula caudalímetro estará asignado a cada línea CV01(A/B).

ILUSTRACIÓN 4 . ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE DAIMÚS. (FUENTE: AGUAS MOLTÓ S.L.)



2.3 Red de abastecimiento.

2.3.1 Sectores de la red

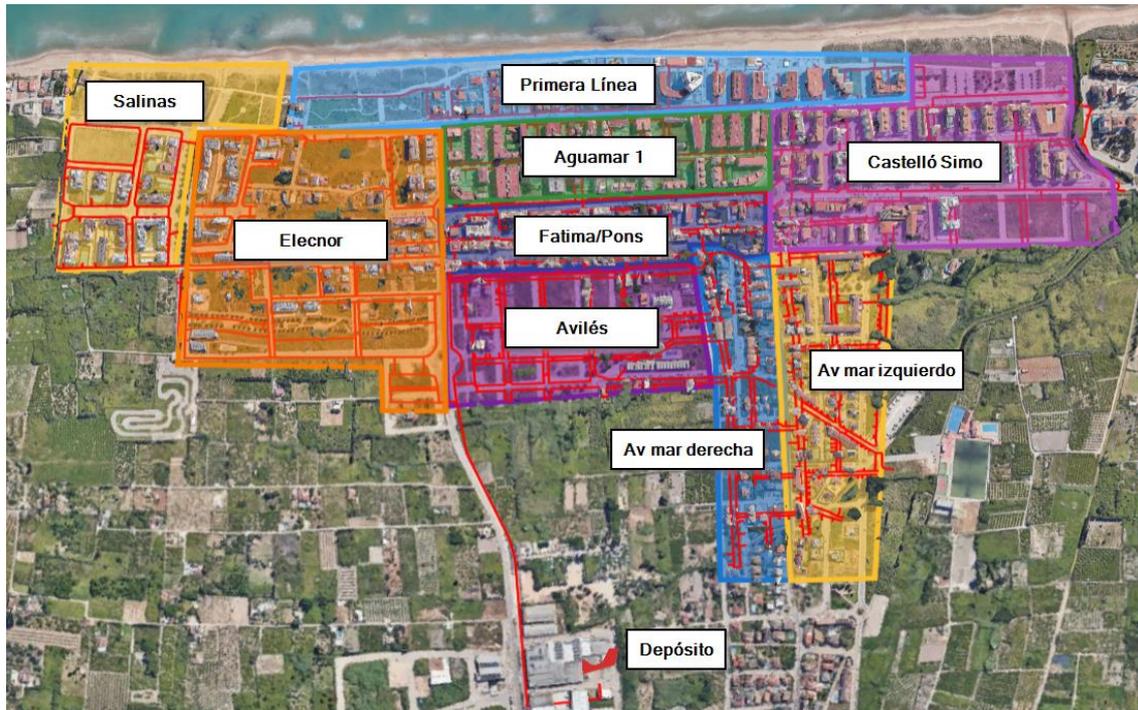
Toda la red de abastecimiento de Daimús se subdivide en secciones para poder llevar un mejor control.

Las distintas secciones son:

- Agumar 1
- Castelló Simó
- Avda. Mar izquierda
- Avda. Mar derecha
- Avilés
- Elecnor
- Fátima Pons
- Primera línea
- Salinas

Cada una de ellas cuenta con un medidor de presión y caudal. Además, existe un histórico de todos estos valores para así poder estudiar posibles fugas o valores anormales.

ILUSTRACIÓN 5 .LOCALIZACIÓN DE LOS SECTORES. (FUENTE: GOOGLE EARTH)



2.3.2 Materiales y dimensiones de la red.

Daimús es un pueblo muy antiguo y con mucha historia, por lo tanto, las zonas centrales y más antiguas del sistema de distribución hidráulico también son bastante antiguas.

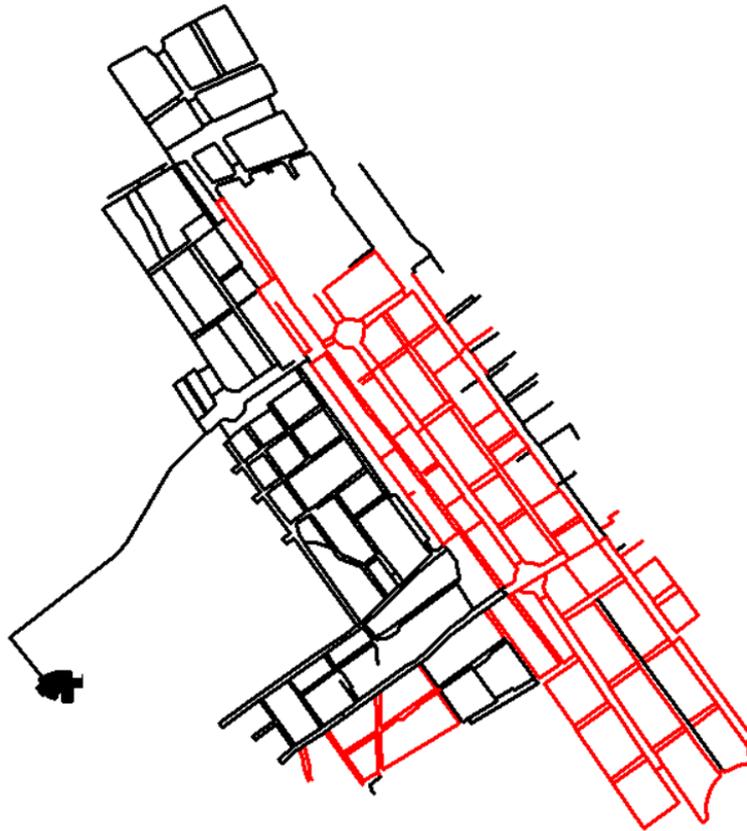
Durante la época entre el 1960 y el 2000 se construyó la mayor parte de tuberías utilizando fibrocemento, tuberías compuestas principalmente de cemento reforzado con fibras de amianto.

En el pasado se empleó este material en España por su bajo coste, sin embargo, en la actualidad se conoce que puede perjudicar a la salud de las personas su incorrecto funcionamiento o su degradación a lo largo del tiempo.

La red de Daimús está compuesta principalmente de tuberías de fibrocemento en las zonas más antiguas. Y en las áreas más modernas se han empezado a utilizar materiales más modernos y eficientes como el PEAD (polietileno de alta densidad) y el PVC (policloruro de vinilo).

En la siguiente imagen se pueden ver las tuberías que actualmente son de fibrocemento.

ILUSTRACIÓN 6 TUBERÍAS DE FIBROCEMENTO (FUENTE: AGUAS MOLTÓ SL)



La red de Daimús es una red que solo posee 34.700 m de tuberías, a comparación con la de Valencia que posee 18.700.000 m de tuberías, es una red relativamente pequeña.

La tubería principal es de unas dimensiones de 278 mm de diámetro interior, mientras que el resto de tubería varían entre los 150 y 40 mm de diámetro.

3. Objetivos

El objetivo de este proyecto es evaluar, adaptar y optimizar el sistema de hidráulico de bombeo para el futuro. Para ello nos centramos en dos puntos clave.

3.1 Viabilidad futura de las instalaciones

En esta primera parte se realizará la modelación hidráulica actual para conocer la situación de partida de las instalaciones.

Posterior mente se estimará la situación futura y se aplicarán distintas alternativas para garantizar la viabilidad de la instalación a largo plazo.

3.2 Optimización energética mediante el bombeo hidráulico híbrido.

En esta segunda parte se pretende reducir los costes de funcionamiento aprovechando la energía solar fotovoltaica. Mediante un bombe mixto se pretende reducir todo lo posible el consume energético de la red y así reducir tanto los costes de funcionamiento como la contaminación adyacente a la producción de esta energía.

4. Evaluación de alternativas.

4.1 Redimensionamiento de tuberías.

Incrementar el diámetro de las tuberías en una red de distribución de agua puede mejorar el rendimiento de la red de varias maneras clave.

4.1.1 Reduciendo las pérdidas de carga

La pérdida de carga es la pérdida de presión del agua a medida que fluye a través de las tuberías. Esta pérdida se debe a la fricción entre el agua y las paredes de la tubería. La pérdida de carga es inversamente proporcional al diámetro de la tubería: cuanto mayor es el diámetro, menor es la pérdida de carga. Esto se puede explicar mediante la ecuación de Darcy-Weisbach para la pérdida de carga:

ECUACIÓN 1 ECUACIÓN DE DARCY-WEISBACH PARA LA PÉRDIDA DE CARGA

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_f es la pérdida de carga.
- f es el factor de fricción.
- L es la longitud de la tubería.
- D es el diámetro de la tubería.
- v es la velocidad del flujo.
- g es la aceleración debida a la gravedad.

Al aumentar el diámetro, se reduce la pérdida de carga, mejorando la eficiencia del sistema y asegurando que el agua llegue a los consumidores con una presión adecuada.

4.1.2 Reducción del Riesgo de Fallos y Mantenimiento

Las tuberías de mayor diámetro son menos susceptibles a obstrucciones y bloqueos, lo que puede reducir la necesidad de mantenimiento y reparaciones. Además, al reducir la velocidad del agua (para un mismo caudal) disminuye la erosión interna de las tuberías y la formación de depósitos, lo que prolonga la vida útil de la infraestructura.

4.1.3 Aumento de la Capacidad de Transporte

El caudal de una tubería está directamente relacionado con el área de la sección transversal de la tubería y la velocidad del flujo:

ECUACIÓN 2 CAUDAL EN UNA TUBERÍA

$$Q = A \cdot v$$

ECUACIÓN 3 ÁREA TRANSVERSAL DE UNA TUBERÍA

$$A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

Por lo tanto, al aumentar el diámetro de la tubería, se incrementa significativamente el área de la sección transversal, lo que permite transportar un mayor volumen de agua por unidad de tiempo, mejorando así la capacidad de suministro.

4.1.4 Conclusión

Incrementar el diámetro de las tuberías en una red de distribución de agua mejora el rendimiento general al reducir la pérdida de carga, aumentar la capacidad de transporte, mejorar la calidad del servicio, reducir el riesgo de fallos y mantenimiento, y proporcionar mayor flexibilidad operativa. Aunque implica un mayor costo inicial en la instalación de tuberías más grandes, los beneficios a largo plazo en términos de eficiencia, confiabilidad y calidad del servicio suelen justificar la inversión.

4.2 Instalación de variadores de velocidad.

La instalación de un variador de velocidad en una red de distribución de agua puede mejorar significativamente la presión de varias maneras:

4.2.1 Control Preciso de la Velocidad de las Bombas

Un variador de velocidad permite ajustar la velocidad de los motores de las bombas de manera continua y precisa. Esto significa que las bombas pueden operar a la velocidad exacta necesaria para mantener una presión óptima en el sistema de distribución, en lugar de funcionar a velocidad fija. Al ajustar la velocidad de las bombas, se puede aumentar o disminuir la presión de salida según las necesidades del sistema.

4.2.2 Ajuste Dinámico a la Demanda

La demanda de agua en una red de distribución varía a lo largo del día y entre diferentes zonas. Con un variador de velocidad, las bombas pueden ajustar su operación en tiempo real para responder a estos cambios en la demanda. Por ejemplo, durante los picos de consumo, el variador de velocidad puede aumentar la velocidad de las bombas para garantizar que la presión del agua se mantenga adecuada en todas las partes de la red. Durante los períodos de baja demanda, puede reducir la velocidad de las bombas, evitando así el desperdicio de energía y el exceso de presión que podría dañar la infraestructura.

4.2.3 Reducción de Golpes de Ariete

El golpe de ariete es una onda de presión transitoria que ocurre cuando el flujo de agua se detiene o cambia bruscamente. Esto puede causar fluctuaciones en la presión y potencialmente dañar las tuberías y otros componentes de la red. Al controlar la velocidad de las bombas, un variador de velocidad puede mitigar el golpe de ariete al permitir arranques y paradas suaves de las bombas, reduciendo así las fluctuaciones de presión y mejorando la estabilidad del sistema.

4.2.4 Mejora de la Eficiencia Energética

El control de la velocidad de las bombas no solo mejora la presión, sino que también optimiza el consumo de energía. Las bombas operan de manera más eficiente a velocidades ajustadas a la demanda real, lo que reduce el consumo de energía y los costos operativos. Esta mayor eficiencia energética también se traduce en una menor generación de calor y desgaste, lo que prolonga la vida útil de las bombas y reduce los costos de mantenimiento.

4.2.5 Conclusión

La instalación de un variador de velocidad en una red de distribución de agua mejora la presión del sistema de manera efectiva al permitir un control preciso de la velocidad de las bombas, ajustándose dinámicamente a la demanda, reduciendo los golpes de ariete, mejorando la eficiencia energética y facilitando la integración con sistemas de control avanzados. Estos

beneficios se traducen en una red más eficiente, confiable y capaz de mantener una presión de agua adecuada para los usuarios finales.

4.3 Optimización energética mediante la energía solar fotovoltaica

El coste de la energía es cada vez mayor y la estación de bombeo actual emplea únicamente energía de la red eléctrica local.

La energía fotovoltaica está siendo cada vez más utilizada en el contexto de las bombas hidráulicas, principalmente debido a su capacidad para proporcionar una fuente de energía limpia, renovable y rentable. Aprovechando el clima soleado de Daimús, es lógico el estudio de la implementación de un sistema hidráulico mixto.

Los sistemas hidráulicos mixtos son sistemas que combinan tecnologías hidráulicas y solares para generar energía. En este tipo de sistemas, se utilizan paneles solares para captar la energía solar y convertirla en electricidad y así optimizar los costes energéticos.

La combinación de bombeo hidráulico mixto también proporciona una mayor independencia energética. Los sistemas pueden operar de manera autónoma, sin necesidad de estar conectados a la red eléctrica, lo que mejora la fiabilidad del suministro de agua.

5. Metodología

5.1. Modelación y simulación hidráulica de la situación actual

Para determinar la situación de partida y comprobar si actualmente se cumplen los requisitos de presión en toda la red, primero se efectuará una simulación mediante la aplicación EPANET 2.2.

EPANET es un software de simulación desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para analizar el comportamiento hidráulico y la calidad del agua dentro de redes de distribución de agua potable. Fue diseñado para ayudar a los ingenieros y planificadores en la gestión y optimización de estas redes.

Para realizar la simulación necesitamos el esquema de la red, una estimación de la demanda máxima que se podría realizar y la distribución de esta a lo largo de la red. Finalmente, se calcula el coeficiente punta de la red, es decir, como se distribuye la demanda a lo largo del día. Y se especifica la curva de las bombas hay instaladas.

Por último, se realizarán estos cálculos de forma aislada para el consumo que corresponde al riego. Este consumo se corresponde con un porcentaje no muy grande con respecto al consumo urbano, pero ya que va a ser necesario su cálculo en el apartado del coeficiente punta de red, se añadirá a la simulación para mejorar su exactitud.

En esta ocasión ya poseemos el dibujo de la red y los nudos de consumo, esta información ha sido proporcionada por la empresa que la gestiona.

5.1.1 Demanda base de la red.

La demanda base de la red son los litros de agua por segundo de media que debe de suministrar el conjunto de bombas a la red para satisfacer la demanda.

En este caso ya que la red es relativamente pequeña se calculará la demanda base de cada sector por separado. Primero se calcula la demanda base de toda la población en el mes con más consumo y luego se calcula el porcentaje destinado a cada sector.

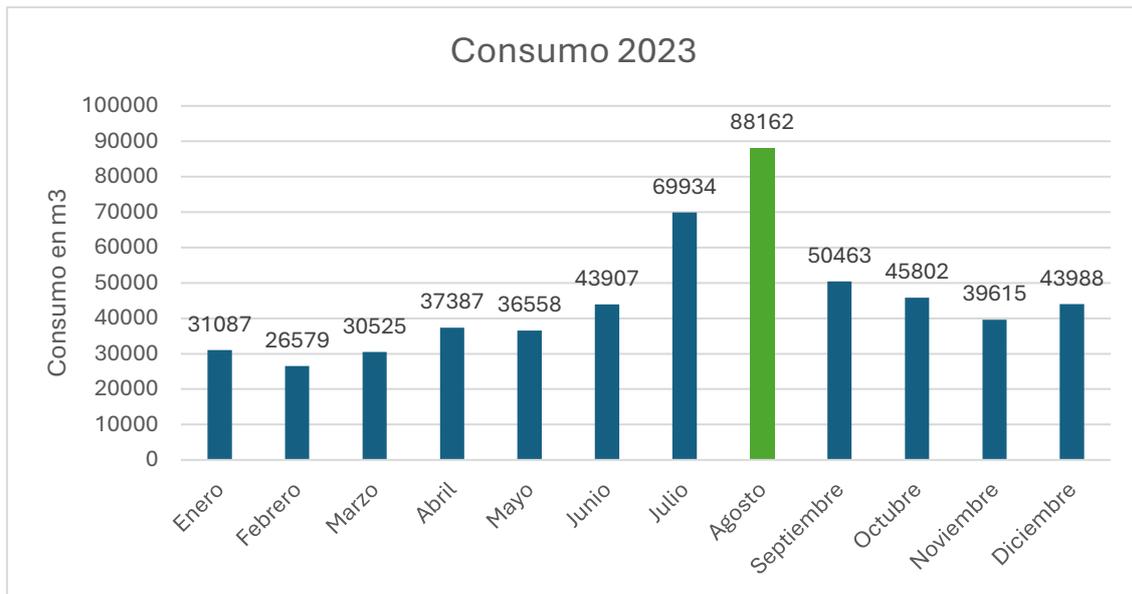
La demanda base de la red se puede calcular de dos formas:

- Mediante una aproximación en función al número de habitantes
- Mediante los datos extraídos del historial de consumo del contador principal.

5.1.1.1 Calculo de la demanda base en función los datos del contador principal.

La planta posee un contador a la salida del depósito que registra los valores de consumo en m³ de la red. Con estos valores podemos determinar en qué mes se consume mayor cantidad de agua y el caudal medio de la demanda.

ILUSTRACIÓN 7 CONSUMO POR MESES DE LA POBLACIÓN DE DAIMÚS (FUENTE: CONTADOR DE LA RED)



De esta gráfica se observa que el mes de agosto posee el mayor consumo, por lo que se realizará todo el cálculo sobre este mes.

Con una simple división pasamos de 88162 m³/mes a 34,013 l/s.

Este valor se multiplicará posteriormente por el porcentaje de consumo de cada sector para obtener la demanda media por sector.

5.1.1.2 Aproximación de la demanda base en función del número de habitantes.

Aunque con el cálculo anterior ya poseemos la información de la demanda base, se volverá a calcular mediante una aproximación en función del número de habitantes por dos razones:

- Para garantizar la fiabilidad de los datos.
- Para garantizar que la utilización de esta aproximación es también correcta. Ya que será la empleada en el cálculo de la demanda en la situación futura.

Para este cálculo se necesita el número de habitantes, por eso se consultan los datos del instituto nacional de estadística. Se tendrá en cuenta los habitantes censados en el municipio de Daimús y los turistas tanto nacionales como extranjeros que visitan el pueblo en los meses de verano.

Estos datos se observan de la siguiente tabla con valores extraídos del INE.

TABLA 1 HABITANTES EN DAIMÚS DURANTE EL MES DE AGOSTO 2023 (FUENTE: INE)

	Habitantes mes de agosto (2023)
Turistas Nacionales (Agosto 2023)	14.416
Turistas Extranjeros (Agosto 2023)	2533
Población Daimús	3348
Total	20.297

Para el cálculo utilizaremos una media de 150 litros de agua potable al día por habitante, este valor es ligeramente superior a la media de 142 (Fuente: Fundación Aquae) que se estima que se consume de media en España.

Utilizando la siguiente fórmula, resulta en un consumo de 35'238 (l/s) en todo el municipio.

ECUACIÓN 4 CÁLCULO DE LA DEMANDA BASE CON APROXIMACIÓN

$$Q = \frac{150 \frac{l}{hab * día} * 20.297 hab}{3600 * 24 \left(\frac{s}{día}\right)} = 35'238 l/s$$

Este valor es muy parecido al obtenido empíricamente de 34,013 l/s. Y aunque utilizaremos el valor empírico para el modelado de la situación actual, este dato nos confirma la correcta aproximación que supone esta fórmula.

5.1.1.3 Distribución de la demanda por sectores.

La red de Daimús dispone de contadores en cada sector para determinar la cantidad de m³ que se destina a cada sector. Sin embargo, no podemos utilizar directamente los valores de estos contadores para el cálculo de la demanda base en los meses de verano ya que, durante estos meses se abren algunas válvulas para mejorar el suministro de la red y hacen que los contadores ya no sean independientes. Es decir, parte del consumo circula por vías alternativas y no se registra en estos contadores.

Debido a esto se ha realizado el siguiente razonamiento: Se han utilizado los datos de consumo del mes de mayo de 2024 para extraer el porcentaje de consumo de cada sector y luego se ha multiplicado el mismo por el valor calculado en el apartado 4.1.1 para obtener la demanda base de cada sector durante el mes de agosto.

Como en toda red hidráulica siempre existe un porcentaje de fugas, en esta red se estima que, durante el mes de mayo, un 15% del consumo fue debido a fugas. Este valor es la cantidad de agua que ha sido registrada a la salida del depósito menos la suma de todos los consumos de cada sector. Como no se sabe en qué sector hay más fugas se han dividido las misma de forma equivalente entre todos los sectores para la simulación.

TABLA 2 CONSUMO POR SECTORES DURANTE EL MES DE MAYO 2024 (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

Sector	Consumo Mayo 2024 (m3)	% del total	Demanda del sector (l/s)
Total municipio	45650	100%	34,013
AGUAMAR 1	4544	10%	3,961
Av mar izquierdo	2040	4%	2,096
Castelló Simo	5849,76	13%	4,934
Av mar derecha	1157,49	3%	1,438
Avilés	5034,64	11%	4,327
Elecnor	4663	10%	4,050
Fatima/Pons	4436	10%	3,881
Primera Linea	8685,22	19%	7,047
Salinas	2287,59	5%	2,280
Pérdidas	6952,3	15%	

Estos son los valores de las demandas base de cada sector durante el mes agosto (el de más demanda) del año 2023. Ahora falta dividir este valor entre el número de nudos que posea cada sector dentro de Epanet.

TABLA 3 DEMANDA BASE DE CADA NUDO DE CADA SECTOR (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

SECTOR	Demanda sector(l/s)	Nr, nudos	Demanda por nudo (l/s)
AGUAMAR 1	3,961	50	0,079
Av mar izquierdo	2,096	35	0,060
Castelló Simo	4,934	53	0,093
Av mar derecha	1,438	28	0,051
Avilés	4,327	46	0,094
Elecnor	4,050	84	0,048
Fatima/Pons	3,881	33	0,118
Primera Linea	7,047	38	0,185
Salinas	2,280	16	0,143

5.1.2 Coeficiente punta de Red

En una red de distribución el caudal demandado por los nudos depende de la hora del día.

Por esto se utiliza un coeficiente multiplicador de la demanda media de los nudos para ajustar que por las tuberías circule el caudal máximo probable en cada momento del día.

Por lo tanto, el coeficiente de punta de red es la relación entre el consumo máximo a inyectar a la red durante una hora del tiempo entre el consumo medio del día.

Para realizar estos cálculos se utilizará al igual que en el cálculo de la demanda los datos obtenidos de los contadores de cada sector durante el mes de mayo de 2024. Estos contadores realizan lecturas cada 12 o 24 horas y con los mismos podemos obtener la siguiente tabla con el consumo medio en m³ cada hora del día en cada sector durante el mes de mayo.

TABLA 4 CONSUMO MEDIO POR HORA EN CADA SECTOR DURANTE EL MES DE MAYO DE 2024 (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

m3 consumidos de media cada hora por sector Mayo 2024																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Aguamar 1	5,2	4,4	5,3	7,3	4,4	3,4	5,3	8,6	8,1	9,1	9,6	9,0	9,4	8,0	6,9	8,0	7,6	6,6	5,7	6,3	6,0	6,0	6,4	6,3
Av mar izquierdo	1,1	2,7	3,0	5,0	5,0	3,0	3,3	2,9	3,7	2,4	2,7	2,7	3,9	2,9	2,7	2,1	2,3	2,0	2,1	2,9	2,6	2,9	1,9	1,4
Castelló Simo	3,5	3,6	3,1	9,7	13,4	14,7	13,4	14,7	10,4	10,4	9,0	9,0	7,7	7,1	6,7	7,6	6,9	5,1	7,0	5,9	6,6	6,4	5,9	5,1
Av mar derecha	0,9	0,7	0,7	2,1	2,1	0,3	0,9	1,4	2,6	2,4	2,4	2,1	2,3	3,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,9	2,9	2,7	2,4	1,9	0,9
Avilés	6,7	10,3	10,7	10,4	8,0	7,1	7,6	10,3	9,6	13,4	10,9	10,3	10,1	9,4	8,7	8,4	7,4	6,7	7,1	7,6	7,6	7,7	7,0	6,1
Elecnor	4,7	10,6	10,0	13,9	21,0	15,0	9,9	8,0	8,4	3,4	2,1	1,9	3,0	5,1	4,3	4,0	4,4	2,9	1,7	1,9	1,9	1,9	1,3	1,6
Fatima/Pons	4,3	3,9	4,4	5,4	6,9	6,4	5,4	5,9	5,9	9,7	8,7	8,3	7,9	7,0	7,1	6,1	6,7	6,0	6,0	6,6	6,9	7,3	5,4	6,1
Primera Linea	9,2	9,3	10,4	12,9	17,3	14,9	14,9	12,0	12,9	14,0	13,6	13,0	13,4	12,6	13,0	11,7	11,4	10,9	11,4	12,1	12,3	12,1	10,4	7,9
Salinas	0,8	0,9	1,6	1,3	1,4	1,9	2,1	1,6	1,4	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7

En estos valores se aprecian consumos muy elevados durante las horas nocturnas, esto se puede explicar debido al riego de jardines y parques que se realiza normalmente entre las 2 y las 8 de la mañana dependiendo de cada sector.

Durante el mes de mayo se facturaron casi 6000 m³ al ayuntamiento debido al riego de estas zonas. Durante el mes de mayo el consumo fue solo de 36000 m³, por lo que el riego supone un porcentaje importante del total.

Si directamente se escalaran estos valores para el mes de agosto, se cometería un error ya que se estaría multiplicando no solo el consumo de las personas sino además el gasto en riego. Es verdad que el gasto en riego se incrementa ligeramente durante el verano, pero a comparación con el incremento debido a los turistas, el consumo por riego se puede considerar constante.

Si se separa el consumo urbano del consumo de riego se obtienen los siguientes valores:

TABLA 5 CONSUMO MEDIO URBANO DURANTE EL MES DE MAYO DE 2024 (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

m3 de media consumidos cada hora URBANO																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Aguamar 1	5,2	3,4	3,3	3,3	2,9	2,4	4,8	8,6	8,1	9,1	9,6	9,0	9,4	8,0	6,9	8,0	7,6	6,6	5,7	6,3	6,0	6,0	6,4	6,3
Av mar izquierdo	1,1	1,3	1,3	1,8	1,8	1,6	2,6	2,6	3,7	2,4	2,7	2,7	3,9	2,9	2,7	2,1	2,3	2,0	2,1	2,9	2,6	2,9	1,9	1,4
Castelló Simo	3,5	3,6	3,1	4,4	5,5	6,8	6,4	7,6	10,4	10,4	9,0	9,0	7,7	7,1	6,7	7,6	6,9	5,1	7,0	5,9	6,6	6,4	5,9	5,1
Av mar derecha	0,9	0,7	0,6	0,8	0,8	0,3	0,9	1,4	2,6	2,4	2,4	2,1	2,3	3,0	2,0	1,9	1,7	1,6	1,9	2,9	2,7	2,4	1,9	0,9
Avilés	6,7	6,7	6,8	6,5	5,9	6,4	7,6	10,3	9,6	13,4	10,9	10,3	10,1	9,4	8,7	8,4	7,4	6,7	7,1	7,6	7,6	7,7	7,0	6,1
Elecnor	2,7	2,9	2,3	2,3	2,6	2,3	2,2	2,2	2,9	2,6	2,1	1,9	3,0	5,1	4,3	4,0	4,4	2,9	1,7	1,9	1,9	1,9	1,3	1,6
Fatima/Pons	4,3	3,9	3,7	3,8	4,4	4,8	4,7	5,9	5,9	9,7	8,7	8,3	7,9	7,0	7,1	6,1	6,7	6,0	6,0	6,6	6,9	7,3	5,4	6,1
Primera Linea	9,2	7,5	6,9	6,7	8,1	8,1	8,7	10,2	12,9	14,0	13,6	13,0	13,4	12,6	13,0	11,7	11,4	10,9	11,4	12,1	12,3	12,1	10,4	7,9
Salinas	0,8	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7

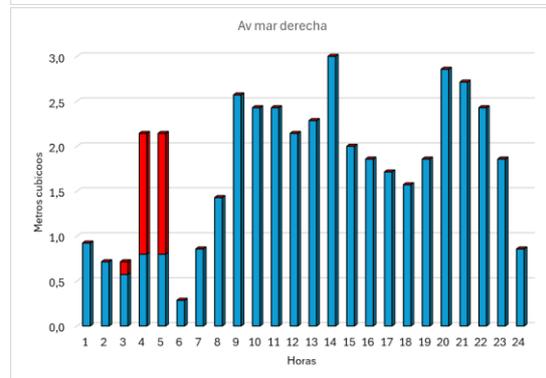
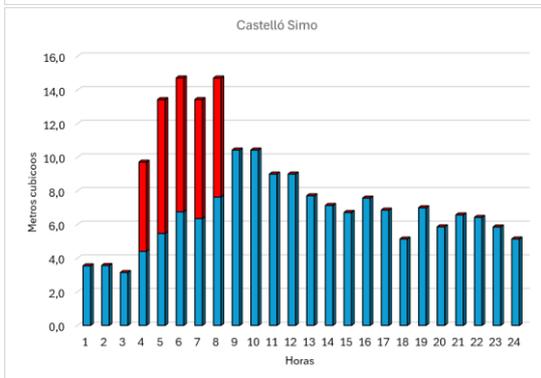
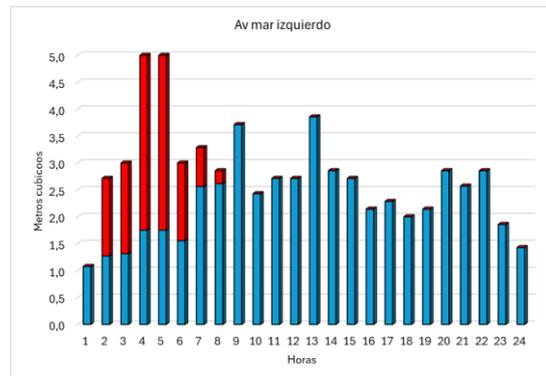
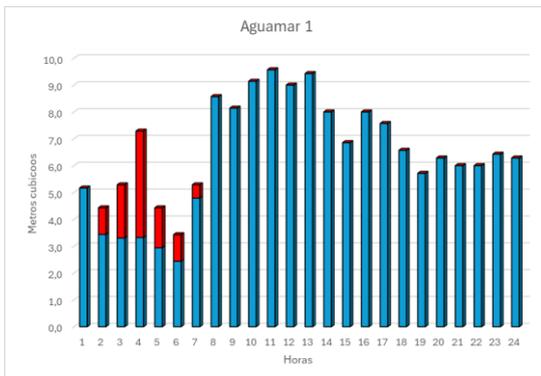
TABLA 6 CONSUMO MEDIO RIEGO DURANTE EL MES DE MAYO DE 2024 (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

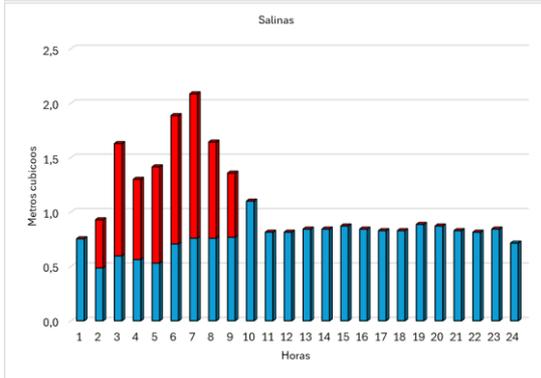
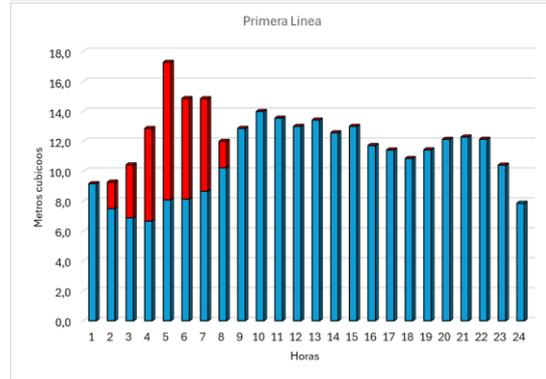
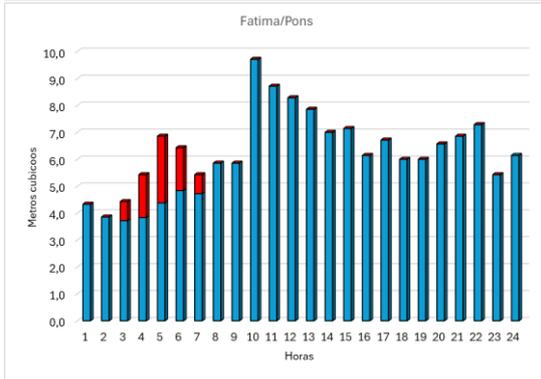
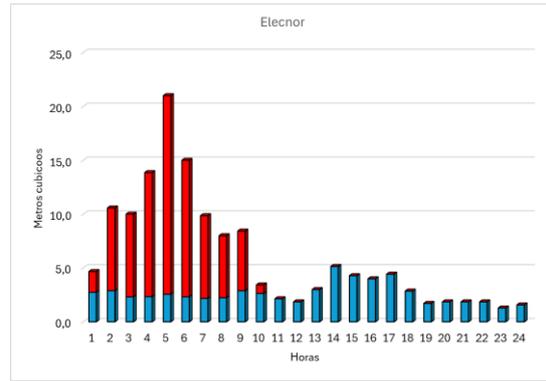
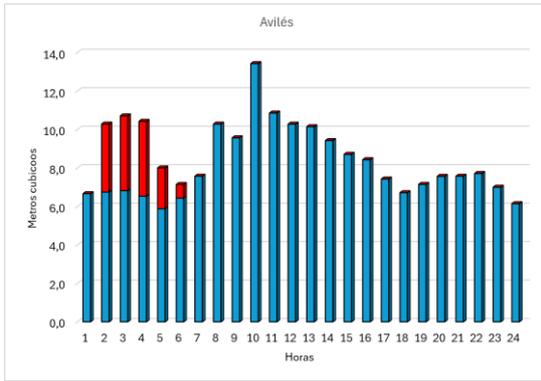
m3 de media consumidos cada hora RIEGO																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Aguamar 1	0,0	1,0	2,0	4,0	1,5	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Av mar izquierdo	0,0	1,4	1,7	3,2	3,2	1,4	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Castelló Simo	0,0	0,0	0,0	5,3	8,0	8,0	7,1	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Av mar derecha	0,0	0,0	0,1	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Avilés	0,0	3,5	3,9	3,9	2,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elecnor	1,9	7,7	7,7	11,5	18,4	12,7	7,7	5,8	5,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fatima/Pons	0,0	0,0	0,7	1,6	2,5	1,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primera Línea	0,0	1,8	3,5	6,2	9,2	6,7	6,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Salinas	0,0	0,4	1,0	0,7	0,9	1,2	1,3	0,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Las gráficas correspondientes a estos valores son las siguientes:

ILUSTRACIÓN 8 GRÁFICAS DE LOS CONSUMOS MEDIOS POR SECTORES (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

■ Riego ■ Urbano





Una vez aislados los valores referentes al consumo urbano ya podemos extraer el coeficiente punta de red para cada sector que se introducen en la aplicación Epanet para realizar la simulación.

TABLA 7 COEFICIENTES PUNTA DE RED CONSUMO URBANO (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

Coeficiente punta de la red URBANO																								
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Aguamar 1	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
Av mar izquierdo	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	1,1	1,1	1,6	1,1	1,2	1,2	1,7	1,2	1,2	0,9	1,0	0,9	0,9	1,2	1,1	1,2	0,8	0,6
Castelló Simo	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,0	1,2	1,6	1,6	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0	1,2	1,0	0,8	1,1	0,9	1,0	1,0	0,9	0,8
Av mar derecha	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,2	0,5	0,8	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,8	1,2	1,1	1,0	0,9	1,1	1,7	1,6	1,4	1,1	0,5
Avilés	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	1,3	1,2	1,7	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
Elecnor	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	0,8	0,7	1,1	2,0	1,6	1,5	1,7	1,1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6
Fatima/Pons	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,6	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	0,9	1,0
Primera Linea	0,9	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	0,7
Salinas	1,0	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,4	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	0,9

5.1.3 Demanda base y coeficiente punta de red correspondiente al riego

Esta información no influye mucho en los resultados de la simulación ya que en verano el consumo urbano es bastante superior al consumo de riego, sin embargo y puesto que era necesario su cálculo en los anteriores apartados, se incluirán en la simulación para mejorarla.

El consumo de riego durante los meses de abril y mayo de 2024 fue de 10992'8 m³, eso equivale a un consumo medio de 2'355 l/s. Esta demanda se reparte entre cada sector según los porcentajes de la siguiente tabla calculados a partir de la superficie ajardinada de cada sector. Si multiplicamos los porcentajes por la demanda base se obtiene la demanda base de cada sector.

TABLA 8 DEMANDA BASE DE CADA NUDO DE CADA SECTOR DESTINADO AL RIEGO (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

Demanda de riego	% destinado a cada sector	l/s	Nr de nudos	Demanda por nudo (l/s)
Aguamar 1	4,9%	0,115	50	0,002
Av mar izquierdo	5,9%	0,139	35	0,004
Castelló Simo	17,4%	0,409	53	0,008
Av mar derecha	1,4%	0,033	28	0,001
Avilés	7,0%	0,164	46	0,004
Elecnor	39,2%	0,922	84	0,011
Fatima/Pons	3,5%	0,082	33	0,002
Primera Linea	17,4%	0,409	38	0,011
Salinas	3,5%	0,082	16	0,005

El coeficiente punta de red referente al riego lo calculamos de la tabla del apartado anterior.

TABLA 9 COEFICIENTES PUNTA DE RED CONSUMO DESTINADO A RIEGO (FUENTE: CONTADORES DE LA RED)

Coeficiente punta de la red RIEGO																									
Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Aguamar 1	0,0	2,4	4,8	9,6	3,6	2,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Av mar izquierdo	0,0	2,9	3,4	6,5	6,5	2,9	1,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Castelló Simo	0,0	0,0	0,0	3,6	5,4	5,4	4,8	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Av mar derecha	0,0	0,0	1,2	11,4	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Avilés	0,0	6,0	6,6	6,6	3,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elecnor	0,6	2,3	2,3	3,5	5,6	3,8	2,3	1,7	1,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fatima/Pons	0,0	0,0	2,4	5,4	8,4	5,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primera Linea	0,0	1,2	2,4	4,2	6,2	4,6	4,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Salinas	0,0	1,5	3,5	2,5	3,0	4,0	4,5	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5.1.4 Conjunto de bombas de la instalación

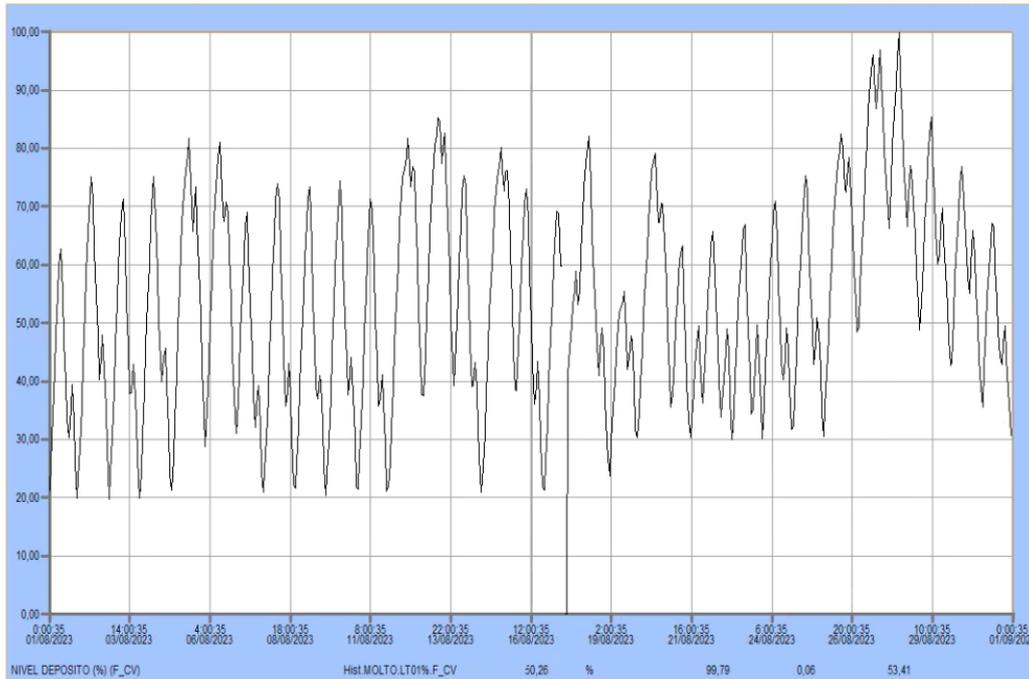
Para el bombeo a la red de Daimús se emplean 4 bombas (modelo Hydro MPC-F 4 CR90-2-2) dispuestas en paralelo. Estas bombas son necesarias ya que debido a la naturaleza del terreno no se dispone de un embalse en elevación.

En Epanet se han añadido las curvas de presión/rendimiento en relación con el caudal.

Cabe resaltar que en la simulación se considera que el depósito siempre tiene agua. Este depósito es rellenado por dos bombas que extraen agua de dos pozos subterráneos que posteriormente pasa por un proceso de tratamiento. No se tienen en cuenta las bombas de los pozos en el modelo debido a que, en caso de aumentar mucho la demanda de la red, estas bombas poseen mucho margen para aumentar su caudal ya que actualmente están la mayor parte del tiempo paradas.

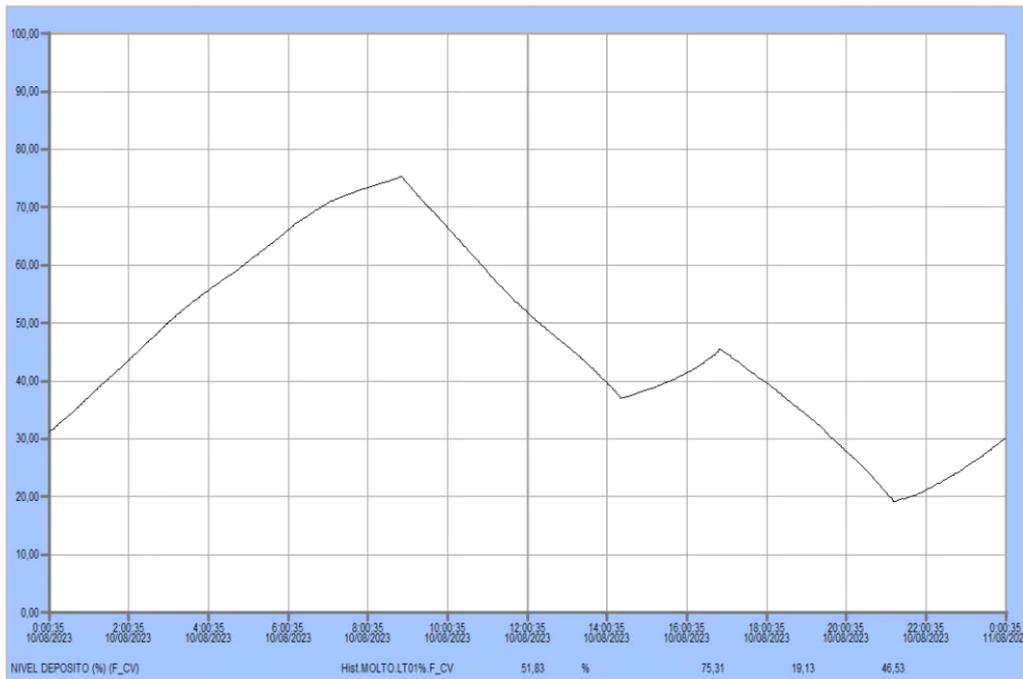
En estas dos gráficas se puede observar que las bombas que alimenta al depósito están gran parte del tiempo paradas incluso durante el mes de más consumo del año.

ILUSTRACIÓN 9 NIVEL DE DEPÓSITO A LO LARGO DEL MES DE AGOSTO DE 2023



Si se extrae el nivel del depósito durante un día cualquiera del mes de agosto (mes de máxima demanda), se observa que las bombas de los pozos se encuentran paradas durante una gran parte del día.

ILUSTRACIÓN 10 DE DEPÓSITO A LO LARGO DEL 10 DE AGOSTO DE 2023

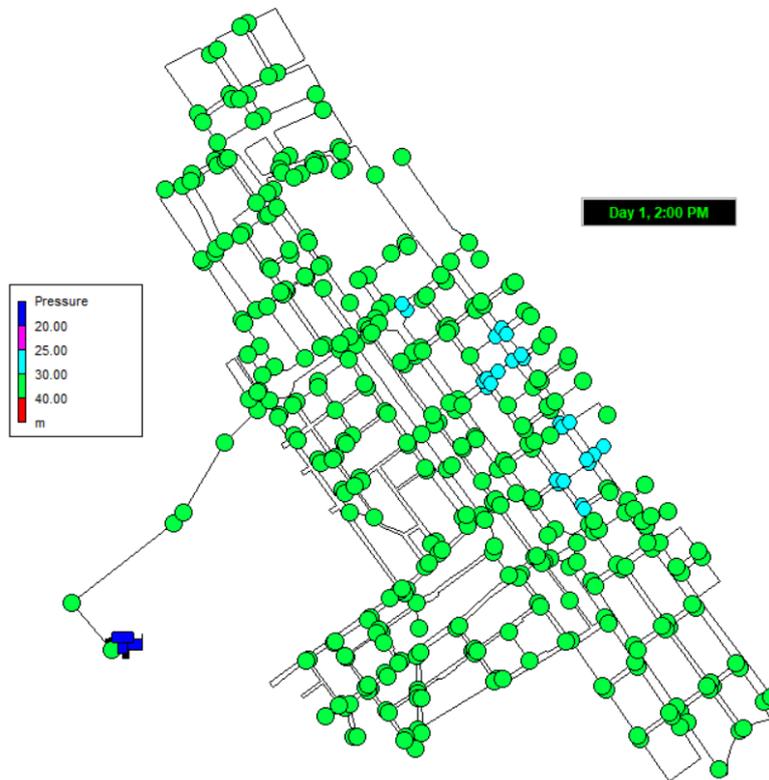


5.2 Resultados de la simulación de la situación actual

Como resultado de la simulación se obtienen los siguientes resultados:

Durante el día la instalación puede funcionar perfectamente utilizando solo 3 bombas, garantizando una presión en todos los nudos de la red alrededor de los 30 metros.

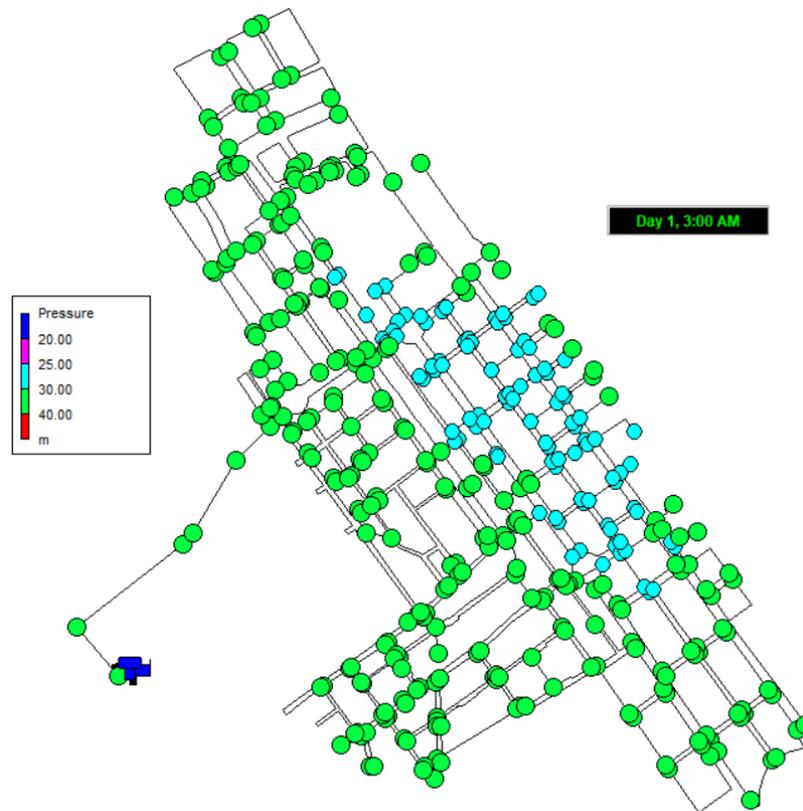
ILUSTRACIÓN 11 SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL A LA 2PM



Durante la noche se puede desconectar otra bomba adicional y funcionar exclusivamente con 2 bombas.

Con esta disposición se garantizan presiones en todos los nudos de entre 25 y 30 m, presión suficiente para un riego de calidad y no demasiada para evitar pérdidas por fugas.

ILUSTRACIÓN 12 SIMULACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL A LA 3 AM



5.3 Modelación y simulación hidráulica de la situación futura

Para poder realizar correctamente una simulación del modelo hidráulico futuro primero se debe realizar una estimación de la población futura. Posteriormente calcular la variación de la demanda debida al cambio demográfico. Por último, estudiar cómo y dónde se distribuirá esta variación de la demanda.

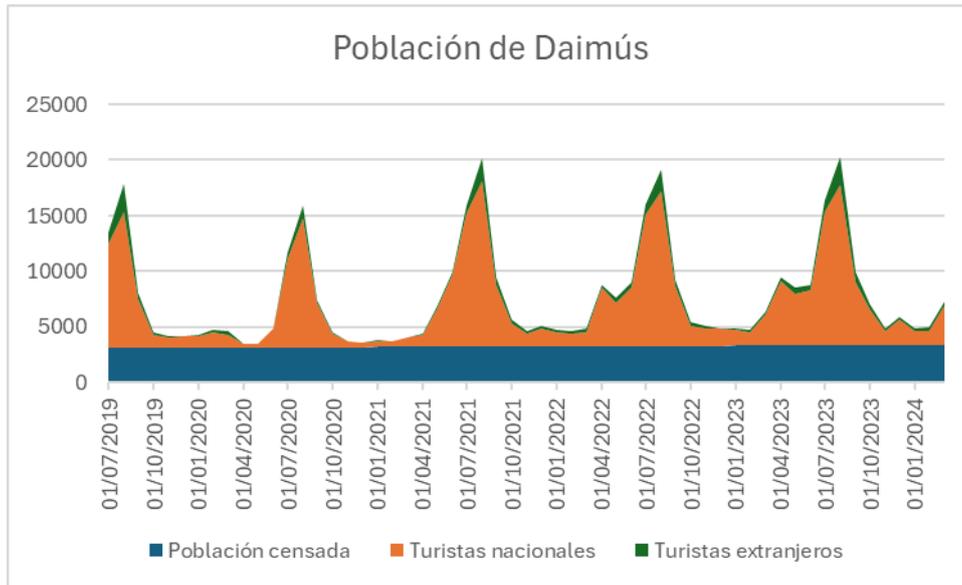
Se considerará que el patrón de consumo será igual al actual ya que se supone que los nuevos habitantes de Daimús tendrán los mismos hábitos o muy parecidos a los actuales.

5.3.1 Estimación de la población futura mediante datos del INE

Una opción para estimar la población futura que puede llegar a tener Daimús durante las próximas décadas es utilizando datos del INE, más concretamente las estadísticas de turismo nacional e internacional y el censo de habitantes.

Este gráfico representa la evolución y la procedencia de la población de Daimús desde el año 2019, primer año que se tienen datos.

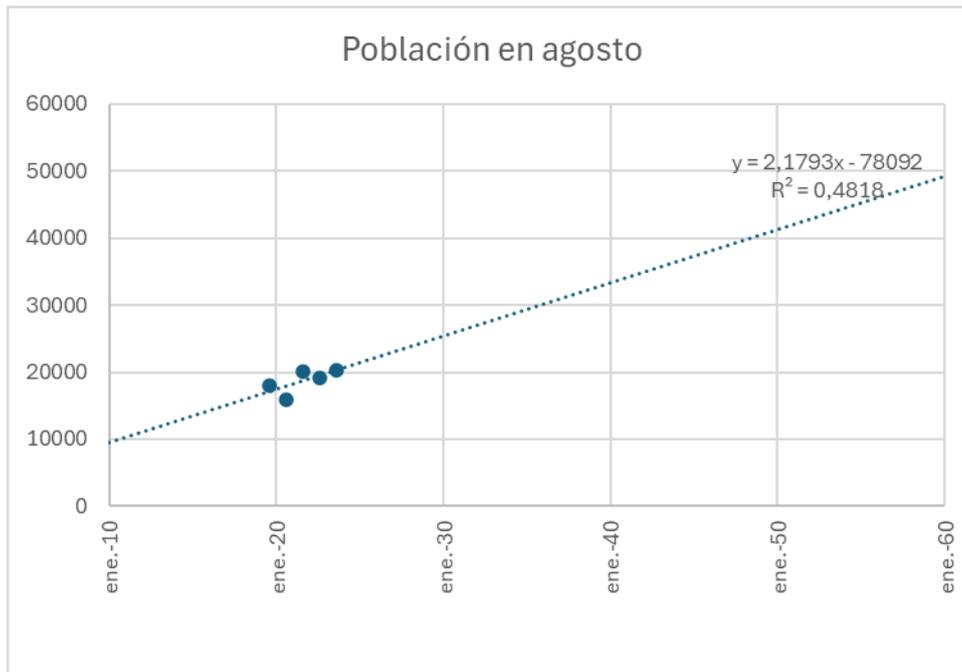
ILUSTRACIÓN 13 HABITANTES DE DAIMÚS (FUENTE: INE)



Mediante estos datos se puede realizar una aproximación utilizando la recta lineal de mínimos cuadrados tomando los valores del mes de agosto de cada año.

La recta lineal de mínimos cuadrados es una herramienta estadística utilizada para encontrar la línea que mejor se ajusta a un conjunto de datos en un plano cartesiano, minimizando la suma de los cuadrados de las diferencias (residuos) entre los valores observados y los valores predichos por la línea.

ILUSTRACIÓN 14 RECTA LINEAL DE MÍNIMOS CUADRADOS (FUENTE: CALCULADA A PARTIR DE DATOS DEL INE)



El coeficiente de determinación es una medida estadística que indica qué tan bien se ajusta una recta (u otro modelo) a un conjunto de puntos de datos. En el contexto de la regresión lineal, R^2

mide la proporción de la variabilidad en la variable dependiente que puede ser explicada por la variable independiente.

En este caso la R^2 resultante es de 0'4818, por lo que la recta obtenida no es una buena aproximación de la población futura.

Debido a esta falta de datos se calculará la demanda hidráulica futura mediante otro método.

5.3.2 Estimación de la demanda futura equiparando consumos entre sectores.

El municipio de Daimús se divide en distintos sectores, (explicados en el apartado 2.3.1).

De estos sectores si se calcula el consumo de litros por segundo por Km^2 se obtienen los siguientes valores.

TABLA 10 DEMANDA POR KM^2 DE CADA SECTOR (FUENTE: CALCULO PROPIO A PARTIR DE DATOS DE AGUAS MOLTÓ SL)

SECTOR	Demanda del sector (l/s)	Metros cuadrados del sector	l/s por Km^2
AGUAMAR 1	3,961	75.066,21	52,77
Av mar izquierdo	2,096	101.275,33	20,69
Castelló Simo	4,934	160.142,41	30,81
Av mar derecha	1,438	68.290,99	21,06
Avilés	4,327	111.167,87	38,92
Elecnor	4,050	217.776,99	18,60
Fatima/Pons	3,881	61.008,78	63,61
Primera Línea	7,047	108.192,41	65,13
Salinas	2,280	93.285,52	24,44
Total	34,013		

Estos resultados se pueden explicar con el porcentaje de urbanización de estos sectores.

Los sectores de Aguamar1, Fátima/Pons y Primera Línea se encuentran prácticamente del todo urbanizados, no poseen apenas solares sin edificar. Esto se puede observar en la siguiente imagen:

ILUSTRACIÓN 15 SECTORES MÁS URBANIZADOS DE DAIMÚS (FUENTE: GOOGLE EARTH)



Sin embargo, en los demás sectores existen muchos solares sin edificar que en el futuro poco a poco se edificarán y se construirán casa y edificios nuevos que contribuirán a aumentar el consumo de agua del municipio. En las siguientes 2 imágenes se resaltan los solares vacíos en los sectores Avilés y Castelló Simó para ejemplificar lo explicado.

ILUSTRACIÓN 16 ZONAS SIN EDIFICAR SECTOR AVILÉS (FUENTE: GOOGLE EARTH)



ILUSTRACIÓN 17 ZONAS SIN EDIFICAR SECTOR CASTELLÓ SIMÓ (FUENTE: GOOGLE EARTH)



Para esta nueva simulación de la situación futura se supondrá que la demanda de todos los sectores menos urbanizados es igual a la media de los 3 sectores más urbanizados.

Con estos nuevos valores, la demanda de cada sector es la siguiente:

TABLA 11 DEMANDA FUTURA DE CADA SECTOR (FUENTE: PROPIA)

SECTOR	Demanda si todos los demás sectores se edificaran completamente(l/s)	Nr, nudos	Demanda base por nudo
AGUAMAR 1	4,542	50	0,091
Av mar izquierdo	6,128	35	0,175
Castelló Simo	9,689	53	0,183
Av mar derecha	4,132	28	0,148
Avilés	6,726	46	0,146
Elecnor	13,176	91	0,145
Fatima/Pons	3,881	33	0,118
Primera Linea	7,047	38	0,185
Salinas	5,644	16	0,353
Total	60,964		

Estos valores corresponden a un incremento del 79% en la demanda total.

5.4 Resultados de la simulación de la situación futura

5.4.1 Simulación con la configuración actual y la nueva demanda futura.

Durante esta primera simulación se cambiará la demanda, manteniendo la misma configuración de bombas, 3 de 4 encendidas durante el día y 2 de 4 encendidas durante la noche. De esta forma se comprueba que efectivamente hay que hacer reformas en el futuro ya que con esta configuración no se cumplen ni los requisitos durante las horas nocturnas ni durante las horas diurnas.

Las presiones deberían de superar los 30 metros de columna de agua durante todas las horas del día. Sin embargo, si no se realiza ningún cambio no alcanzamos este requisito en todos los nudos de la red a todas las horas del día.

ILUSTRACIÓN 18 SIMULACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN DE BOMBAS ACTUAL DURANTE EL DÍA

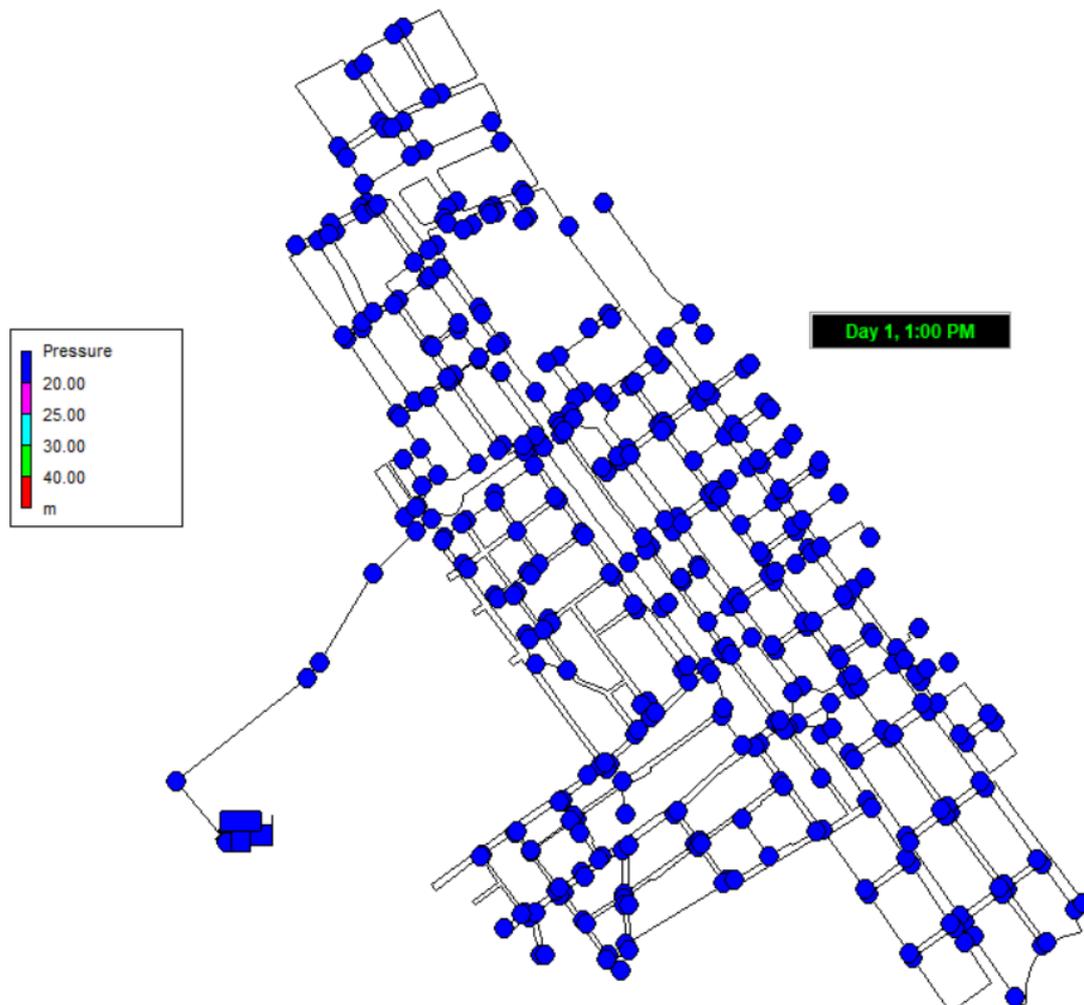
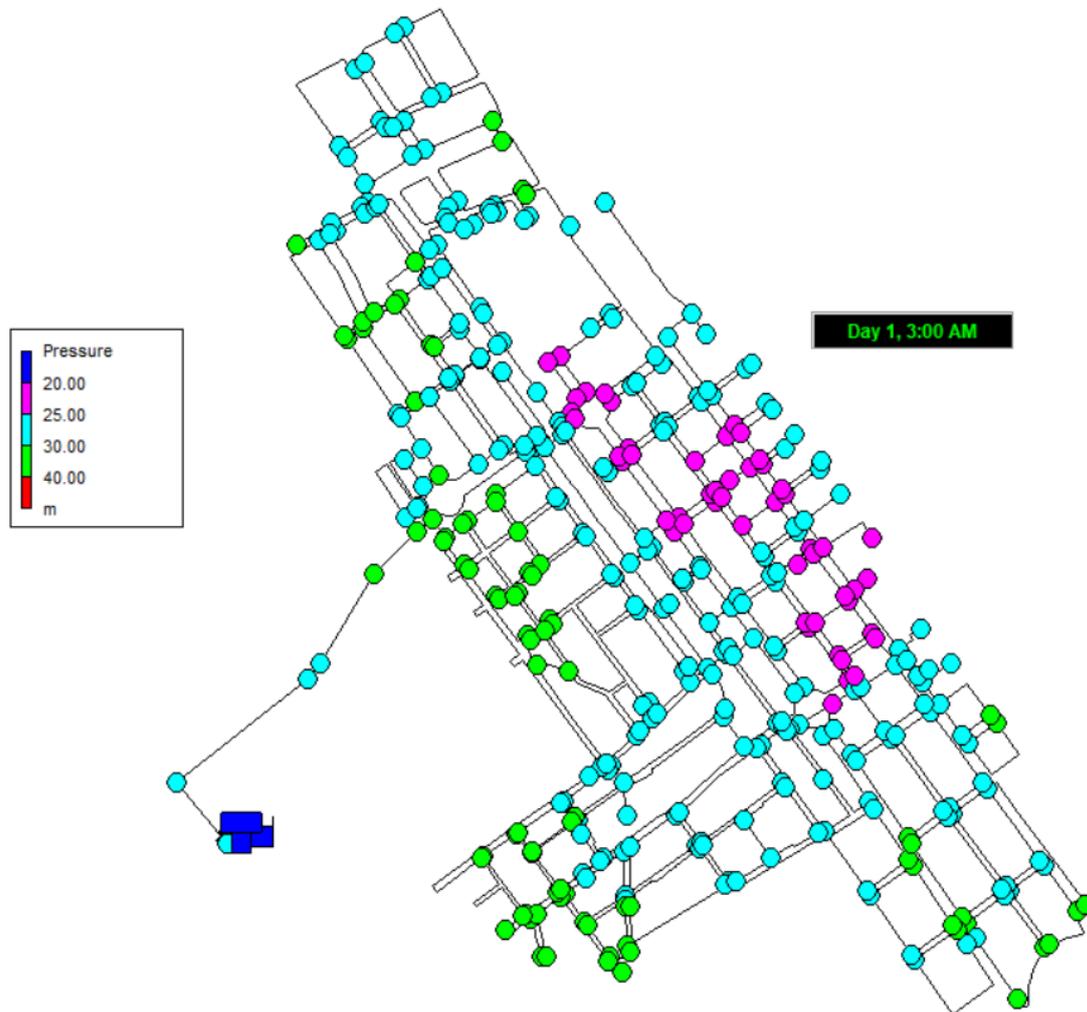


ILUSTRACIÓN 19 SIMULACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN DE BOMBAS ACTUAL DURANTE LA NOCHE



5.4.2 Simulación con todas las bombas encendidas y la nueva demanda futura.

En esta siguiente simulación se activará la 4ª bomba del sistema que se mantiene normalmente apagada y sirve de seguro para el caso de que alguna otra dejase de funcionar.

ILUSTRACIÓN 20 SIMULACIÓN CON 3 DE LAS 4 BOMBAS DURANTE LA NOCHE

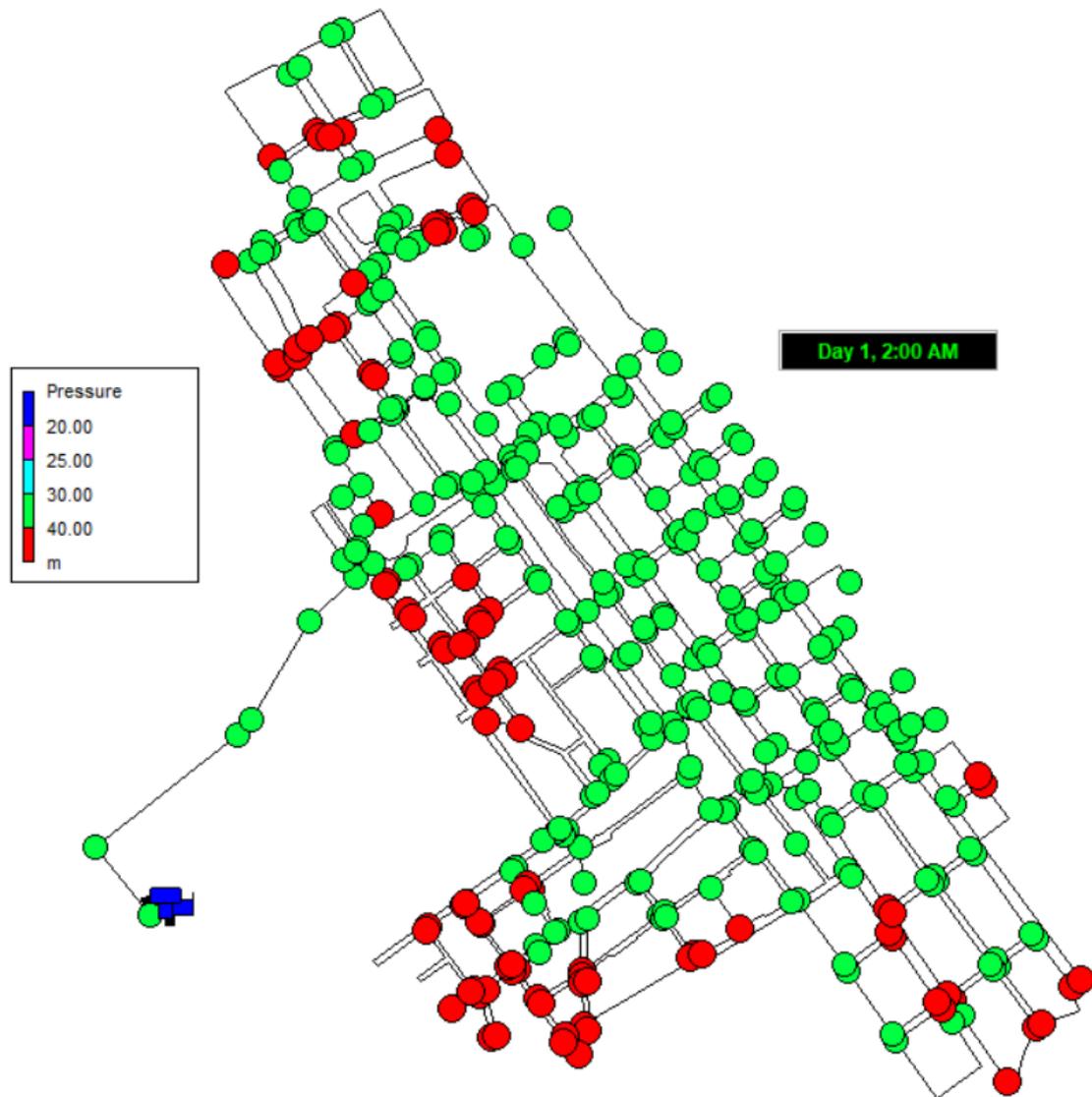
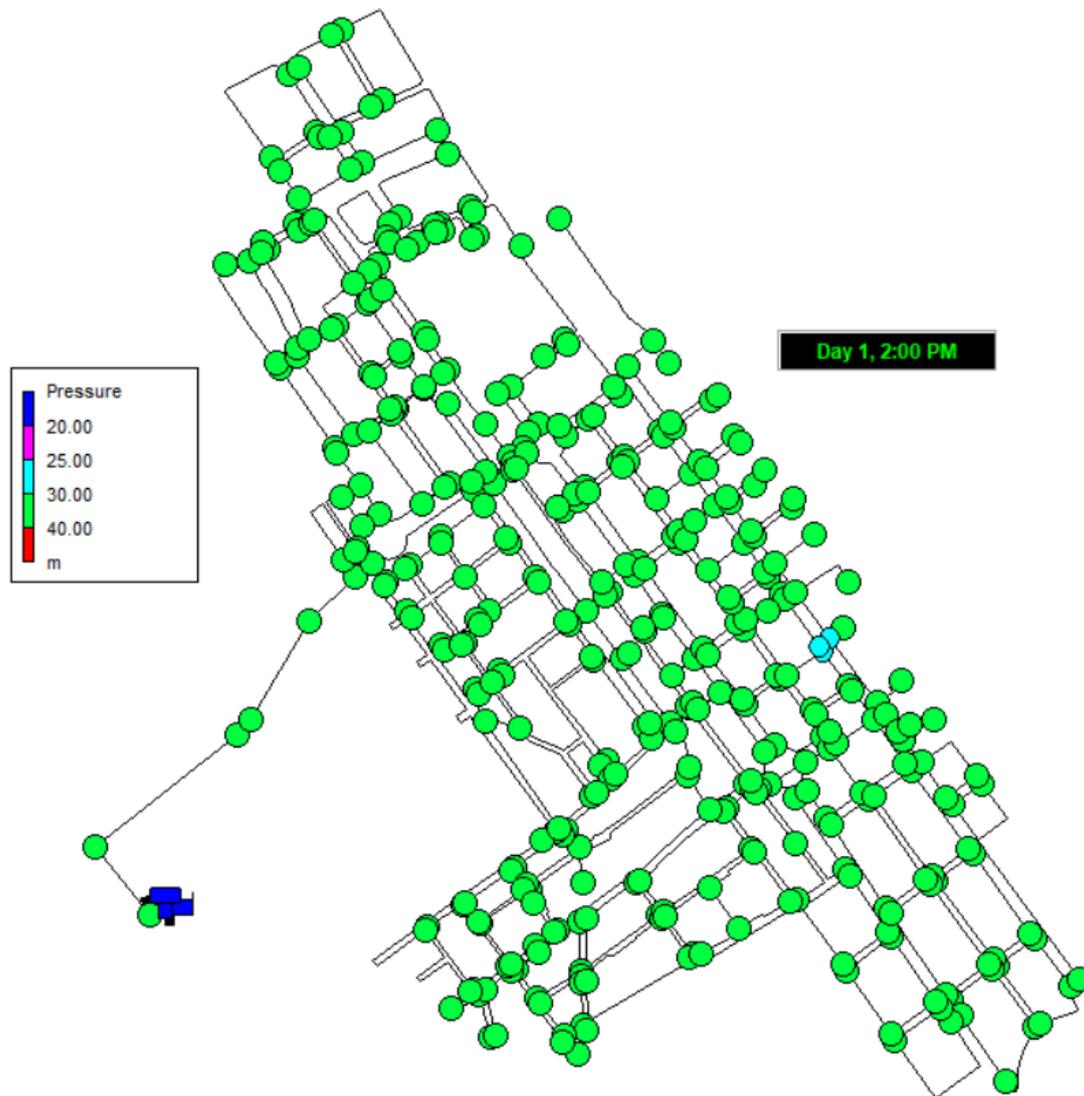


ILUSTRACIÓN 21 SIMULACIÓN CON TODAS LAS BOMBAS DURANTE EL DÍA



Con esta configuración seríamos capaces de proveer una la suficiente presión durante todas las horas del día. No obstante, se van a utilizar otras alternativas más eficientes ya que esta configuración conlleva varios problemas.

A nivel energético hemos incrementado el consumo eléctrico de la instalación al conectar la 4ª bomba, además hemos eliminado la bomba que se utilizaba como seguro en caso de avería.

La forma más eficiente energéticamente para mejorar la presión es reducir las pérdidas de carga en el recorrido. Para ello se puede tanto incrementar el tamaño de las tuberías como utilizar materiales con menor coeficiente de rugosidad.

Otra forma de mejorar la eficiencia es evitando las sobre presiones, las presiones de más de 40 metros columna de agua no son recomendables ya que incrementan las pérdidas de agua por fugas de la instalación. En nuestro caso durante la noche no se consigue la suficiente presión utilizando solo 2 bombas, pero al utilizar 3 bombas se incrementa demasiado la presión en algunos puntos. Para solucionar este problema se puede instalar un variador de frecuencia en alguna de las bombas para ajustar correctamente la presión.

5.4.3 Simulación con la configuración de bombas actual y la nueva demanda futura, sustituyendo algunas tuberías.

En esta nueva simulación se han sustituido algunas tuberías para mejorar la presión final de los nodos. Esta solución es la más óptima por varias razones:

La primera y principal es debido a lo ya explicado en el punto 2.3.2 de este trabajo. En este punto se explica los materiales de los que está compuesta la red de Daimús. Daimús posee una gran cantidad de tuberías de fibrocemento, que no es solo un material que actualmente está prohibida su instalación debido a sus posibles consecuencias adversas para la salud, sino que además posee un coeficiente de rugosidad muy elevado que genera altas pérdidas de presión en la red.

Debido a esto, en un futuro estas tuberías se deberán de cambiar por otras de materiales más modernos como el PVC o el PEAD. Para esta simulación se han reemplazado todas las tuberías de fibrocemento por tuberías de polietileno de alta densidad incrementando sus diámetros en dos tamaños superiores al equivalente en PEAD. Se utiliza la tabla que proporciona el proveedor Aliaxis Iberia en su página web con las medidas estandarizadas para tuberías de PEAD de PN10.

TABLA 12 DIMENSIONES ESTANDARIZADAS TUBOS PN10 DE PEAD (FUENTE: ALIAXIS IBERIA)

■ PN10 / SDR 17 Barras			
Referencia	Ø Ext.	Espesor	€/ml
059063010	63	3,8	1,92
059075010	75	4,5	2,66
059090010	90	5,4	3,78
059110010	110	6,6	5,45
059125010	125	7,4	7,04
059140010	140	8,3	8,72
059160010	160	9,5	11,29
059180010	180	10,7	14,59
059200010	200	11,9	17,58
059225010	225	13,4	22,40
059250010	250	14,8	27,50
059280010	280	16,6	34,94
059315010	315	18,7	44,13
059355010	355	21,1	55,81
059400010	400	23,7	69,94
059450010	450	26,7	88,55
059500010	500	29,7	109,98
059560010	560	33,2	136,28
059630010	630	37,4	175,90
059710010	710	42,1	219,13
059800010	800	47,4	275,50
059900010	900	53,3	353,05
059100010	1000	59,3	432,57

TABLA 13 EQUIVALENCIA DEL DIÁMETRO INTERIOR PARA TUBERÍAS DE PEAD PN10 (FUENTE: PROPIA)

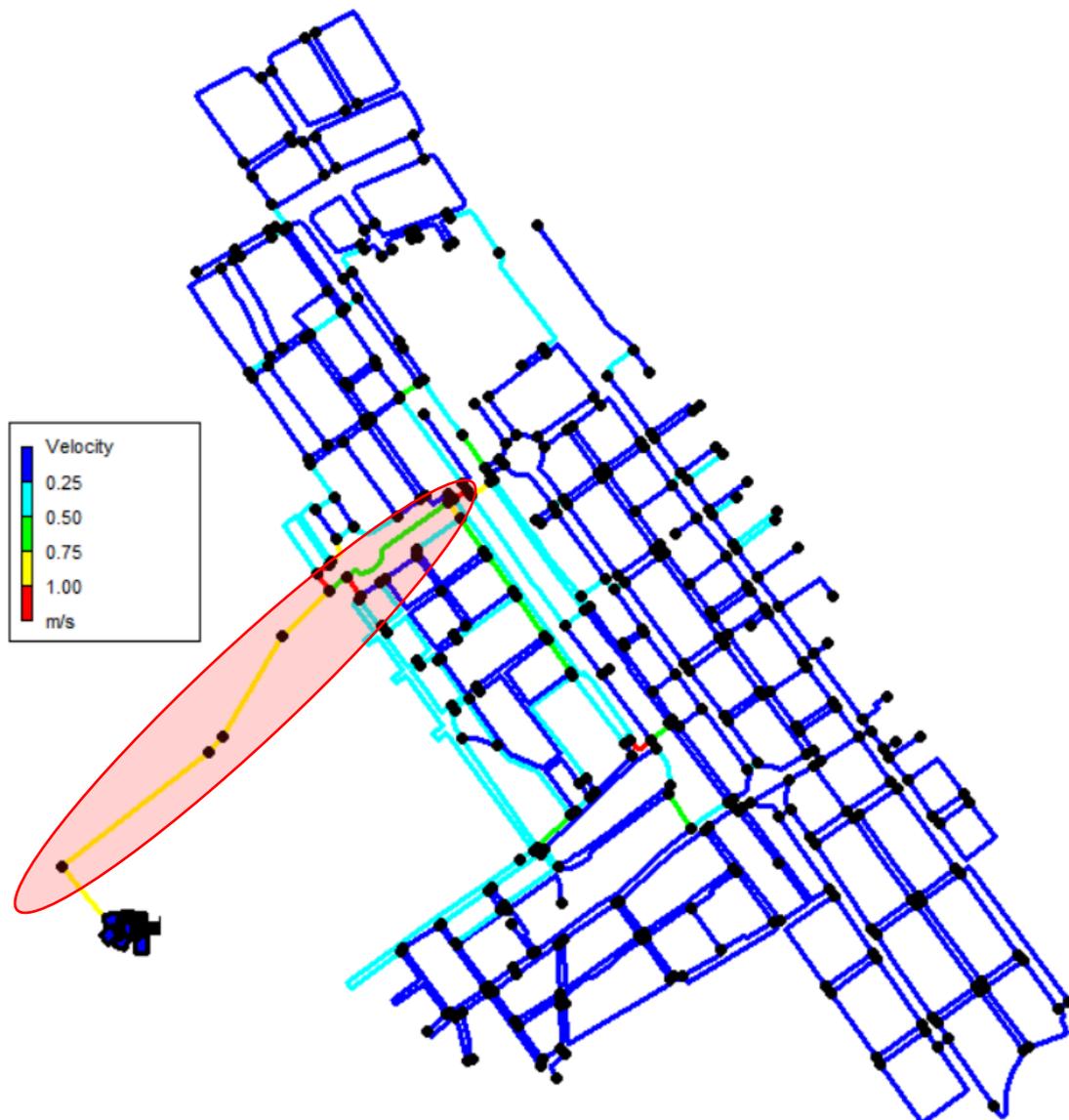
Exterior	Espesor	Interior
63	3,8	55,4
75	4,5	66
90	5,4	79,2
110	6,6	96,8
125	7,4	110,2
140	8,3	123,4
160	9,5	141
180	10,7	158,6
200	11,9	176,2
225	13,4	198,2
250	14,8	220,4
280	16,6	246,8
315	18,7	277,6
355	21,1	312,8
400	23,7	352,6
450	26,7	396,6

Por ejemplo, las tuberías de fibrocemento de 150 mm de diámetro se reemplazan por una de PEAD de diámetro exterior de 200.

Solo realizando estos cambios en la simulación no se consigue solventar el problema de la presión. Por lo que se deben incrementar aún más algunos diámetros.

Para decidir que diámetros aumentar primero, se elegirán aquellos en los que la velocidad del agua sea mayor ya que como se explica en el punto 4.1.1, a más velocidad mayores son las pérdidas en la tubería.

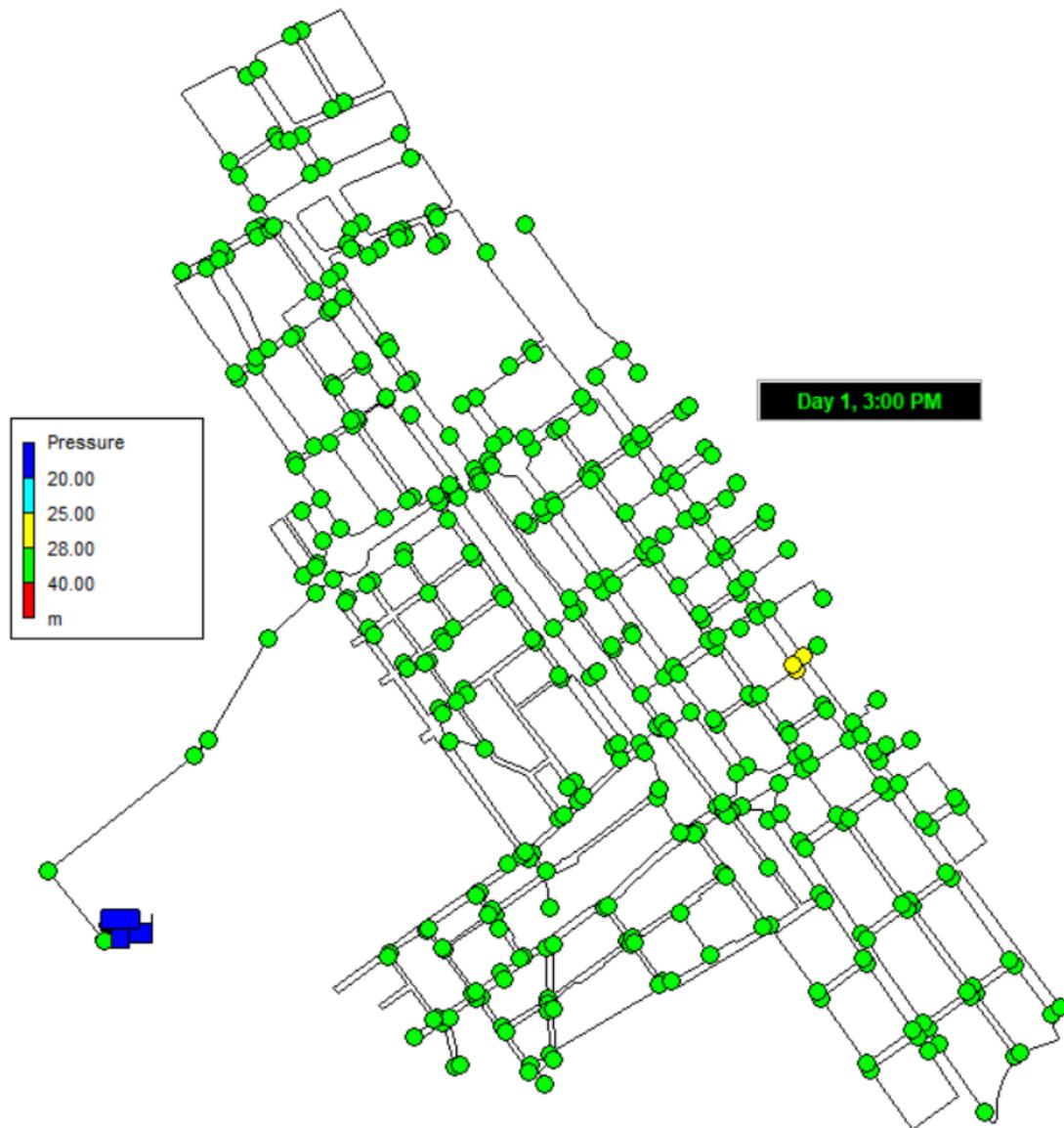
ILUSTRACIÓN 22 VELOCIDAD EN LAS TUBERÍAS DE RED



Analizando las velocidades en las tuberías de la red se observa que los valores más elevados aparecen en la tubería principal que conecta el depósito y en algunas conexiones más pequeñas a lo largo de la red.

Por lo tanto, el próximo paso para mejorar el rendimiento energético es subir el diámetro de estas tuberías. En la siguiente simulación se aumenta el diámetro de la tubería principal desde los 315 a los 450. Se ha aumentado varias veces el diámetro de esta tubería debido a que un aumento menor de su tamaño no reducía suficiente la velocidad en la misma y que además es más económicamente viable la sustitución de una sola tubería que varias de ellas.

ILUSTRACIÓN 23. SIMULACIÓN CON 3 DE LAS 4 BOMBAS ENCENDIDAS DURANTE EL DÍA (CON TUBERÍAS CAMBIADAS)



Con estos ajustes en los tamaños de las tuberías se consiguen presiones correctas durante las horas diurnas en todos los nodos de la red.

Pero durante las horas nocturnas si se utiliza la configuración actual de utilizar únicamente 2 bombas, aparecen nodos en los que la presión baja a niveles inaceptables y si mantenemos las 3 bombas activas durante las 24h del día se crean sobre presiones que conllevan un posible incremento de perdidas.

Estos resultados nocturnos se pueden ver en las siguientes dos imágenes.

ILUSTRACIÓN 24 . SIMULACIÓN CON 2 DE LAS 4 BOMBAS ENCENDIDAS DURANTE LA NOCHE (CON TUBERÍAS CAMBIADAS)

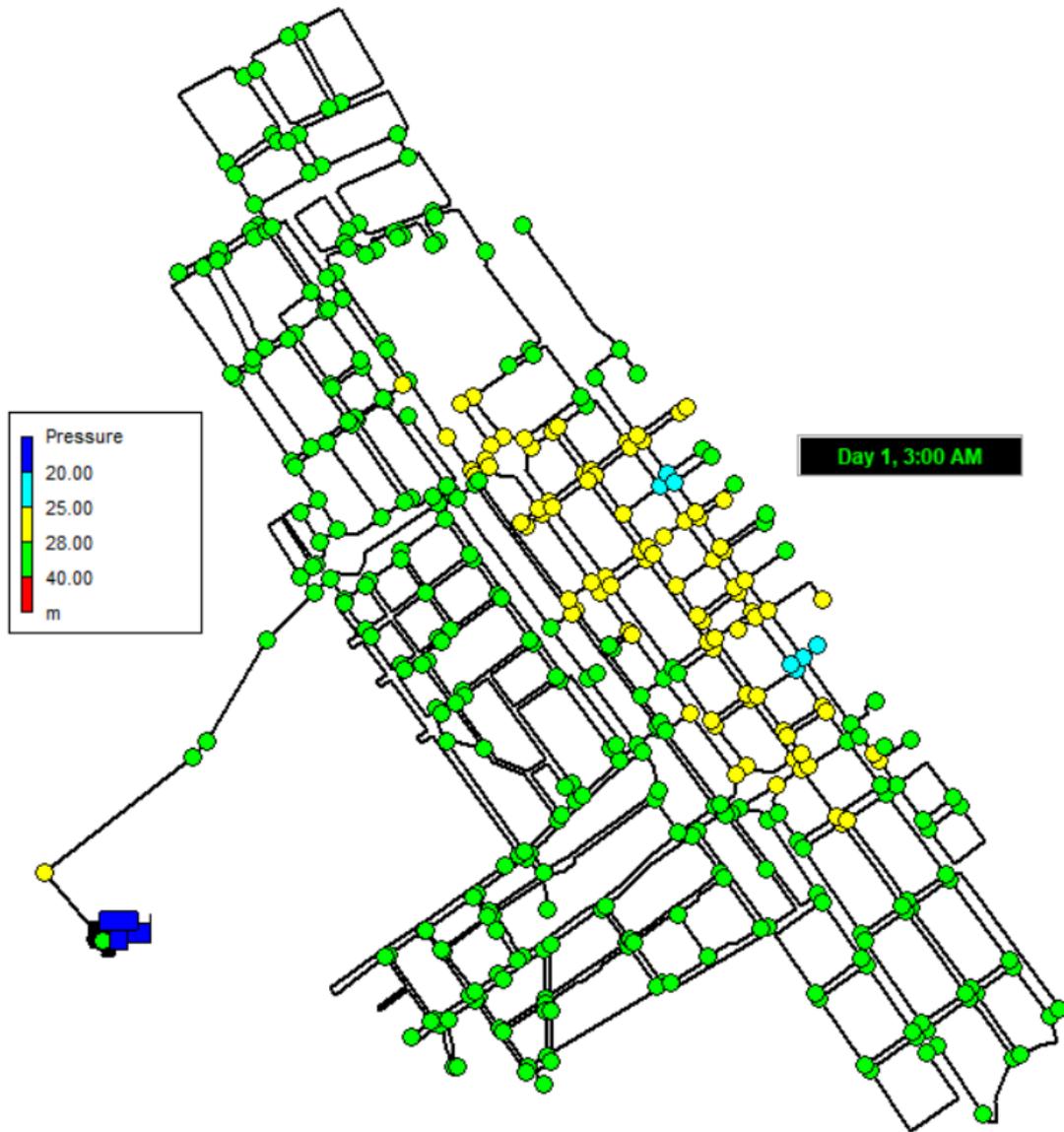
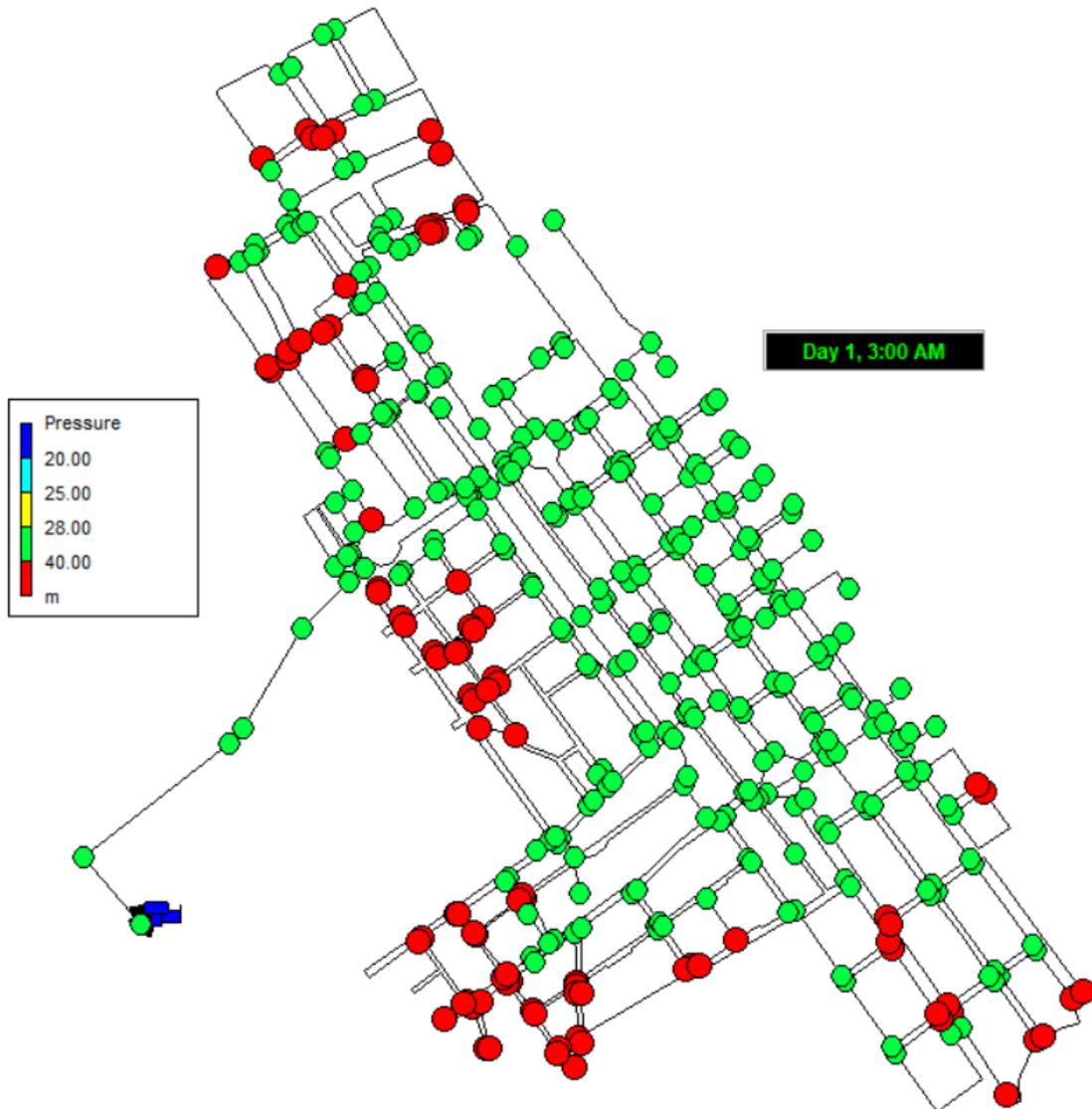


ILUSTRACIÓN 25. SIMULACIÓN CON 3 DE LAS 4 BOMBAS ENCENDIDAS DURANTE LA NOCHE (CON TUBERÍAS CAMBIADAS)



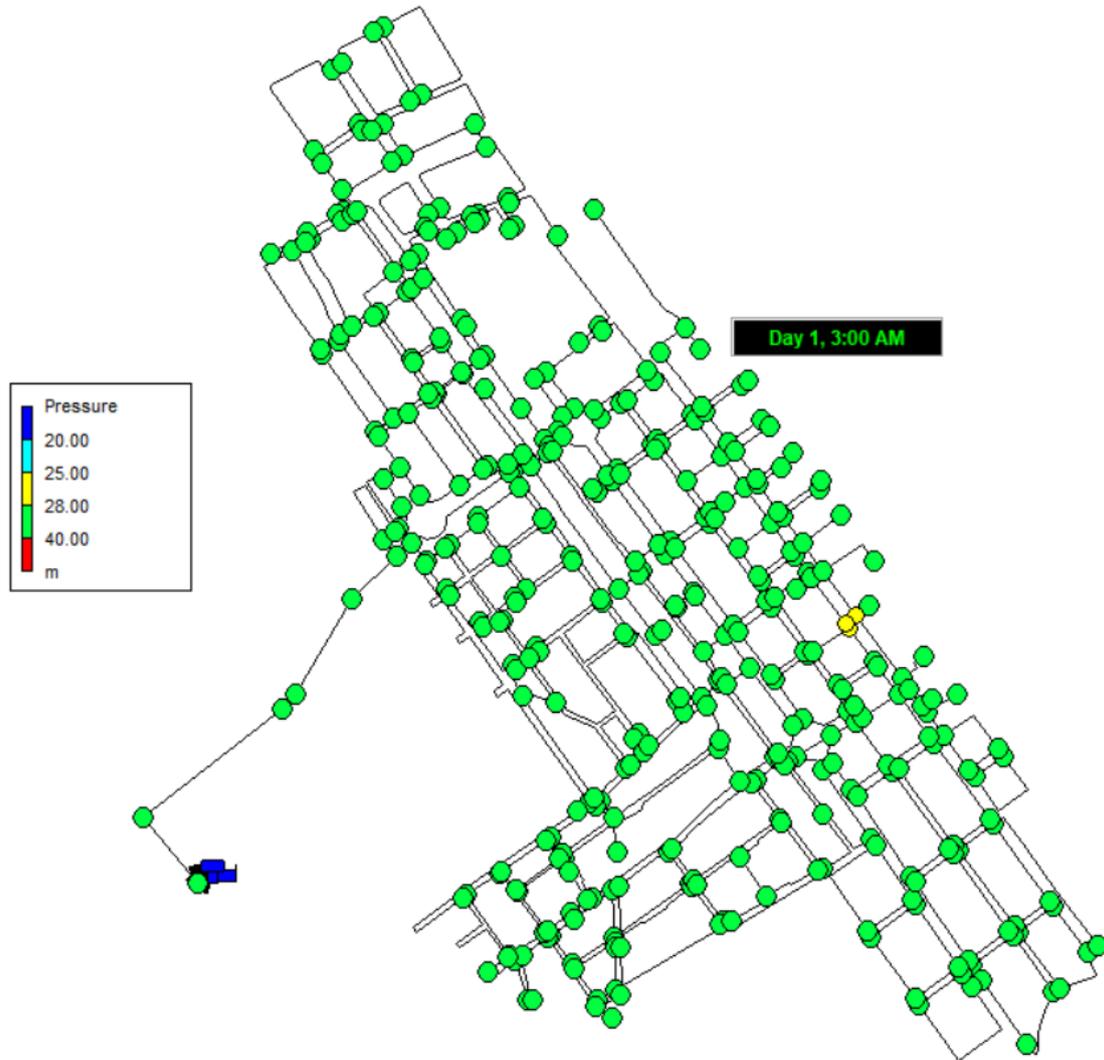
En conclusión, simplemente sustituyendo las tuberías de fibrocemento y aumentando los diámetros de las tuberías con mayores pérdidas de presión, no es suficiente para adaptar el sistema de suministro para la demanda futura de Daimús.

5.4.4 Simulación con la configuración de bombas actual y la nueva demanda futura, sustituyendo algunas tuberías y añadiendo un variador de frecuencia.

En esta última mejora para intentar solucionar el problema de las presiones durante las horas nocturnas se instalará en una de las bombas activas un variador de frecuencia. Los beneficios de la instalación de un variador de frecuencia ya han sido explicados anteriormente en el apartado 4.2 donde se explican los distintos beneficios que otorga a la instalación. En este caso se utilizará principalmente para reducir las sobre presiones en las horas nocturnas. En esta última simulación durante el día seguirán funcionando las 3 bombas como en la actualidad y durante

la noche en lugar de apagar una de las bombas, simplemente se reducirá la velocidad de una de ellas.

ILUSTRACIÓN 26 SIMULACIÓN CON 3 DE LAS 4 BOMBAS ENCENDIDAS DURANTE LA NOCHE (CON TUBERÍAS CAMBIADAS Y VARIADOR DE FRECUENCIA EN UNA DE LAS BOMBAS)



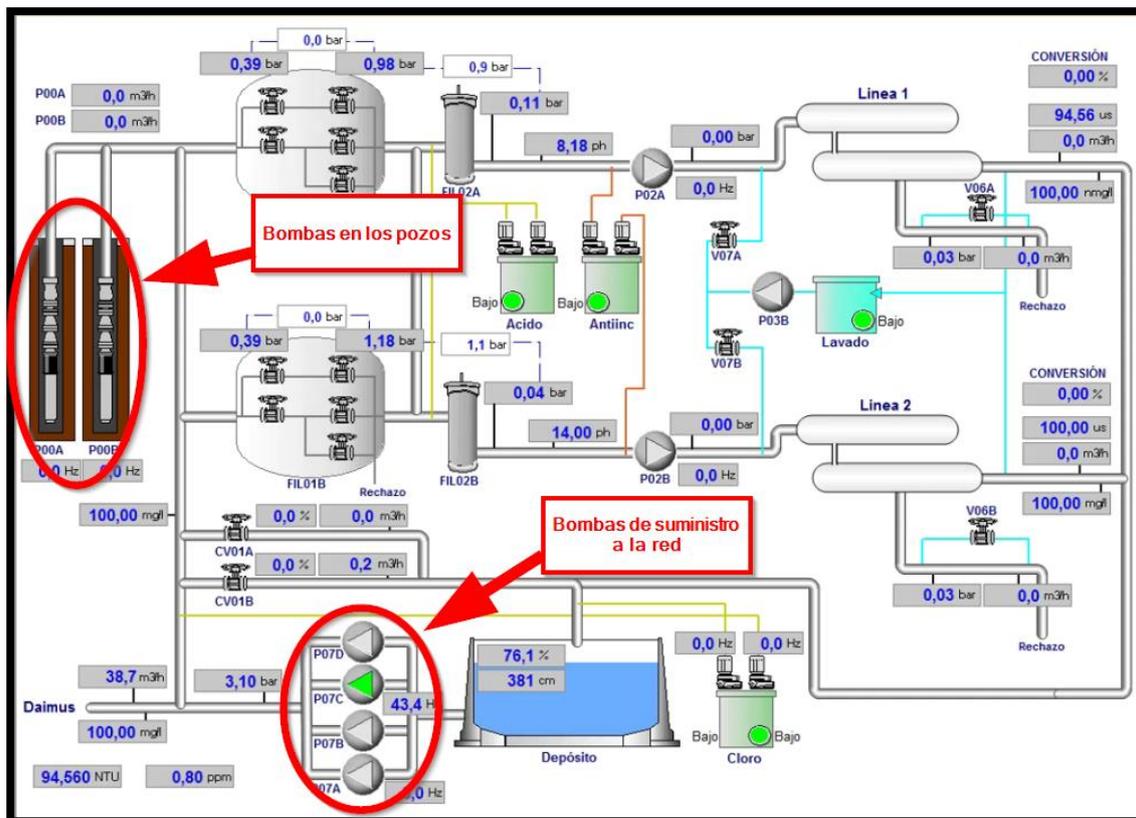
En esta última simulación se ha reducido la velocidad de una de las bombas al 90% del funcionamiento normal.

La instalación de este variador de frecuencia no solo consigue garantizar un suministro adecuado en las condiciones de máxima urbanización en las que se han realizado estas simulaciones, sino que además se puede utilizar para garantizar este correcto funcionamiento adaptando la velocidad de la bomba a medida que vaya aumentando la población a lo largo de los próximos años.

6. Bombeo fotovoltaico híbrido

En esta segunda parte del proyecto se pretende reducir el consumo eléctrico de la instalación mediante la implementación de un bombeo hidráulico mixto al instalar placas fotovoltaicas. Esta parte del proyecto se centra en las dos bombas que extraen el agua de los pozos para que posteriormente sea tratada y almacenada en el depósito. Estas dos bombas son dos bombas distintas a las 4 bombas que bombean el agua desde el depósito a la población.

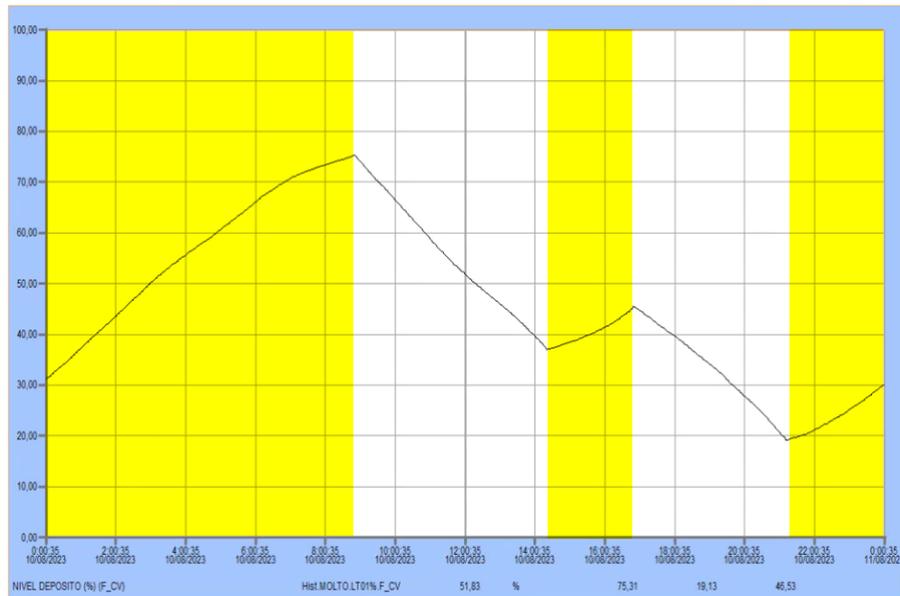
ILUSTRACIÓN 27 ESQUEMA DE LA PLANTA DE DAIMÚS



Actualmente estas dos bombas utilizan la energía directamente desde la red eléctrica, se encienden durante la noche para aprovechar las horas en las que la energía es más barata y solo se encienden durante el día en caso de que el nivel del depósito baje demasiado.

Como se puede observar en la siguiente ilustración en la que se muestra el nivel del depósito durante el día 10 de agosto de 2023, las bombas funcionaron durante las horas de noche de 21:30 hasta las 8:30 del día siguiente y solo se encendieron durante 2 horas por la tarde. Todo esto en el mes de agosto que es en el que la demanda es la mayor de todo el año.

ILUSTRACIÓN 28 HORAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DURANTE EL 10 DE AGOSTO DE 2023



Con esto se llega a la conclusión de que la instalación podría funcionar perfectamente mediante la utilización exclusiva de la energía solar siempre y cuando sea factible la obtención de la potencia necesaria para alimentarla y exista un apoyo utilizando energía de la red eléctrica en los días de más demanda.

Se mantendrá la opción de obtener la energía a través de la red ya que el depósito no es lo suficientemente grande para que la instalación funcione correctamente en caso de no disponer de energía solar durante varios días. Por lo que se preparará el estudio considerando que una de las dos bombas de los pozos funciona con energía solar mientras que la otra seguirá utilizando la alimentación actual.

6.1 Potencia necesaria de la instalación

Como se ha comentado anteriormente la potencia necesaria será la que garantice el correcto funcionamiento de una las dos bombas de los pozos durante las otras diurnas. Estas dos bombas son bombas centrífugas verticales, no autocebantes multiceleular, en línea. Modelo CR 90-2-2 A-F-A-E-HQQE con código 96124076 y sus características eléctricas se exponen a continuación.

ILUSTRACIÓN 29 MODELO CR 90-2-2 A-F-A-E-HQQE (FUENTE: GRUNDFOS GMBH)

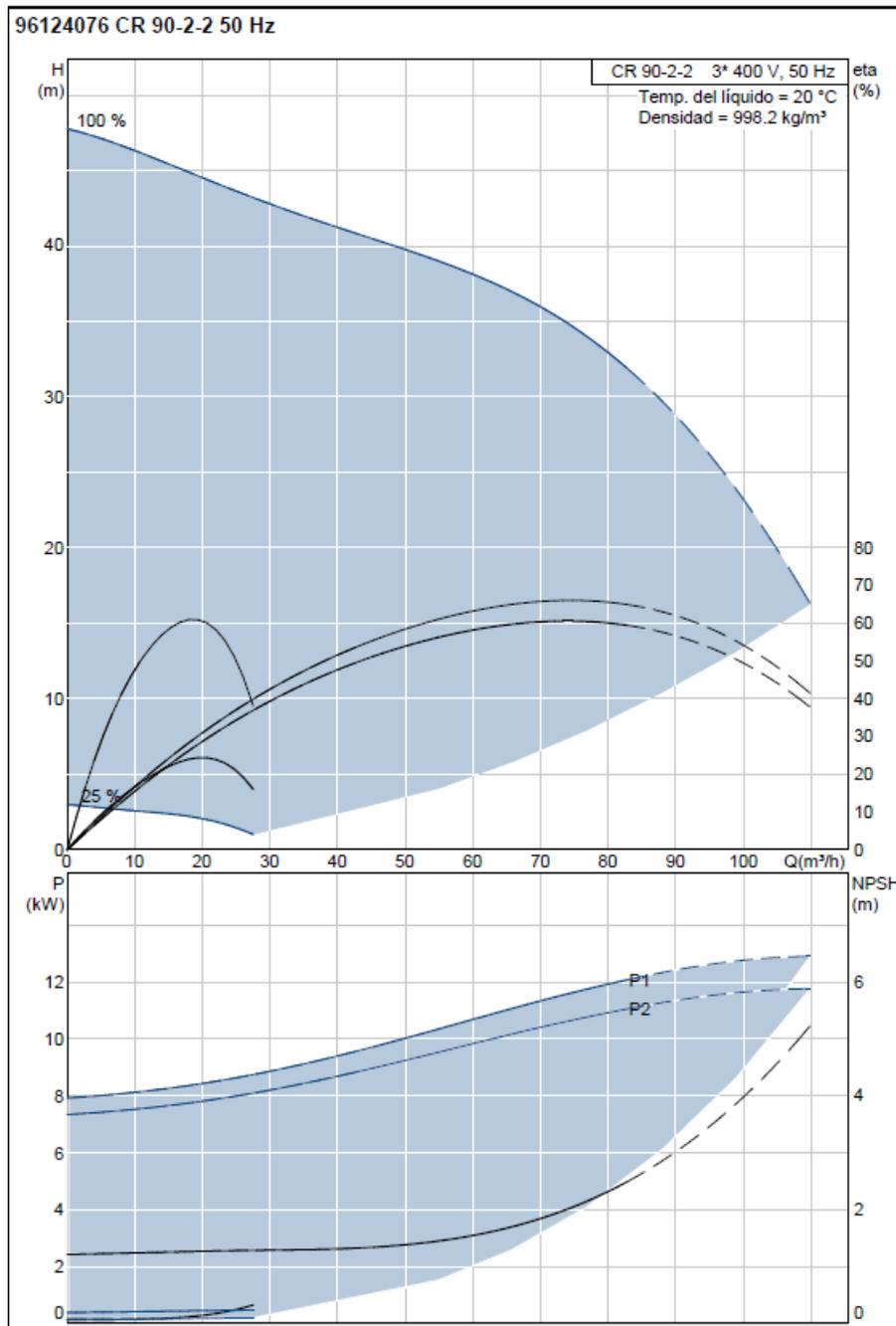


TABLA 14 CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA (FUENTE: GRUNDFOS GMBH)

Datos eléctricos:

Tipo de motor:	160MB
IE Efficiency class:	IE3
Número de polos:	2
Potencia nominal - P2:	11 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	11 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-415 D/660-690 Y V
Corriente nominal:	20,8-19,8/12,0-11,8 A
Intensidad de arranque:	660-780 %
Cos phi - Factor de potencia:	0,88-0,84
Velocidad nominal:	2940-2950 rpm
IE efficiency:	IE3 91,2%
Rendimiento del motor a carga total:	91,2-91,2 %
Rendimiento del motor a 3/4 de carga:	91,8-91,8 %
Rendimiento del motor a 1/2 carga:	91,3-91,2 %
Grado de protección (IEC 34-5):	55 (Protect. water jets/dust)
Clase de aislamiento (IEC 85):	F

ILUSTRACIÓN 30 CURVAS DE LA BOMBA (FUENTE: GRUNDFOS GMBH)



6.1.1 Curva resistente de la instalación

La curva resistente permite determinar el punto de operación de la bomba, que es donde la curva característica de la bomba (que muestra la relación entre caudal y altura que puede proporcionar la bomba) se cruza con la curva resistente de la instalación. Este punto es crítico para asegurar que la bomba funcione de manera eficiente y que el sistema de bombeo esté optimizado.

Para calcular esta curva se parte de la Ecuación de Bernoulli, esta ecuación describe cómo la energía total (sumando energía potencial, presión y cinética) en un punto A se transforma en otro punto B, teniendo en cuenta la energía añadida al sistema (por ejemplo, una bomba) y las pérdidas de energía debido a la fricción y otros efectos.

ECUACIÓN 5 ECUACIÓN DE BERNOULLI

$$Z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + H_B = Z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + h_f + h_m$$

Donde:

- Z_A y Z_B : Alturas de los puntos A y B respecto a un plano de referencia (en metros).
- $\frac{P_A}{\gamma}$ y $\frac{P_B}{\gamma}$: Presión dividida por el peso específico del fluido ($\gamma = \rho g$), que da una altura equivalente de presión (en metros de columna de fluido).
- $\frac{V_A^2}{2g}$ y $\frac{V_B^2}{2g}$: Energía cinética por unidad de peso en los puntos A y B, respectivamente (también en metros).
- H_B : Energía añadida al sistema, generalmente por una bomba (en metros de altura de columna de fluido).
- h_f : Pérdidas de energía debido a la fricción en el sistema (en metros de columna de fluido).
- h_m : Pérdidas de energía debido a otros efectos menores, como cambios de dirección, cambios de sección, y turbulencias (también en metros).

Para nuestro caso de estudio en el que la bomba solo tiene que elevar el fluido desde el pozo hasta la instalación, la ecuación se puede simplificar como:

ECUACIÓN 6 ECUACIÓN DE BERNOULLI SIMPLIFICADA

$$H_B = \Delta Z + R_T Q^2$$

Donde:

- H_B : Es la altura manométrica total que debe proporcionar la bomba (en metros de columna de fluido).
- ΔZ : Es la diferencia de altura o elevación entre el punto de succión y el punto de descarga del fluido (en metros). Representa la altura geodésica que la bomba necesita superar.
- R_T : Es la resistencia total del sistema de tuberías al flujo, que incluye tanto las pérdidas por fricción como las pérdidas menores (en unidades de metros por metro cúbico por hora al cuadrado, $m/(m^3/h)^2$, o similar).
- Q : Es el caudal de flujo del fluido a través del sistema (en metros cúbicos por hora, m^3/h , o una unidad equivalente).

En esta ecuación la altura manométrica total son 20m, que es la profundidad de nuestro pozo y la resistencia total del sistema se puede calcular mediante la siguiente ecuación y las características de la tubería.

ECUACIÓN 7 ECUACIÓN DE DARCY-WEISBACH PARA EL CÁLCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN

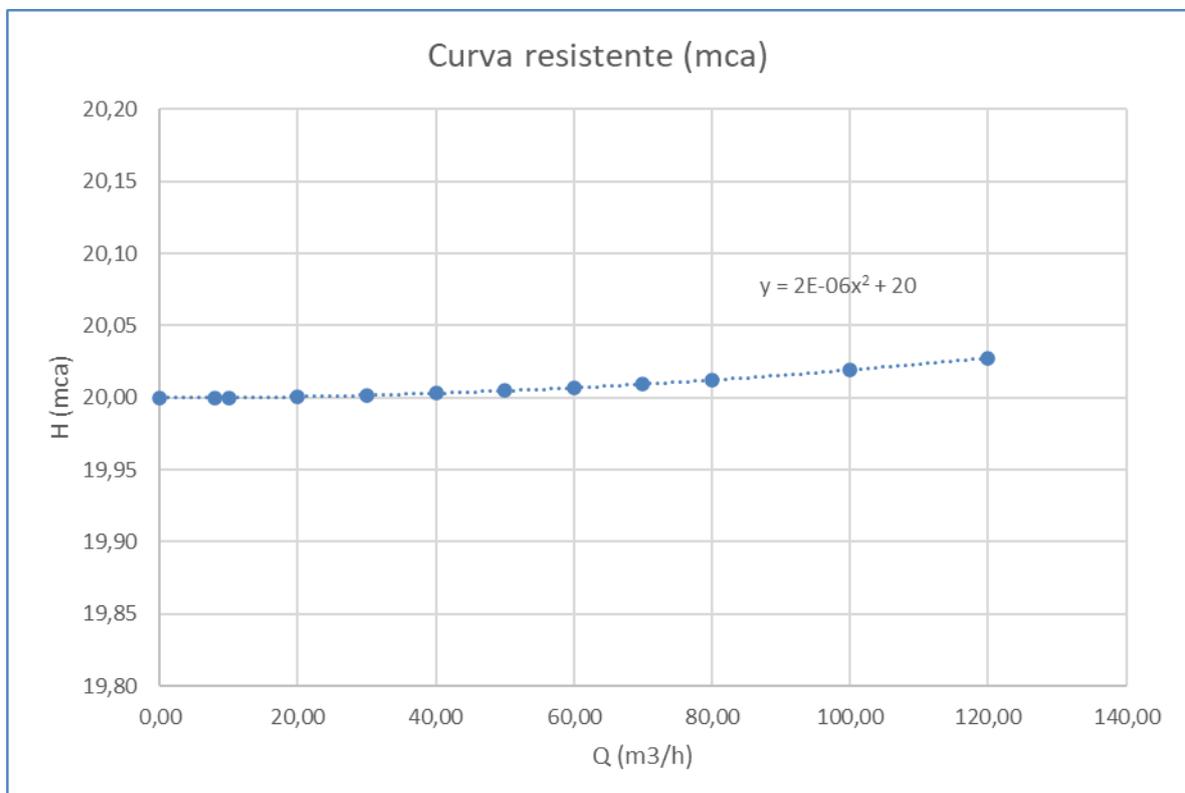
$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_f : Pérdida de carga por fricción (en metros de columna de fluido).
- f : Coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional), que depende del régimen de flujo y la rugosidad relativa de la tubería.
- L : Longitud de la tubería (en metros).
- D : Diámetro interno de la tubería (en metros).
- v : Velocidad del fluido en la tubería (en metros por segundo, m/s).
- g : Aceleración debida a la gravedad (9.81 m/s²).

Finalmente se obtiene la siguiente curva resistente de la instalación:

ILUSTRACIÓN 31 CURVA RESISTENTE DE LA INSTALACIÓN



6.1.2 Curva Altura-Caudal

En este apartado se pretende obtener la relación entre el caudal y la altura que proporciona nuestra bomba a distintas velocidades, de esta manera se determina en que puntos de funcionamiento nuestra bomba es capaz de vencer la curva resistente de la instalación y por lo tanto proporcionar caudal.

Para ello se emplean las Leyes de Semejanza.

Las leyes de semejanza son un conjunto de relaciones matemáticas que permiten predecir el rendimiento de una bomba en diferentes condiciones de operación o a partir de un modelo a escala.

Las tres leyes de semejanza principales son:

- Ley de semejanza para el caudal:

El caudal (Q) es proporcional al producto de la velocidad de rotación (N) y el cubo de la escala lineal (D) de la bomba.

ECUACIÓN 8 LEY DE SEMEJANZA PARA EL CAUDAL

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3$$

- Ley de semejanza para la altura manométrica:

La altura manométrica (H) es proporcional al cuadrado de la velocidad de rotación (N) y al cuadrado de la escala lineal (D) de la bomba.

ECUACIÓN 9 LEY DE SEMEJANZA PARA LA ALTURA MANOMÉTRICA

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

- Ley de semejanza para la potencia absorbida:

La potencia absorbida (P) es proporcional al cubo de la velocidad de rotación (N) y al quinto poder de la escala lineal (D) de la bomba.

ECUACIÓN 10 LEY DE SEMEJANZA PARA LA POTENCIA ABSORBIDA

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \cdot \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5$$

Todas estas leyes se pueden aplicar en caso de cumplir todas estas condiciones:

Semejanza geométrica: Las bombas deben ser geoméricamente semejantes, es decir, todos los componentes deben ser proporcionales en tamaño.

Semejanza cinemática: Las relaciones de las velocidades del fluido y las escalas de tiempo en los dos sistemas deben ser proporcionales.

Mismo tipo de fluido: El fluido debe ser el mismo en ambos casos, ya que las propiedades del fluido (como la densidad y la viscosidad) afectan el rendimiento.

Semejanza dinámica: El régimen de flujo debe ser semejante (mismo número de Reynolds) en ambos sistemas, lo que generalmente implica que las condiciones de operación están dentro del mismo régimen de flujo (turbulento o laminar).

En nuestro caso se cumple todas ya que es la misma bomba, pero a distinta velocidad de funcionamiento.

Mediante estas leyes se puede obtener la altura de nuestra bomba a distintas velocidades y caudales. En nuestro caso, la altura proporcionada por nuestra bomba ha de ser mayor que la altura necesaria para vencer la curva resistente de la instalación. De lo contrario la bomba no proporcionaría caudal y solo removería el agua sin ser capaz de sacarla del pozo.

En esta tabla se resalta los caudales y las frecuencias para los cuales nuestra bomba puede proporcionar caudal.

TABLA 15 CURVA Q-H PARA DISTINTAS VELOCIDADES.

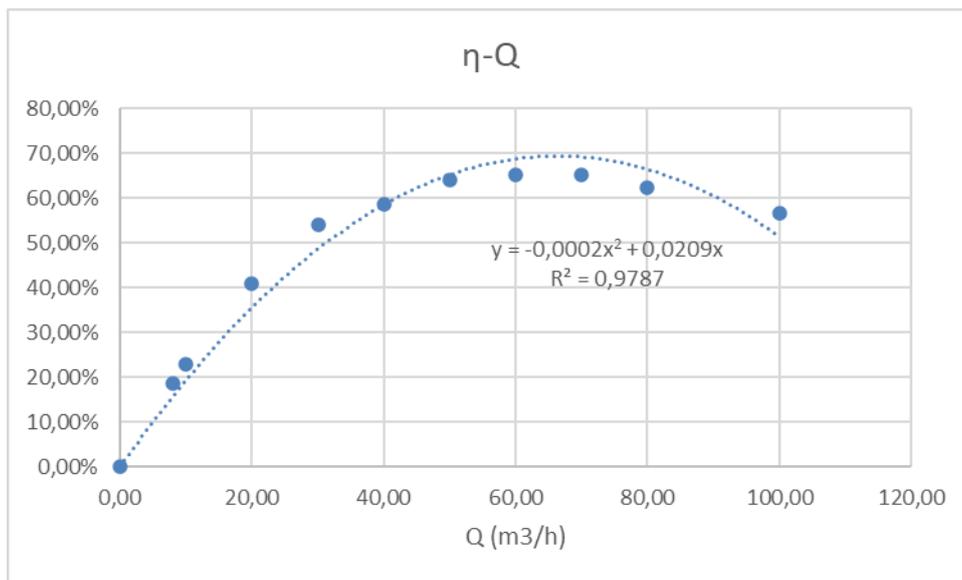
N rpm	0	290	580	870	1160	1450	1740	2030	2320	2610	2900
f Hz	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
α											
Q (m ³ /s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,0000	0,00	0,47	1,87	4,20	7,46	11,66	16,79	22,86	29,86	37,79	46,65
0,0022	-0,12	0,32	1,68	3,98	7,22	11,38	16,48	22,51	29,48	37,38	46,21
0,0028	-0,18	0,24	1,60	3,89	7,12	11,28	16,37	22,39	29,35	37,24	46,06
0,0056	-0,73	-0,34	0,97	3,22	6,41	10,53	15,58	21,56	28,47	36,32	45,10
0,0083	-1,64	-1,30	-0,02	2,19	5,33	9,41	14,42	20,36	27,24	35,04	43,78
0,0111	-2,92	-2,62	-1,38	0,79	3,89	7,93	12,90	18,80	25,63	33,40	42,10
0,0139	-4,56	-4,30	-3,10	-0,97	2,09	6,08	11,01	16,87	23,66	31,39	40,05
0,0167	-6,57	-6,34	-5,19	-3,10	-0,08	3,87	8,76	14,58	21,33	29,02	37,64
0,0194	-8,94	-8,76	-7,64	-5,60	-2,62	1,30	6,14	11,92	18,63	26,28	34,86
0,0222	-11,67	-11,53	-10,46	-8,45	-5,51	-1,64	3,16	8,90	15,57	23,18	31,71
0,0278	-18,24	-18,18	-17,19	-15,26	-12,41	-8,62	-3,89	1,76	8,35	15,88	24,33
0,0333	-26,27	-26,29	-25,38	-23,54	-20,76	-17,05	-12,41	-6,83	-0,32	7,12	15,49

6.1.3 Curva rendimiento-Caudal

Aprovechando las ecuaciones anteriores se puede obtener también el rendimiento de nuestra bomba para cada uno de estos casos. Cabe resaltar que el rendimiento no es algo relevante en este caso ya que la bomba funcionará con energía solar que es completamente gratuita. Esto implica que, aunque su rendimiento sea muy bajo sigue siendo rentable mantener la bomba encendida ya que no supone ningún coste adicional.

TABLA 16 RENDIMIENTOS PARA DISTINTAS VELOCIDADES Y CAUDALES

Q (m3/s)	α										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,0000	#¡DIV/0!	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0,0022	#¡DIV/0!	64,82%	51,86%	38,89%	30,79%	25,41%	21,61%	18,79%	16,61%	14,89%	13,48%
0,0028	#¡DIV/0!	56,72%	58,75%	45,92%	36,97%	30,79%	26,33%	22,99%	20,38%	18,31%	16,61%
0,0056	#¡DIV/0!	-129,65%	56,72%	64,82%	58,75%	51,86%	45,92%	41,01%	36,97%	33,61%	30,79%
0,0083	#¡DIV/0!	-559,10%	-6,08%	56,72%	65,33%	63,20%	58,75%	54,07%	49,76%	45,92%	42,54%
0,0111	#¡DIV/0!	-1231,64%	-129,65%	21,61%	56,72%	64,82%	64,82%	62,18%	58,75%	55,22%	51,86%
0,0139	#¡DIV/0!	-2147,26%	-313,99%	-40,51%	32,92%	56,72%	64,15%	65,32%	63,94%	61,52%	58,75%
0,0167	#¡DIV/0!	-3305,97%	-559,10%	-129,65%	-6,08%	38,89%	56,72%	63,50%	65,33%	64,82%	63,20%
0,0194	#¡DIV/0!	-4707,77%	-864,98%	-245,79%	-60,26%	11,34%	42,54%	56,72%	62,92%	65,12%	65,23%
0,0222	#¡DIV/0!	-6352,65%	-1231,64%	-388,94%	-129,65%	-25,93%	21,61%	44,98%	56,72%	62,42%	64,82%
0,0278	#¡DIV/0!	-10371,68%	-2147,26%	-756,27%	-313,99%	-129,65%	-40,51%	6,62%	32,92%	48,02%	56,72%
0,0333	#¡DIV/0!	-15363,06%	-3305,97%	-1231,64%	-559,10%	-272,26%	-129,65%	-51,59%	-6,08%	21,61%	38,89%



6.1.4 Curva Potencia-Caudal

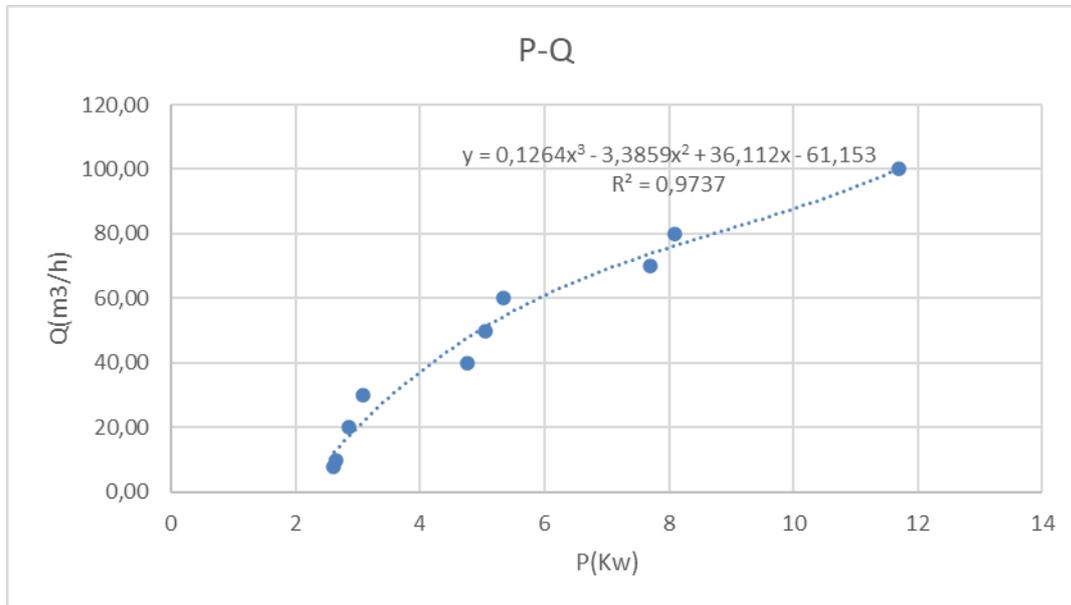
Finalmente, juntando los resultados de los apartados anteriores podemos obtener la ecuación que relaciona el caudal que nos proporcionará nuestra bomba en función de la potencia que se le suministre.

TABLA 17 POTENCIA NECESARIA PARA DISTINTOS CAUDALES Y VELOCIDADES

Q (m3/s)	α										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,0000	#¡DIV/0!										
0,0022	#¡DIV/0!	0,01	0,07	0,22	0,51	0,98	1,66	2,61	3,87	5,47	7,47
0,0028	#¡DIV/0!	0,01	0,07	0,23	0,52	1,00	1,69	2,65	3,92	5,54	7,56
0,0056	#¡DIV/0!	0,01	0,09	0,27	0,59	1,11	1,85	2,86	4,20	5,89	7,98
0,0083	#¡DIV/0!	0,02	0,03	0,32	0,67	1,22	2,01	3,08	4,47	6,24	8,41
0,0111	#¡DIV/0!	0,02	0,12	0,40	0,75	1,33	2,17	3,30	4,76	6,59	8,85
0,0139	#¡DIV/0!	0,03	0,13	0,33	0,86	1,46	2,34	3,52	5,04	6,95	9,29
0,0167	#¡DIV/0!	0,03	0,15	0,39	0,22	1,63	2,52	3,75	5,34	7,32	9,74
0,0194	#¡DIV/0!	0,04	0,17	0,43	0,83	2,18	2,75	4,01	5,65	7,70	10,19
0,0222	#¡DIV/0!	0,04	0,19	0,47	0,93	1,38	3,19	4,31	5,99	8,09	10,67
0,0278	#¡DIV/0!	0,05	0,22	0,55	1,08	1,81	2,62	7,27	6,92	9,01	11,69
0,0333	#¡DIV/0!	0,06	0,25	0,62	1,21	2,05	3,13	4,33	1,75	10,77	13,02

De esta tabla se obtienen dos datos importantes, el punto de máximo funcionamiento de la bomba se obtiene si se le proporcionan 11,69 kW de potencia con los cuales proporcionará un caudal de 0,0278 (m³/s) y como mínima potencia para funcionar se requieren 2,61 kW con los que se proporciona un caudal de 0,0022 (m³/s).

ILUSTRACIÓN 32 RELACIÓN ENTRE POTENCIA APORTADA Y CAUDAL OBTENIDO



6.2 Cálculo de la irradiancia

La irradiancia es una magnitud física que describe la cantidad de energía radiante que incide sobre una superficie por unidad de área y por unidad de tiempo. Específicamente, se refiere a la densidad de flujo de radiación electromagnética (como la luz) que llega a una superficie dada.

Matemáticamente, la irradiancia E se define como:

donde:

ECUACIÓN 11 IRRADIANCIA

$$E = \frac{dP}{dA}$$

- E es la irradiancia (mide en vatios por metro cuadrado)
- dP es la potencia radiante incidente en la superficie (medida en vatios).
- dA es el área de la superficie sobre la que incide esa potencia (medida en metros cuadrados).

La irradiancia solar que llega a una ubicación específica depende de la combinación de factores astronómicos, atmosféricos y geográficos, así como de las características de la superficie receptora. Unos de los factores intervienen son los siguientes:

Distancia Tierra-Sol: La distancia entre la Tierra y el Sol varía ligeramente a lo largo del año debido a la órbita elíptica de la Tierra. Cuando la Tierra está más cerca del Sol (perihelio), la irradiancia solar es mayor que cuando está más lejos (afelio).

Ángulo de incidencia solar: La posición del Sol en el cielo, que depende de la latitud, la estación del año y la hora del día influye en el ángulo con el que los rayos solares llegan a la superficie terrestre. Cuando el Sol está directamente sobre la cabeza (ángulo de 90 grados), la irradiancia es máxima. A medida que el ángulo disminuye, la irradiancia también disminuye.

Condiciones atmosféricas: La atmósfera terrestre atenúa la radiación solar debido a la absorción, dispersión y reflexión por parte de los gases, partículas de polvo, vapor de agua, y nubes. Esto puede reducir significativamente la irradiancia solar que llega a la superficie terrestre. La irradiancia es mayor en días despejados y menor en días nublados.

Altitud: A mayor altitud, la atmósfera es más delgada y menos densa, lo que significa menos absorción y dispersión de la radiación solar. Por lo tanto, las zonas a mayor altitud tienden a recibir una mayor irradiancia solar.

Composición atmosférica: La presencia de contaminantes, aerosoles y gases como el ozono en la atmósfera también afecta la irradiancia solar. Algunos gases pueden absorber ciertas longitudes de onda de la radiación solar, reduciendo la energía que llega a la superficie.

Reflectividad del suelo (albedo): La cantidad de energía solar reflejada por la superficie terrestre depende del albedo, que es la reflectividad de la superficie. Superficies con alto albedo, como nieve o hielo, reflejan más energía solar, lo que puede influir en la cantidad de energía que es absorbida y re irradiada por la superficie.

Hora del día y estación del año: Debido a la rotación de la Tierra, la irradiancia solar varía durante el día, siendo máxima al mediodía solar cuando el Sol está en su punto más alto. Además, debido a la inclinación del eje terrestre, la irradiancia solar varía estacionalmente, siendo mayor en verano que en invierno.

6.2.1 PVGIS

Para la obtención de la irradiancia de la zona se utilizará la herramienta PVGIS.

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) es una herramienta desarrollada por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea. Está diseñada para proporcionar datos y análisis relacionados con la energía solar fotovoltaica (PV) en diferentes regiones del mundo.

PVGIS ofrece una variedad de funciones útiles para investigadores, ingenieros, planificadores y cualquier persona interesada en la energía solar.

6.2.2 Funcionalidades de PVGIS

Estimación de Producción de Energía Fotovoltaica:

PVGIS permite estimar la cantidad de energía que un sistema fotovoltaico puede generar en una ubicación específica. Los usuarios pueden ingresar datos como la inclinación del panel, la orientación, el tipo de tecnología PV, y la capacidad del sistema para obtener estimaciones precisas de producción energética.

Mapas de Irradiancia Solar:

La herramienta proporciona mapas globales que muestran la irradiancia solar en diferentes regiones. Esto incluye datos sobre irradiancia horizontal global (GHI), irradiancia directa normal (DNI) y otros parámetros solares esenciales para el diseño de sistemas solares.

Datos Climáticos:

PVGIS ofrece acceso a bases de datos climáticas que contienen información histórica sobre radiación solar, temperatura, velocidad del viento, y otras variables meteorológicas que afectan la producción de energía solar.

Análisis de Pérdidas del Sistema:

La herramienta permite calcular las pérdidas de energía en un sistema fotovoltaico debido a factores como la temperatura, la suciedad, la sombra y las ineficiencias del sistema.

Cálculo del Rendimiento Energético de Sistemas PV:

Los usuarios pueden simular el rendimiento de diferentes configuraciones de sistemas PV, como sistemas conectados a la red, sistemas autónomos o híbridos, para optimizar el diseño y evaluar la viabilidad técnica y económica.

6.2.3 Datos específicos de Daimús extraídos de PVGIS

A partir de los valores que nos proporciona PVGIS podemos obtener los valores de irradiancia media de los años entre el 2005 y 2020:

ILUSTRACIÓN 33 IRRADIANCIA DAIMÚS 2005-2020 (FUENTE: PVGIS)

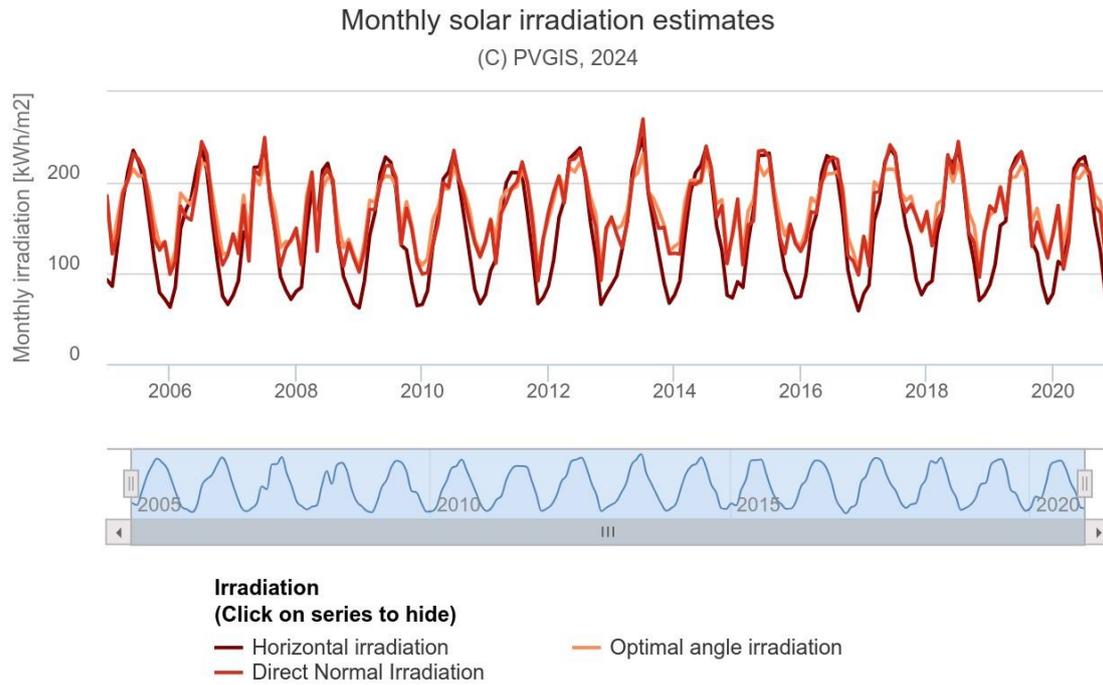


TABLA 18 IRRADIANCIA MEDIA DAIMÚS

Mes	Irradiación en plano horiz. (W/m2)	Irradiación en plano óptimo (36°) (W/m2)	Irradiación en plano siempre normal a los rayos (W/m2)	Irradiación difusa/gener al	Temperatura media del día (°C)
Enero	78,58	141,81	143,45	0,33	10,07
Febrero	94,29	141,09	133,27	0,36	10,48
Marzo	139,55	174,71	159,13	0,36	12,76
Abril	168,58	180,25	167,51	0,36	15,05
Mayo	209,36	200,68	200,51	0,34	18,62
Junio	224,04	203,73	216,27	0,31	22,76
Julio	231,56	215,35	232,65	0,29	25,63
Agosto	199,21	203,98	206,13	0,31	25,26
Septiembre	150,69	176,96	162,11	0,36	22,17
Octubre	115,61	160,44	144,98	0,37	18,53
Noviembre	79,95	132,58	125,12	0,38	13,66
Diciembre	70,09	131,14	129,80	0,36	10,74

Además, también podemos obtener la irradiancia media por horas durante un día en cualquier mes del año.

ILUSTRACIÓN 34 IRRADIANCIA MEDIA POR HORAS EN JULIO (FUENTE: PVGIS)

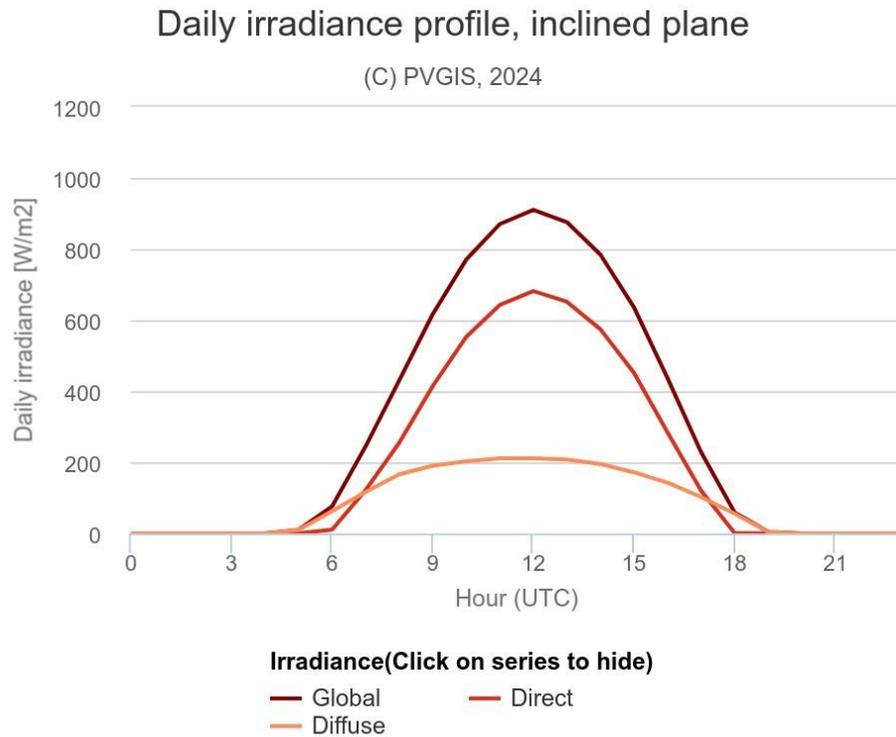


TABLA 19 IRRADIANCIA MEDIA POR HORAS EN JULIO (FUENTE: PVGIS)

Irradiance on a fixed plane

Time	00:45	01:45	02:45	03:45	04:45	05:45	06:45	07:45	08:45	09:45	10:45	11:45	12:45	13:45	14:45	15:45	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45	22:45	23:45
G(i)	0	0	0	0	0	10	76	245	430	617	771	870	910	876	784	636	437	229	59	4	0	0	0	0
Gb(i)	0	0	0	0	0	0	11	122	255	414	553	643	682	652	574	451	284	120	1	0	0	0	0	0
Gd(i)	0	0	0	0	0	10	62	117	166	190	203	211	211	208	195	172	143	102	55	4	0	0	0	0

G(i): Global irradiance on a fixed plane [W/m2].
 Gb(i): Direct irradiance on a fixed plane [W/m2].
 Gd(i): Diffuse irradiance on a fixed plane [W/m2].

6.2.4 Ángulo óptimo

El ángulo óptimo para una instalación fotovoltaica, es decir, el ángulo al que deben inclinarse los paneles solares para maximizar la captación de energía solar puede variar dependiendo de varios factores, incluyendo la ubicación geográfica y el objetivo específico de la instalación.

En este proyecto como el objetivo es maximizar la captación de energía solar al largo de todo el año se utilizará un ángulo de 36°. Este ángulo se obtiene directamente en PVGIS y es el que proporciona una irradiancia media de todo el año más alta.

6.3 Elección del módulo fotovoltaico

Para este caso se ha decidido utilizar una placa solar del fabricante HUASUN, esta es una empresa china destacada en la industria solar por su uso de la tecnología de hetero unión (HJT), que permite fabricar módulos solares de alta eficiencia y bajo deterioro. Con un fuerte enfoque en investigación y desarrollo, HUASUN ha expandido su capacidad de producción y su presencia global, exportando a múltiples mercados internacionales. Su compromiso con la sostenibilidad y la innovación le ha valido varios reconocimientos en el sector.

El modelo por utilizar es (HSN-210R-B132 600-635W) una de sus placas solares más actuales y que por lo tanto se encuentra a un nivel parecido a sus competidoras en el mercado.

Mechanical Characteristics

Cell Type	HJT
No. of Cells	132 (6x22)
Dimensions	2382 x 1134 x 30 mm
Weight	32.6kg
Junction Box	IP68
Cable	4mm ² ; +350/-250mm or customized; UV resistant
Connector	MC4 / MC4-Evo2A / PV-H4 / Z4S-abcd / ST4
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Max Static Load (front side/rear side)	5400Pa / 2400Pa
Glass	Dual glass, 2.0mm

Electrical Characteristics

STC

HSN-210R-B132	DS600	DS605	DS610	DS615	DS620	DS625	DS630	DS635
Maximum Power (Pmax/W)	600	605	610	615	620	625	630	635
Module Efficiency (%)	22.2	22.4	22.6	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5
Voltage at Pmax (Vmp/V)	40.69	40.78	40.85	40.96	41.05	41.14	41.23	41.32
Current at Pmax (Imp/A)	14.76	14.85	14.95	15.03	15.12	15.21	15.30	15.39
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.75	48.85	48.94	49.05	49.15	49.25	49.34	49.43
Short Circuit Current (Isc/A)	15.56	15.66	15.76	15.86	15.96	16.06	16.16	16.26

STC: AM1.5, 1000W/m², 25°C.

6.4 Dimensionado del N.º de módulos

A la hora de calcular el N.º de módulos a instalar, hay que tener en cuenta que nuestro sistema de bombeo es híbrido por lo que, en caso de no obtener suficiente energía procedente de los paneles solares, existe una segunda bomba alimentada por la red eléctrica que va a ser activada para cumplir con el caudal necesario.

Debido a esto, la mejor forma para dimensionar la instalación fotovoltaica es utilizar la máxima cantidad de módulos posible sin superar la potencia máxima que puede utilizar la bomba 11,69 kW (Calculado en el apartado 6.1.4).

TABLA 20 CÁLCULO DEL N.º DE MÓDULOS A INSTALAR

W a instalar	11690							
W por módulo	600	605	610	615	620	625	630	635
Nº de módulos necesarios	19,483	19,322	19,164	19,008	18,855	18,704	18,556	18,409

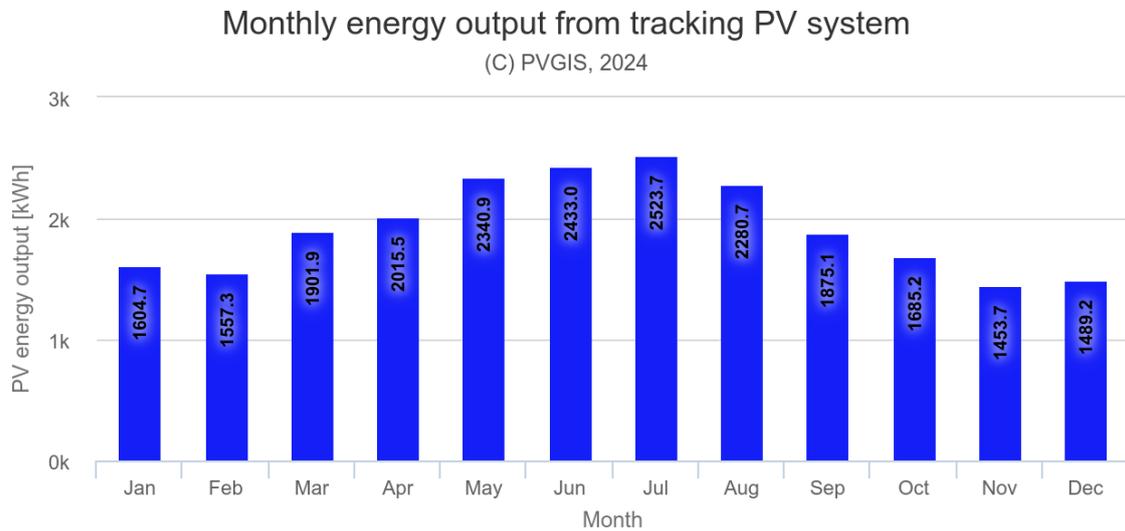
Del modelo de placa elegido el que mejor se adapta es el de 620 w de potencia.

Instalando 19 módulos de este tipo se puede obtener un máximo de 11,78 kW de potencia y así no desaprovechar en casi ningún momento potencia producida.

6.5 Potencia producida

Utilizando la herramienta PVGIS y los detalles de nuestro módulo solar elegido, se pueden obtener los kWh que se obtendrían cada mes del año.

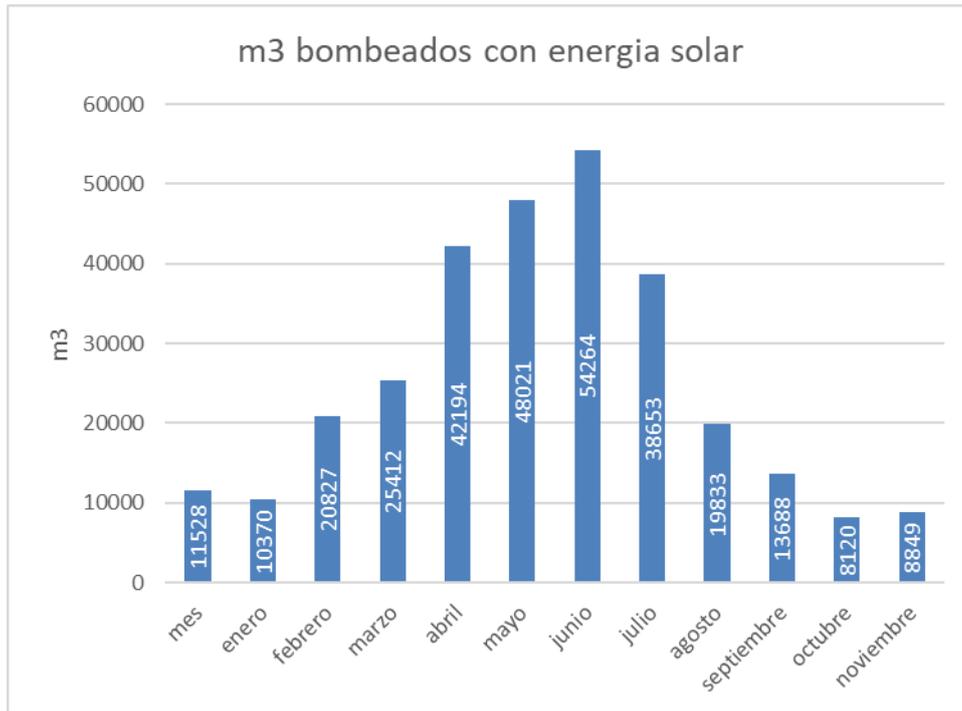
ILUSTRACIÓN 35 ENERGÍA OBTENIDA POR MES (FUENTE: PVGIS)



Si utilizamos la fórmula de la relación P-Q calculada anteriormente se obtienen los m3 que se podrían bombear cada mes de año.

En resumen, se ahorrarían un total del 23160,9 kwh cada año, con los que se bombearían hasta 301758 m3 de agua.

ILUSTRACIÓN 36 M3 BOMBEADOS CADA MES CON ENERGÍA SOLAR



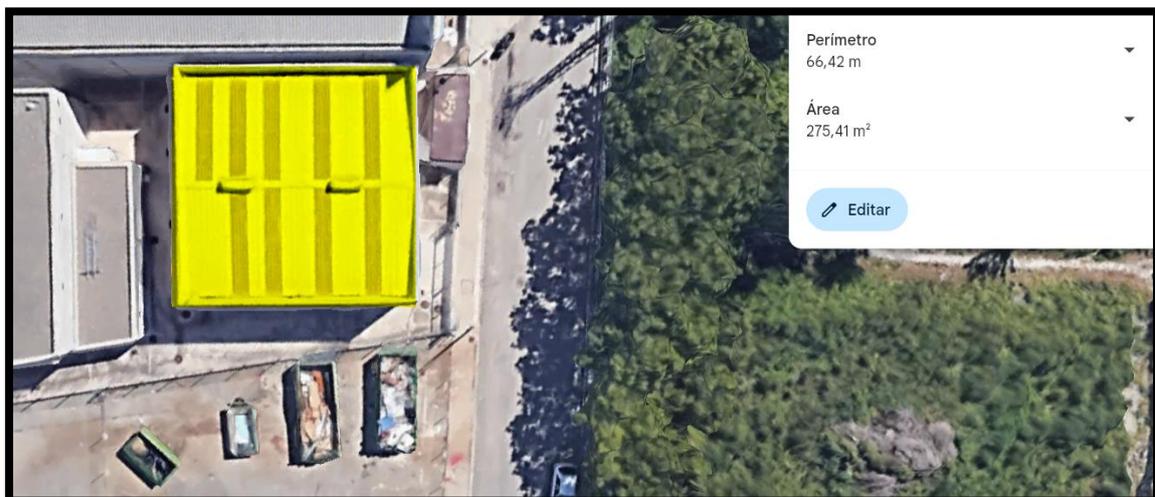
6.6 Superficie requerida

Para la instalación de estos módulos, se pretende utilizar la cubierta de la nave en la que actualmente se encuentran todos los equipos.

Cada módulo tiene una superficie de 2,7 m² (2382 mm x 1134mm), 19 módulos ocuparían un total de 51,3 m².

Puesto que la nave tiene una superficie de 275, se concluye que sí que hay espacio suficiente.

ILUSTRACIÓN 37 DIMENSIONES DE LA CUBIERTA DE LA NAVE



6.7 Estudio económico

En este apartado se calculará el tiempo necesario para amortizar el coste de la instalación del bombeo hidráulico mixto.

El precio final de la compra e instalación de los paneles y el sistema eléctrico correspondiente asciende a 6.599,05 €. Este dato se puede encontrar desglosado en el presupuesto.

En el punto 6.5 se ha estimado un ahorro de 23160,9 kwh cada año. El precio promedio del KWh se encuentra actualmente según la página de IBERDROLA 0,126190 €/kwh.

Esto supone un ahorro de 2922,67€ por año. Por lo que en alrededor de 2,3 años se completaría la amortización de la instalación.

TABLA 21 CÁLCULO TIEMPO AMORTIZACIÓN

KWh por año (Kwh)	23160,9
Preci KWh (€)	0,12619
Ahorro por año (€)	2922,67
Gasto instalación (€)	6.599,05
Años para la amortización completa (años)	2,3

7. Conclusiones

Una vez estudiado tanto la viabilidad actual como futura de la instalación de bombeo en la población de Daimús y realizado las simulaciones para los distintos casos posibles en el futuro, se llega a las siguientes conclusiones.

En términos de viabilidad actual de la instalación, el modo de funcionamiento actual cumple perfectamente la demanda, sin embargo, desaprovecha oportunidades para el ahorro y la optimización en el consumo energético. En este proyecto se propone un sistema fotovoltaico híbrido con el cual aprovechar al máximo la posición geográfica privilegiada en la que se encuentra el municipio de Daimús y extraer y aprovechar la energía solar fotovoltaica para generar un ahorro de alrededor de 2922 € todos los años.

En el estudio de la situación futura y la evolución de la demanda hidráulica de Daimús se ha confirmado el enorme crecimiento que experimenta esta población y las grandes variaciones en la demanda que experimenta debido al turismo de verano.

En este campo se ha comprobado que las bombas actuales son suficientes para cumplir con la demanda en el futuro, sin embargo, para ello hay que realizar distintos cambios.

Uno de ellos es la instalación de un variador de frecuencia en una de las bombas de suministro a la población para así ajustar mejor las presiones en toda la red a todas las horas de día, evitando de esta manera un incremento de fugas debido a sobrepresiones.

Y el cambio más importante de todos es la sustitución de las tuberías de fibrocemento. Al ser la red de distribución relativamente antigua, gran parte de las tuberías están compuestas de este

material tan problemático a largo plazo. Estas tuberías en un futuro será necesario realizar su cambio para evitar posibles riesgos a la salud. En este proyecto se ha propuesto aprovechar este cambio para aumentar los diámetros de algunas tuberías y así solucionar tanto el problema del fibrocemento como el futuro aumento de la demanda en el futuro.

Con estas dos medidas se consigue tanto garantizar el correcto funcionamiento del sistema de distribución de agua potable en el pueblo de Daimús durante los próximos años como reducir y optimizar energéticamente el conjunto de la instalación.

8. Bibliografía

- **Bandera azul**

<https://www.banderaazul.org/>

- **Instituto nacional de estadística (INE)**

<https://www.ine.es/nomen2/index.do?accion=busquedaDesdeHome&nombrePoblacion=Daim%C3%BA>

<https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=53001&L=0>

- **Fundación Aquae**

<https://www.fundacionaquae.org/en-que-se-utiliza-el-agua-en-espana/>

- **Aliaxis**

<https://www.aliaxis.es/>

- **Grundfos**

<https://product-selection.grundfos.com/es/products/cr-cre-cri-crie-crn-crne-crt-crte/cr/cr-90-2-2-96124076?pumpssystemid=2435631897&tab=variant-curves>

- **Iberdrola**

<https://www.iberdrola.es/luz/precio-luz-hoy>

- **Multidisciplinary Digital Publishing Institute**

<https://www.mdpi.com/2673-4591/69/1/7>



PRESUPUESTO

Obra: DAIMÚS

Presupuesto

% C.I. 0

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)			
DAIMÚS	Capítulo				765.878,52	765.878,52			
01	Capítulo		CAMBIO DE CONDUCCIONES		733.007,81	733.007,81			
01.1	Capítulo		MOVIMIENTO DE TIERRAS		458.591,02	458.591,02			
A01003	Partida	m³	Excavación mecánica zanja tuberías, terreno compacto Excavación mecánica en zanjas para tuberías hasta 4 m de profundidad, con retroexcavadora, en terreno compacto, medido sobre perfil.	11.796,00	3,76	44.352,96			
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				11796				11.796,00	11.796,00
O01009	Mano de obra	h	Peón	0,0400	21,3500	0,85			
M01058	Maquinaria	h	Retroexcavadora orugas hidráulica 131/160 CV (97/118 kW), 22 t, cazo 1,10 m³	0,0400	72,8500	2,91			
			A01003	11.796,00	3,76	44.352,96			
A01002	Partida	m³	Excavación mecánica zanja tuberías, terreno franco-ligero Excavación mecánica en zanjas para tuberías hasta 4 m de profundidad, con retroexcavadora, en terreno franco-ligero, medido sobre perfil.	17.695,00	1,98	35.036,10			
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				17695				17.695,00	17.695,00
O01009	Mano de obra	h	Peón	0,0210	21,3500	0,45			
M01058	Maquinaria	h	Retroexcavadora orugas hidráulica 131/160 CV (97/118 kW), 22 t, cazo 1,10 m³	0,0210	72,8500	1,53			
			A01002	17.695,00	1,98	35.036,10			
A01006	Partida	m³	Construcción cama tuberías, D<= 20 cm Construcción de cama de tuberías con el material adecuado, con una distancia de transporte máxima de 20 km.	5.898,00	34,54	203.716,92			
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				5898				5.898,00	5.898,00
P02001	Material	m³	Arena (p.o.)	1,2000	23,8700	28,64			
M01055	Maquinaria	h	Retrocarga 71/100 CV, (52/74 kW), 8 t, cazo: 0,90-0,18 m³, cuchara 1,00 m³	0,0670	42,6100	2,85			
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios	0,0670	22,1100	1,48			
I02044	Auxiliar	m³	Carga mecánica, transporte D<= 5 m	1,2000	1,3100	1,57			
O01009	Mano de obra	h	Peón	0,0020	21,3500	0,04			
M01064	Maquinaria	h	Retroexcavadora ruedas hidráulica 131/160 CV (97/118 kW), 19 t, cazo 0,90 m³	0,0200	63,6300	1,27			
			I02044	1,2000	1,3100	1,57			
			A01006	5.898,00	34,54	203.716,92			
A01019	Partida	m³	Relleno, compactado mecánico zanjas, material seleccionado procedente de las propias excavaciones Relleno y compactado con medios mecánicos de zanjas con material procedente de las propias excavaciones seleccionado mediante cazo cribador.	7.078,00	9,58	67.807,24			

				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal			
				7078				7.078,00	7.078,00			
O01009	Mano de obra	h	Peón						0,1000	21,3500	2,14	
M01049	Maquinaria	h	Pala cargadora orugas 131/160 CV (76/118 kW), 21 t, cuchara 2,40 m³						0,0200	73,6000	1,47	
M01058	Maquinaria	h	Retroexcavadora orugas hidráulica 131/160 CV (97/118 kW), 22 t, cazo 1,10 m³						0,0800	72,8500	5,83	
M02041	Maquinaria	h	Cazo cribador para retroexcavadora						0,0800	1,7100	0,14	
A01019									7.078,00	9,58	67.807,24	
A01017	Partida	m³	Relleno, compactado mecánico zanjas, material procedente de las propias excavaciones						16.515,00	6,52	107.677,80	
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal			
				16515				16.515,00	16.515,00			
O01009	Mano de obra	h	Peón						0,1000	21,3500	2,14	
M01049	Maquinaria	h	Pala cargadora orugas 131/160 CV (76/118 kW), 21 t, cuchara 2,40 m³						0,0200	73,6000	1,47	
M01058	Maquinaria	h	Retroexcavadora orugas hidráulica 131/160 CV (97/118 kW), 22 t, cazo 1,10 m³						0,0400	72,8500	2,91	
A01017									16.515,00	6,52	107.677,80	
										01.1	458.591,02	458.591,02
01.2	Capítulo	CONDUCCIONES								272.169,78	272.169,78	
ZCONEX1	Partida	ud	Búsqueda, excavación y doble corte de conducción de fibrocemento de DN 200 mm						1,00	476,46	476,46	
				Búsqueda, excavación y doble corte de conducción de fibrocemento de DN 200 mm en terrenos compactos. Ejecución de trabajos atendiendo al Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. No incluye la gestión del residuo. Se incluye el embalaje, precintado y etiquetado de los residuos.								
M01058	Maquinaria	h	Retroexcavadora orugas hidráulica 131/160 CV (97/118 kW), 22 t, cazo 1,10 m³						2,0000	72,8500	145,70	
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios						4,0000	22,1100	88,44	
O01009	Mano de obra	h	Peón						4,0000	21,3500	85,40	
M04001	Maquinaria	h	Compresor 31/70 CV, dos martillos						4,0000	39,2300	156,92	
ZCONEX1									1,00	476,46	476,46	
A06051	Partida	m	Tubería PE100, ø 200 mm, 1,25 MPa, junta goma, colocada						1.202,00	21,16	25.434,32	
				Tubería de PE100 de 200 mm de diámetro y 1,25 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales ni la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.								
P160551	Material	m	Tubería PE100 orientado ø 200 mm 1,25 MPa, junta de goma (p.o.)						1,0000	17,5800	17,58	
O01017	Auxiliar	h	Cuadrilla A						0,0400	57,7300	2,31	
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista						1,0000	24,9400	24,94	
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios						1,0000	22,1100	22,11	

O01009	Mano de obra	h	Peón	0,5000	21,3500	10,68
			O01017	0,0400	57,7300	2,31
M01020	Maquinaria	h	Camión volquete grúa hasta 130 CV (96 kW)	0,0320	39,5500	1,27
			A06051	1.202,00	21,16	25.434,32
A06052	Partida	m	Tubería PVC orientado, ø 180 mm, 1,25 MPa, junta goma, colocada	8.100,00	18,17	147.177,00
			Tubería de PVC orientado de 180 mm de diámetro y 1,25 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales ni la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
P16052	Material	m	Tubería PVC orientado ø 180 mm 1,25 MPa, junta de goma (p.o.)	1,0000	14,5900	14,59
O01017	Auxiliar	h	Cuadrilla A	0,0400	57,7300	2,31
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista	1,0000	24,9400	24,94
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios	1,0000	22,1100	22,11
O01009	Mano de obra	h	Peón	0,5000	21,3500	10,68
			O01017	0,0400	57,7300	2,31
M01020	Maquinaria	h	Camión volquete grúa hasta 130 CV (96 kW)	0,0320	39,5500	1,27
			A06052	8.100,00	18,17	147.177,00
A06053	Partida	m	Tubería PVC orientado, ø 140 mm, 1,25 MPa, junta goma, colocada	5.388,00	12,30	66.272,40
			Tubería de PVC orientado de 140 mm de diámetro y 1,25 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales ni la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
P16053	Material	m	Tubería PVC orientado ø 140 mm 1,25 MPa, junta de goma (p.o.)	1,0000	8,7200	8,72
O01017	Auxiliar	h	Cuadrilla A	0,0400	57,7300	2,31
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista	1,0000	24,9400	24,94
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios	1,0000	22,1100	22,11
O01009	Mano de obra	h	Peón	0,5000	21,3500	10,68
			O01017	0,0400	57,7300	2,31
M01020	Maquinaria	h	Camión volquete grúa hasta 130 CV (96 kW)	0,0320	39,5500	1,27
			A06053	5.388,00	12,30	66.272,40
A06054	Partida	m	Tubería PVC orientado, ø 90 mm, 1,25 MPa, junta goma, colocada	54,00	7,36	397,44
			Tubería de PVC orientado de 90 mm de diámetro y 1,25 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales ni la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
P16054	Material	m	Tubería PVC orientado ø 90mm 1,25 MPa, junta de goma (p.o.)	1,0000	3,7800	3,78
O01017	Auxiliar	h	Cuadrilla A	0,0400	57,7300	2,31

001004	Mano de obra	h	Oficial especialista					1,0000	24,9400	24,94
001005	Mano de obra	h	Oficial de oficios					1,0000	22,1100	22,11
001009	Mano de obra	h	Peón					0,5000	21,3500	10,68
			001017					0,0400	57,7300	2,31
M01020	Maquinaria	h	Camión volquete grúa hasta 130 CV (96 kW)					0,0320	39,5500	1,27
			A06054					54,00	7,36	397,44
A06055	Partida	m	Tubería PVC orientado, ø 450 mm, 1,25 MPa, junta goma, colocada					352,00	92,08	32.412,16
			Tubería de PVC orientado de 450 mm de diámetro y 1,25 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales ni la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.							
P16055	Material	m	Tubería PVC orientado ø 450 mm 1,25 MPa, junta de goma (p.o.)					1,0000	88,5000	88,50
001017	Auxiliar	h	Cuadrilla A					0,0400	57,7300	2,31
001004	Mano de obra	h	Oficial especialista					1,0000	24,9400	24,94
001005	Mano de obra	h	Oficial de oficios					1,0000	22,1100	22,11
001009	Mano de obra	h	Peón					0,5000	21,3500	10,68
			001017					0,0400	57,7300	2,31
M01020	Maquinaria	h	Camión volquete grúa hasta 130 CV (96 kW)					0,0320	39,5500	1,27
			A06055					352,00	92,08	32.412,16
			01.2						272.169,78	272.169,78
01.3	Capítulo		OBRAS AUXILIARES						2.247,01	2.247,01
01.5.1	Capítulo		REPOSICIONES						168,95	168,95
I06029	Partida	m³	Construcción de capa granular zahorra RCD 0/20					6,75	25,03	168,95
			Construcción de capa granular de espesor mayor a 20 cm, con zahorra RCD 0/20, incluyendo mezcla, extendido, perfilado, riego a humedad óptima y compactación de las capas hasta una densidad del 98% del Ensayo Proctor Modificado, con distancia máxima del agua de 3 km.							
					Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Final ramal		1	96,47	0,70	0,10	6,75	6,75
P02028	Material	t	Zahorra RCD 0/20 (p.o.)					2,2000	8,7500	19,25
M01077	Maquinaria	h	Motoniveladora 131/160 CV (97/118 kW)					0,0450	63,9700	2,88
M01084	Maquinaria	h	Compactador vibro 131/160 CV (97/118 kW)					0,0450	53,5800	2,41
I04002	Auxiliar	m³	Riego a humedad óptima para compactación 80 l/m³, A1-A3, D<=3 km					1,0000	0,4900	0,49
I04001	Maquinaria	m³	Riego, carga/descarga D<= 3 km					0,0800	6,1700	0,49
			I04002					1,0000	0,4900	0,49
			I06029					6,75	25,03	168,95
			01.5.1						168,95	168,95

01.5.2		Capítulo		DADOS DE ANCLAJE				576,40	576,40	
I14012	Partida	m³	Hormigón HA-25/spb/40-20/X0-XC1-XC2, planta, D<=20 km				2,69	102,64	276,10	
			Hormigón para armar HA-25 (25 N/mm² de resistencia característica) con árido de 40 o 20 mm de tamaño máximo, elaborado en planta, a una distancia máxima de 20 km a la planta. Incluida puesta en obra, exclusivamente desde camión hormigonera procedente de la planta.							
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			En Ramal Codos 45°	6	0,75	0,75	0,75	2,53		
				6	0,30	0,30	0,30	0,16	2,69	
O01009	Mano de obra	h	Peón					1,4000	21,3500	29,89
P03005	Material	m³	Hormigón HA-25/spb/40-20/X0-XC1-XC2 (p.o.)					1,0000	72,3100	72,31
M02018	Maquinaria	h	Vibrador hormigón, sin mano de obra					0,1000	4,3800	0,44
			I14012					2,69	102,64	276,10
I16002	Partida	m²	Encofrado y desencofrado madera zapatas, vigas riostras y encepados					6,00	21,94	131,64
			Encofrado y desencofrado con madera en zapatas, zanjas, vigas y encepados de cimentación, considerando 4 posturas, incluyendo la aplicación de aditivo desencofrante, sin incluir medios auxiliares.							
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			Encofrado dados de anclaje	6	1,00	1,00		6,00	6,00	
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista					0,2900	24,9400	7,23
O01009	Mano de obra	h	Peón					0,2900	21,3500	6,19
P01033	Material	m³	Madera encofrar (p.o.)					0,0200	393,8300	7,88
P01044	Material	kg	Puntas (p.o.)					0,1500	2,4900	0,37
P01045	Material	kg	Alambre (p.o.)					0,1000	1,8000	0,18
P01041	Material	l	Aceite de desencofrado, encofrados absorbentes (p.o.)					0,0200	4,4100	0,09
			I16002					6,00	21,94	131,64
I15003	Partida	kg	Acero corrugado, ø 12 a 16 mm, B-500S/SD, colocado					80,70	2,09	168,66
			Acero corrugado, diámetro 12 a 16 mm, B-500S/SD, colocado en obra.							
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			cuantía 30 kg/m3	80,7				80,70	80,70	
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista					0,0180	24,9400	0,45
O01009	Mano de obra	h	Peón					0,0180	21,3500	0,38
P01048	Material	kg	Acero B500S/SD (500 N/mm² límite elástico), en barras o elaborado (p.o.)					1,0500	1,1700	1,23
P01045	Material	kg	Alambre (p.o.)					0,0150	1,8000	0,03
			I15003					80,70	2,09	168,66
			01.5.2					576,40	576,40	

01.5.3	Capítulo	ARQUETAS					1.501,66	1.501,66	
ARQUE12/15	Partida	ud	Arqueta de 1,20 x 1,20 m. y 1,50 m de profundidad media			2,00	750,83	1.501,66	
			Arqueta de 1,20 x 1,20 m y 1,50 m de profundidad media, formada por: solera de hormigon armado HA-25/B/20/II+Qa con 15 kg. de acero B 500 SD en redondos; ladrillo ceramico panal de 25x12x5 cm. Enfoscado y bruñido por el interior; cono truncado de hormigon armado HA-20 en remate superior; tapa de fundicion redonda para trafico de 60 cm. Con marco cuadrado de fundicion con anclajes; incluso excavacion, relleno y transporte de tierras sobrantes a vertedero; construida segun NTE/IFA-51. Medida la unidad terminada.						
P03007	Material	m³	Hormigón HM-25/spb/40-20/X0-XC1-XC2 (p.o.)			0,5000	72,3100	36,16	
P01188	Material	mil	Ladrillo perforado tosco 24x11,5x7 cm (p.o.)			0,5160	163,8800	84,56	
P01048	Material	kg	Acero B500S/SD (500 N/mm² límite elástico), en barras o elaborado (p.o.)			15,0000	1,1700	17,55	
N23135AA	Material	ud	Conjunto de registro en fundicion ductil, no ventilado,			1,0000	175,0000	175,00	
N23163BP	Material	ud	Ud anillo de hormigon armado con junta de goma, de y 1200 mm y 50 cm de altura.			1,0000	100,0000	100,00	
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista			7,0000	24,9400	174,58	
O01009	Mano de obra	h	Peón			7,0000	21,3500	149,45	
P03053	Material	m³	Mortero cemento y arena M-5 (1/6) central (p.o.)			0,2000	67,6700	13,53	
			ARQUE12/15			2,00	750,83	1.501,66	
			01.5.3					1.501,66	1.501,66
			01.3					2.247,01	2.247,01
			01					733.007,81	733.007,81
02	Capítulo	INSTALACIÓN FV					6.999,68	6.999,68	
02.2	Capítulo	MODULOS FV					3.970,81	3.970,81	
ZM540WPS	Partida	UD	Ud. Suministro y montaje de Módulo Fotovoltaico 620 Wp o similar en estructura metálica sobre fachada.			19,00	208,99	3.970,81	
			Ud. Suministro y montaje de Módulo Fotovoltaico de dimensiones 2382x1134x30 mm, modelo HSN-210R-B132, con potencia pico de 620W y eficiencia 23%. Incluso reparto, colocación en estructura metálica aporticada en suelo, testeo de voltaje de placa, marcado e identificación, totalmente acabado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			19	1,00			19,00	19,00	
UM540WP	Material	ud	Módulo Fotovoltaico 540 Wp			1,0000	190,5000	190,50	
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios			0,2500	22,1100	5,53	
O01009	Mano de obra	h	Peón			0,2500	21,3500	5,34	
M01003	Maquinaria	h	Camión 131/160 CV (97/118 kW)			0,2000	38,1100	7,62	
			ZM540WPS			19,00	208,99	3.970,81	
			02.2					3.970,81	3.970,81
02.3	Capítulo	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT					1.442,56	1.442,56	
02.2.3	Capítulo	PUESTA A TIERRA					449,94	449,94	
ZCU6MM2	Partida	ML	Cable de cobre de 6 mm2, para puesta a tierra.			60,00	1,72	103,20	
			Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable de 6 mm2. de cobre desnudo para la conexión entre módulos fotovoltaicos mediante terminales M4, formando la red principal de tierras. Incluido grapas de cobre totalmente instalado.						

				CP	1	1,00	1,00			
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios					0,5000	22,1100	11,06
P25158	Material	ud	Pica de toma de tierra 200/14,3 Fe+Cu (p.o.)					1,0000	13,7300	13,73
ZPICA14								1,00	24,79	24,79
ZARQ55X55	Partida	UD	Arqueta prefabricada polipropileno 55x55x55 cm					1,00	208,55	208,55
Suministro y montaje de arqueta enterrada prefabricada registrable para canalización eléctrica, fabricada en polipropileno con fondo, y de medidas interiores 55x 55x 55 cm. Incluye la excavación, la parte proporcional de embocaduras, recibido de canalizaciones y sellado de cierres. El precio también incluye puesta de gravilla para conformar su asiento y el relleno perimetral exterior, la tapa y el marco de fundición fijado perimetralmente con mortero, así como toda la parte proporcional de medios auxiliares y mano de obra necesaria. Medida como unidad completamente ejecutada. nivelada. entrasada. limpia y terminada.										
O01005	Mano de obra	h	Oficial de oficios					1,5000	22,1100	33,17
O01009	Mano de obra	h	Peón					1,5000	21,3500	32,03
M01054	Maquinaria	h	Retrocarga hasta 70 CV (51 kW), 3,0 t, cazo: 0,60-0,16 m³, cuchara 0,28 m³					0,0800	35,9200	2,87
P03049	Material	m³	Mortero cemento y arena M-20 (1/2) central (p.o.)					0,0650	98,7800	6,42
P02016	Material	t	Gravilla AG-6/12 (p.o.)					0,4000	10,1400	4,06
MEL_ARTPFUN	Material	ud	Tapa + Marco fundición B125 para arqueta 55x55cm					1,0000	75,0000	75,00
MEL_ARPP	Material	UD	Arqueta PP 55x55x55 con fondo					1,0000	55,0000	55,00
ZARQ55X55								1,00	208,55	208,55
02.2.3									449,94	449,94
02.2.4	Capítulo	CANALIZACIONES							470,50	470,50
E02227	Partida	m	Tubo rígido de PE, diámetro nominal 200 mm (Normal), instalado					50,00	9,41	470,50
Canalización enterrada de tubo rígido, suministrado en barra, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de 200 mm de diámetro nominal(exterior), resistencia a la compresión 450 N y resistencia al impacto para uso normal. Conformidad con UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-24. Incluyendo p/p de manguitos, separadores, bridas y/o cualquier otro accesorio de conexión, totalmente instalado										
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
				1	50,00			50,00	50,00	
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista					0,2360	24,9400	5,89
P25167	Material	m	Tubo rígido de PE, diámetro nominal 200 mm (Normal) (p.o.)					1,0000	3,5200	3,52
E02227								50,00	9,41	470,50
02.2.4									470,50	470,50
02.2.5	Capítulo	PROTECCIONES CC							297,61	297,61
ZCAJA14	Partida	UD	Suministro y montaje de protecciones en cuadro secundario CC					1,00	297,61	297,61
Ud. Suministro y montaje de protecciones en cuadro secundario de corriente continua, parámetros mínimos a controlar Tensión, Corriente, kW, monitorizables, montado en el interior de hornacina prefabricada (no incluida en el precio). Compuesto de hasta 7 entradas de string. Incluso limitador de sobretensiones de clase II, seccionador general manual. Totalmente instalado, incluso parte proporcional de accesorios necesarios para su instalación y conexionado con la red modbus RS-485. Totalmente acabado.										
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	

			1		1,00	1,00		
001004	Mano de obra	h	Oficial especialista			4,2000	24,9400	104,75
001005	Mano de obra	h	Oficial de oficios			4,2000	22,1100	92,86
CUADRO14	Material	UD	Suministro y Montaje de protecciones en cuadro secundario CC			1,0000	100,0000	100,00
			ZCAJA14			1,00	297,61	297,61
			02.2.5				297,61	297,61
02.2.9	Capítulo		MECANISMOS Y PUNTOS DE LUZ				224,51	224,51
EIEM12bbb	Partida	ud	Interruptor bipolar de superficie de calidad media con mecanismo completo de 10A/250			1,00	19,24	19,24
			Interruptor bipolar de superficie de calidad media con mecanismo completo de 10A/250 V con tecla , incluso pequeño material, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.					
001004	Mano de obra	h	Oficial especialista			0,2500	24,9400	6,24
PIED18bbb	Material	ud	Interruptor bipolar de superficie de calidad media con mecanismo completo de 10A/250 V y tecla sin marco, incluido pequeño material.			1,0000	10,0000	10,00
PIED15baba	Material	ud	Marco embellecedor para un mecanismo eléctrico de superficie de calidad media.			1,0000	3,0000	3,00
			EIEM12bbb			1,00	19,24	19,24
EIEM17bbba	Partida	ud	Toma de corriente doméstica estanca de calidad media para instalaciones de superficie 10/16A			1,00	40,45	40,45
			Toma de corriente doméstica estanca de calidad media para instalaciones de superficie, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230 V y tapa, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.					
001004	Mano de obra	h	Oficial especialista			0,9000	24,9400	22,45
PIED23bbba	Material	ud	Toma de corriente doméstica estanca de calidad media para instalaciones de superficie			1,0000	15,0000	15,00
PIED15bbba	Material	ud	Marco embellecedor estanco para un mecanismo eléctrico de superficie de calidad media.			1,0000	3,0000	3,00
			EIEM17bbba			1,00	40,45	40,45
EILI.2fa	Partida	ud	Luminaria, de 1270x113x50 mm, para 2 tubos led T8 de 18 W.			3,00	54,94	164,82
			Luminaria, de 1270x113x50 mm, para 2 tubos led T8 de 18 W, con cuerpo de policarbonato; reflector interior de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético; protección IP65, factor de potencia 0,98, tensión 220-240 V AC, luminosidad 3920 lm, instalación en la superficie del techo.					
001004	Mano de obra	h	Oficial especialista			1,0000	24,9400	24,94
PILI.2fa	Material	ud	Luminaria, de 1270x113x50 mm, para 2 tubos led T8 de 18 W.			1,0000	30,0000	30,00
			EILI.2fa			3,00	54,94	164,82
			02.2.9				224,51	224,51
			02.3				1.442,56	1.442,56
02.6	Capítulo		ESTRUCTURA PORTANTE				1.586,31	1.586,31
ZESTMET	Partida	ud	Suministro, montaje y colocación de estructura de acero galvanizado en caliente, para instalar con una inclinación de 36° módulos fotovoltaicos.			19,00	47,70	906,30

Suministro, montaje y colocación de estructura de acero galvanizado mediante uniones atornilladas, para instalar con una inclinación de 36° módulos fotovoltaicos de dimensiones 2,25 x 1,13 m, según documentación gráfica descrita en el proyecto, montada con tornillería de acero al carbono 8.8 galvanizada en caliente con un espesor mínimo de 50 micras fijación de los módulos mediante grapas de acero con separador incluido anclaje sobre estructura soporte de hormigón prefabricado, paneles dispuestos en dos filas en posición vertical con la inclinación indicada en planos utilizando las propias correas como bandeja metálica para el tendido de los cables. Los perfiles de los pórticos son de tipo CF 120x2,5 mm para el dintel, CF 100x2,5 mm para los pialres, CF 60x2,0 mm para la diagonal y 41/41x2,5 mm para las correas. Los pilares se instalan hincados directamente al suelo quedando 1,60 m enterrados. Se incluye mano de obra, maquinaria, piezas especiales y pruebas "pull out" en cada pilar.

				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
				19				19,00	19,00		
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista						0,5000	24,9400	12,47
O01009	Mano de obra	h	Peón						0,5000	21,3500	10,68
ZM00001	Maquinaria	H	Equipo mecánico de micropilotaje						0,1500	150,0000	22,50
ZS235	Material	kg	Acero conformado S235JR (p.o.)						1,0000	2,0500	2,05
ZESTMET									19,00	47,70	906,30

ZANCLAJE_1	Partida	ud	Perforación y relleno de hormigón para anclaje de perfiles metálicos en zonas compactadas y/o rocosas						19,00	35,79	680,01
Perforación de orificio de dimensiones superiores al perfil metálico a hincar para terrenos compactos y/o rocosos y relleno de hormigón HM-20. El precio incluye el replanteo previo, perforación hasta la profundidad especificada (1,60 m) en cualquiera de los procedimientos, el ensayo de arranque según solicitudes y condiciones de proyecto, y todos los medios auxiliares y humanos necesarios para dejarlo totalmente acabado, a plomo, a la altura establecida, y garantizando la resistencia a tracción vertical establecida en el proyecto. Para cada unidad se considera la repetición del procedimiento tantas veces como sea necesario hasta cumplir con las premisas de los ensayos.											

				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
				19				19,00	19,00		
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista						0,2500	24,9400	6,24
O01009	Mano de obra	h	Peón						0,2500	21,3500	5,34
MM00048	Maquinaria	h	Máquina hinca y perforación sobre orugas						0,2500	35,0000	8,75
HMQ2701	Maquinaria	h	Carretilla elevadora hasta 4,6m y 3.000 kg						0,2500	13,9000	3,48
P03004	Material	m³	Hormigón estructural en masa HM-20/spb/20/l, árido 20 mm (p.o.)						0,2000	59,9100	11,98
ZANCLAJE_1									19,00	35,79	680,01

02.6										1.586,31	1.586,31
02										6.999,68	6.999,68
03	Capítulo	GESTIÓN DE RESIDUOS							6.599,05	6.599,05	

ZRESI1	Partida	ud	Partida alzada a justificar en concepto de canon de vertido de tierras limpias no sujetas a RD 105/2008						1,00	1.143,28	1.143,28
G01013	Partida	m³	Partida alzada a justificar en concepto de canon de vertido de tierras limpias no sujetas a RD 105/2008 Clasificación de RCDs inertes por medios manuales						243,07	12,81	3.113,73
Clasificación y recogida selectiva en obra de los diferentes residuos de construcción y demolición inertes (hormigones, morteros, piedras y áridos, ladrillos, azulejos, tejas, etc...) para poder considerarlos limpios en la planta de tratamiento, al entregarlos de forma separada y facilitando con ello su valorización. Realizado todo ello por medios manuales.											

				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Maderas				5				5,00	

			Papel y cartón	5				5,00			
			Plásticos	5				5,00			
			Vegetales	124,67				124,67			
			Desarbolado	103,4				103,40	243,07		
O01009	Mano de obra	h	Peón						0,6000	21,3500	12,81
			G01013						243,07	12,81	3.113,73
G01014	Partida	m ³	Clasificación de RCDs metales por medios manuales						5,00	25,62	128,10
			Clasificación y recogida selectiva en obra de los diferentes residuos de construcción y demolición metálicos para poder considerarlos limpios en la planta de tratamiento, al entregarlos de forma separada y facilitando con ello su valorización. Realizado todo ello por medios manuales.								
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
			Metales	5				5,00	5,00		
O01009	Mano de obra	h	Peón						1,2000	21,3500	25,62
			G01014						5,00	25,62	128,10
G01005	Partida	ud	Cambio/entrega contenedor 20 km						12,00	61,03	732,36
			Cambio/entrega contenedor 20 km.								
M01021	Maquinaria	h	Camión volquete grúa 131/160 CV (97/118 kW)						1,4000	43,5900	61,03
			G01005						12,00	61,03	732,36
ZFIBRO	Partida	m3	Recogida, carga, transporte y descarga y gestión en vertedero autorizado, de residuos peligrosos amianto cemento.						1,24	1.194,82	1.481,58
			Recogida, carga, transporte y descarga y gestión en vertedero autorizado, de residuos peligrosos amianto cemento, generados con la ejecución de la obra. A cualquier distancia, totalmente terminado, i/p.p. De medios auxiliares y canon de vertido.								
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal		
				1,24				1,24	1,24		
M01021	Maquinaria	h	Camión volquete grúa 131/160 CV (97/118 kW)						3,0000	43,5900	130,77
O01009	Mano de obra	h	Peón						3,0000	21,3500	64,05
ZUFIBRO	Sin clasificar	M3	Plus canon residuos peligrosos de fibrocemento						1,0000	1.000,0000	1.000,00
			ZFIBRO						1,24	1.194,82	1.481,58
			03							6.599,05	6.599,05
04	Capítulo		SEGURIDAD Y SALUD							11.179,67	11.179,67
08.1	Capítulo		PROTECCIONES COLECTIVAS							737,11	737,11
ZPR...1	Partida	ud	Señal normalizada de tráfico con soporte						4,00	10,52	42,08
			Ud. Señal normalizada de tráfico con soporte, incluida la colocación								
L01046	Auxiliar	ud	Señal normalizada tráfico con soporte, colocada						1,0000	10,5200	10,52
P40046	Material	ud	Señal normalizada tráfico con soporte, colocada						1,0000	10,5200	10,52
			L01046						1,0000	10,5200	10,52
			ZPR...1						4,00	10,52	42,08

ZPR...3	Partida	ud	Cartel indicativo de riesgo, en cartón ó madera	5,00	5,00	25,00
			Ud. Cartel indicativo de riesgo, en cartón ó madera, sin soporte metálico, incluida colocación			
L01048	Auxiliar	ud	Cartel indicativo de riesgo con soporte, colocado	1,0000	5,0000	5,00
P40048	Material	ud	Cartel indicativo de riesgo con soporte, colocado	1,0000	5,0000	5,00
			L01048	1,0000	5,0000	5,00
			ZPR...3	5,00	5,00	25,00
ZPR...4	Partida	ml	Cinta de balizamiento reflectante	50,00	1,29	64,50
			Ml. Cinta de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y montaje			
L01049	Auxiliar	m	Cinta balizamiento, colocada	1,1000	1,1700	1,29
P40049	Material	m	Cinta balizamiento, colocada	1,0000	1,1700	1,17
			L01049	1,1000	1,1700	1,29
			ZPR...4	50,00	1,29	64,50
ZPR..17	Partida	ml	Valla normalizada de desviación de tráfico	8,00	2,43	19,44
			Ud. Valla normalizada de desviación de tráfico, incluida la colocación			
L01044	Auxiliar	ud	Valla normalizada desviación tráfico, colocada	1,0000	2,4300	2,43
P40044	Material	ud	Valla normalizada desviación tráfico, colocada	1,0000	2,4300	2,43
			L01044	1,0000	2,4300	2,43
			ZPR..17	8,00	2,43	19,44
ZPR..25	Partida	ud	Baliza luminosa intermitente	2,00	56,76	113,52
			Ud. Baliza luminosa intermitente.			
L01052	Auxiliar	ud	Baliza luminosa intermitente, colocada	1,0000	56,7600	56,76
P40052	Material	ud	Baliza luminosa intermitente, colocada	1,0000	56,7600	56,76
			L01052	1,0000	56,7600	56,76
			ZPR..25	2,00	56,76	113,52
ZPR..30	Partida	ud	Tapón plástico protección redondos	100,00	0,90	90,00
			Ud. Tapón de plástico para protección de cabeza de redondo.			
L01033	Auxiliar	ud	Tapón plástico protección redondos	1,0000	0,9000	0,90
P40033	Material	ud	Tapón plástico protección redondos	1,0000	0,9000	0,90
			L01033	1,0000	0,9000	0,90
			ZPR..30	100,00	0,90	90,00
ZPR..33	Partida	ud	Topes para camión en excavaciones	2,00	21,03	42,06
			Ud. Topes para camión en excavaciones, realizados en madera sobre estacas hincadas en tierra.			
L01037	Auxiliar	ud	Topes para camión en excavaciones	1,0000	21,0300	21,03
P40037	Material	ud	Topes para camión en excavaciones	1,0000	21,0300	21,03
			L01037	1,0000	21,0300	21,03
			ZPR..33	2,00	21,03	42,06
ZSH.360	Partida	ud	Protección huecos horizontales	2,00	27,35	54,70

			Ud. Protección de huecos horizontales con tabloncillos de madera unidos entre si por tablas clavadas, incluido elementos de fijación al hueco que evite su desplazamiento, incluido desmontaje.			
L01035	Auxiliar	m²	Protección huecos horizontales. Montaje y desmontaje	1,1000	20,3300	22,36
P40035	Material	m²	Protección huecos horizontales. Montaje y desmontaje	1,0000	20,3300	20,33
			L01035	1,1000	20,3300	22,36
O01004	Mano de obra	h	Oficial especialista	0,2000	24,9400	4,99
			ZSH.360	2,00	27,35	54,70
ZPR..35	Partida	ud	Línea de anclaje horizontal temporal, de cinta de poliéster, fijada a soporte de hormigón o metálico; instalada	3,00	95,27	285,81
			Línea de anclaje horizontal temporal de cinta, de 15 m de longitud, para asegurar a un operario, con sistema de anclaje de carga de 25 kN; con mecanismo de bloqueo antirretorno.			
L01232	Auxiliar	ud	Línea de anclaje horizontal temporal, de cinta de poliéster, fijada a soporte de hormigón o metálico; instalada	1,0000	95,2700	95,27
P40232	Material	ud	Línea de anclaje horizontal temporal, de cinta de poliéster, fijada a soporte de hormigón o metálico; instalada	1,0000	95,2700	95,27
			L01232	1,0000	95,2700	95,27
			ZPR..35	3,00	95,27	285,81
			08.1		737,11	737,11
08.2	Capítulo		EXTINCIÓN DE INCENDIOS		145,14	145,14
ZEX...1	Partida		Extintor de polvo polivalente, incluidos el soporte y colocación	2,00	72,57	145,14
			UD Extintor de polvo polivalente, incluidos el soporte y colocación			
L01239	Auxiliar	ud	Extintor polvo ABC 9 kg, colocado	1,0000	72,5700	72,57
P40239	Material	ud	Extintor polvo ABC 9 kg, colocado	1,0000	72,5700	72,57
			L01239	1,0000	72,5700	72,57
			ZEX...1	2,00	72,57	145,14
			08.2		145,14	145,14
08.3	Capítulo		MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS		74,02	74,02
ZMED..2C2	Partida	ud	Botiquín instalado en los diversos tajos	2,00	10,13	20,26
			Ud. Botiquín instalado en los diversos tajos			
L01183	Auxiliar	ud	Botiquín individual transportable con trabillas sujeción	1,0000	10,1300	10,13
P40183	Material	ud	Botiquín individual transportable con trabillas sujeción	1,0000	10,1300	10,13
			L01183	1,0000	10,1300	10,13
			ZMED..2C2	2,00	10,13	20,26
ZMED..3C3	Partida	ud	Reposición material sanitario	2,00	26,88	53,76
			Ud. Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra			
L01060	Auxiliar	ud	Reposición material sanitario	1,0000	26,8800	26,88
P40060	Material	ud	Reposición material sanitario	1,0000	26,8800	26,88
			L01060	1,0000	26,8800	26,88
			ZMED..3C3	2,00	26,88	53,76
			08.3		74,02	74,02

08.4	Capítulo	SERVICIOS PARA EL PERSONAL			9.514,76	9.514,76
ZESS_01	Partida	mes	Alquiler caseta prefabricada aseos en obra, de 1,70x0,90x2,30 m (1,60 m²).	12,00	76,25	915,00
			Alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra, de 1,70x0,90x2,30 m (1,60 m²); aislada interiormente; instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; termo eléctrico de 50 litros de capacidad; ventana y puerta de entrada; inodoro, y lavabo; puerta en inodoro y cortina en ducha. Según R.D. 1627/1997.			
L01205	Auxiliar	mes	Alquiler caseta prefabricada aseos en obra, de 1,70x0,90x2,30 m (1,60 m²).	1,0000	76,2500	76,25
P40205	Material	mes	Alquiler caseta prefabricada aseos en obra, de 1,70x0,90x2,30 m (1,60 m²).	1,0000	76,2500	76,25
			L01205	1,0000	76,2500	76,25
			ZESS_01	12,00	76,25	915,00
ZESS_02	Partida	mes	Alquiler caseta prefabricada vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).	12,00	100,53	1.206,36
			Alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 (9,80) m²; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventana. Según R.D. 1627/1997.			
L01208	Auxiliar	mes	Alquiler caseta prefabricada vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).	1,0000	100,5300	100,53
P40208	Material	mes	Alquiler caseta prefabricada vestuarios en obra, de 4,20x2,33x2,30 m (9,80 m²).	1,0000	100,5300	100,53
			L01208	1,0000	100,5300	100,53
			ZESS_02	12,00	100,53	1.206,36
ZESS_03	Partida	mes	Alquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m²)	12,00	183,86	2.206,32
			Alquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 (18,40) m²; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventana; Según R.D. 1627/1997.			
L01013	Auxiliar	mes	Alquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m²)	1,0000	183,8600	183,86
P40013	Material	mes	Alquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m²)	1,0000	183,8600	183,86
			L01013	1,0000	183,8600	183,86
			ZESS_03	12,00	183,86	2.206,32
ZESS_04	Partida	mes	Taquilla metálica individual (1 ud x nº operarios punta x 1,20)	8,00	75,94	607,52
			Taquilla metálica, para uso individual con llave, (1 unidad x nº operarios punta x 1,20) colocada.			
L01021	Auxiliar	ud	Taquilla metálica individual (1 ud x nº operarios punta x 1,20)	1,0000	75,9400	75,94
P40021	Material	ud	Taquilla metálica individual (1 ud x nº operarios punta x 1,20)	1,0000	75,9400	75,94
			L01021	1,0000	75,9400	75,94
			ZESS_04	8,00	75,94	607,52
ZESS_05	Partida	UD	Limpieza y conservación instalaciones bienestar	24,00	170,80	4.099,20
			Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal (se considera un peón, toda la jornada durante el transcurso de la obra).			
L01026	Auxiliar	h	Limpieza y conservación instalaciones bienestar	8,0000	21,3500	170,80
O01009	Mano de obra	h	Peón	1,0000	21,3500	21,35
			L01026	8,0000	21,3500	170,80
			ZESS_05	24,00	170,80	4.099,20
ZESS_06	Partida	mes	Alquiler de horno microondas	12,00	40,03	480,36
			Horno microondas de 18 l y 800 W.			
L01227	Auxiliar	mes	Alquiler de horno microondas	1,0000	40,0300	40,03

P40227	Material	mes	Alquiler de horno microondas	1,0000	40,0300	40,03
			L01227	1,0000	40,0300	40,03
			ZESS_06	12,00	40,03	480,36
			08.4		9.514,76	9.514,76
08.5	Capítulo		ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL		708,64	708,64
ZESS_10	Partida	UD	Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco	8,00	7,25	58,00
			Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación, ruleta de ajuste y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.			
L01066	Auxiliar	ud	Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco	1,0000	7,2500	7,25
P40066	Material	ud	Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco	1,0000	7,2500	7,25
			L01066	1,0000	7,2500	7,25
			ZESS_10	8,00	7,25	58,00
ZESS_11	Partida	UD	Botas de seguridad Categoría S1+P	8,00	13,50	108,00
			Botas de seguridad en piel; puntera 200 J (SB); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes (SRC); resistente a la perforación (P); cierre por cordones; cañas forradas y acolchados internos en caña y fuelle. Categoría: S1 + P (SB + A + E + P). Norma UNE-EN 20345.			
L01152	Auxiliar	par	Botas de seguridad piel Categoría S1+P	1,0000	13,5000	13,50
P40152	Material	par	Botas de seguridad piel Categoría S1+P	1,0000	13,5000	13,50
			L01152	1,0000	13,5000	13,50
			ZESS_11	8,00	13,50	108,00
ZESS_12	Partida	UD	Chaleco alta visibilidad	8,00	4,15	33,20
			Chaleco alta visibilidad. Clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas, con cremallera. Con logotipo en el pectoral izquierdo del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio). Disponible en naranja y amarillo flúor. Norma UNE-EN 20471.			
L01100	Auxiliar	ud	Chaleco alta visibilidad	1,0000	4,1500	4,15
P40100	Material	ud	Chaleco alta visibilidad	1,0000	4,1500	4,15
			L01100	1,0000	4,1500	4,15
			ZESS_12	8,00	4,15	33,20
ZESS_13	Partida	UD	Guantes piel protección riesgos mecánicos, forrado en palma	4,00	1,79	7,16
			Guantes de protección contra riesgos mecánicos en piel flor vacuno de primera, forrado en palma; resistencias mínimas: a la abrasión, 3; al corte, 1; al rasgado, 2; y a la perforación, 2. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.			
L01135	Auxiliar	par	Guantes piel protección riesgos mecánicos, forrado en palma	1,0000	1,7900	1,79
P40135	Material	par	Guantes piel protección riesgos mecánicos, forrado en palma	1,0000	1,7900	1,79
			L01135	1,0000	1,7900	1,79
			ZESS_13	4,00	1,79	7,16
ZESS_14	Partida	UD	Guantes protección riesgo eléctrico en baja tensión	4,00	21,41	85,64
			Guantes de protección de riesgo eléctrico en baja tensión, fabricados en material aislante, de clase O y categoría R. Norma UNE-EN 60903.			
L01136	Auxiliar	par	Guantes protección riesgo eléctrico en baja tensión	1,0000	21,4100	21,41
P40136	Material	par	Guantes protección riesgo eléctrico en baja tensión	1,0000	21,4100	21,41
			L01136	1,0000	21,4100	21,41

			ZESS_14	4,00	21,41	85,64
ZESS_15	Partida	UD	Gafas montura universal, in&out, patilla regulable	4,00	6,35	25,40
			Gafas de montura universal. Resistencia a impactos de baja energía (F); ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección in&out (2-1,7) o (5-1,7). Clase Óptica 1 (trabajos continuos); resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K); tratamiento antiempañamiento; patillas regulables en longitud y abatibles; con sistema de anclaje para cordón de sujeción. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170 y UNE-EN 172.			
L01292	Auxiliar	ud	Gafas montura universal, in&out, patilla regulable	1,0000	6,3500	6,35
P40292	Material	ud	Gafas montura universal, in&out, patilla regulable	1,0000	6,3500	6,35
			L01292	1,0000	6,3500	6,35
			ZESS_15	4,00	6,35	25,40
ZESS_16	Partida	UD	Pantalla facial con visor de policarbonato incoloro con cierre con mentonera	4,00	6,30	25,20
			Pantalla facial con visor de policarbonato incoloro con cierre con mentonera. Con arnés para la cabeza, antiempañante, protección frente a impactos de alta velocidad y media energía y salpicaduras de líquidos. Norma UNE-EN 166.			
L01193	Auxiliar	ud	Pantalla facial con visor de policarbonato incoloro con cierre con mentonera	1,0000	6,3000	6,30
P40193	Material	ud	Pantalla facial con visor de policarbonato incoloro con cierre con mentonera	1,0000	6,3000	6,30
			L01193	1,0000	6,3000	6,30
			ZESS_16	4,00	6,30	25,20
ZESS_17	Partida	UD	Arnés anticaídas+Cinturón de posicionamiento	4,00	53,84	215,36
			Arnés de seguridad para trabajos en altura; con dos puntos de anclaje (dorsal y esternal). Cinturón de posicionamiento con dos anillas, ancho y confortable. Perneras ergonómicas acolchadas, regulable en muslos y hombros. Norma UNE-EN 361 y UNE-EN 358.			
L01125	Auxiliar	ud	Arnés anticaídas + Cinturón de posicionamiento	1,0000	53,8400	53,84
P40125	Material	ud	Arnés anticaídas + Cinturón de posicionamiento	1,0000	53,8400	53,84
			L01125	1,0000	53,8400	53,84
			ZESS_17	4,00	53,84	215,36
ZESS_18	Partida	UD	Ropa de trabajo de alta visibilidad: mono	4,00	25,41	101,64
			Mono tipo italiano de alta visibilidad, mezcla poliéster algodón (mínimo 20% algodón), con cremallera central de calidad y resistente, goma interior en la cintura en la espalda y costura de doble respunte, con logotipo en el pectoral izquierdo del Grupo Tragsa, Tragsa o Tragsatec en colores y vaciado (incluido en el precio). Colores: amarillo y naranja fluorescente o variante mixta. Norma UNE-EN 20471.			
L01257	Auxiliar	ud	Ropa de trabajo de alta visibilidad: mono	1,0000	25,4100	25,41
P40257	Material	ud	Ropa de trabajo de alta visibilidad: mono	1,0000	25,4100	25,41
			L01257	1,0000	25,4100	25,41
			ZESS_18	4,00	25,41	101,64
ZESS_19	Partida	UD	Traje impermeable en nailon	4,00	7,04	28,16
			Traje impermeable en Nailon-PVC; chaqueta y pantalón; para trabajos en tiempo lluvioso. Con solapa interior en la cremallera central. Colores azul marino o verde.			
L01102	Auxiliar	ud	Traje impermeable en nailon	1,0000	7,0400	7,04
P40102	Material	ud	Traje impermeable en nailon	1,0000	7,0400	7,04
			L01102	1,0000	7,0400	7,04
			ZESS_19	4,00	7,04	28,16
ZESS_20	Partida	UD	Protector auditivo tapones con banda	8,00	2,61	20,88
			Protector auditivo de tapones con banda (que pueda colocarse sobre la cabeza), con tapones desechables. Atenuación media 25-30db. Norma UNE-EN 352-2.			

L01073	Auxiliar	ud	Protector auditivo tapones con banda	1,0000	2,6100	2,61
P40073	Material	ud	Protector auditivo tapones con banda	1,0000	2,6100	2,61
			L01073	1,0000	2,6100	2,61
			ZESS_20	8,00	2,61	20,88
			08.5		708,64	708,64
			04		11.179,67	11.179,67
05	Capítulo		CONTROL DE CALIDAD		8.092,31	8.092,31
ZCONCAL	Partida	UD	Partida alzada a justificar en concepto de control de calidad del 1 % del P.E.M.	1,00	8.092,31	8.092,31
			Partida alzada a justificar en concepto de control de calidad del 1 % del P.E.M.			
			05		8.092,31	8.092,31
			DAIMÚS		765.878,52	765.878,52
	Gasto General Beneficio industrial		Gasto general 13%			99.564,21
			Beneficio industrial 6%			45.952,71
			DAIMÚS		911.395,44	911.395,44
	IVA		IVA 21%			191.393,04
			DAIMÚS		1.102.788,48	1.102.788,48

Everest G12R Series 600-635W

132-cell Bifacial HJT Half Cell
Double-glass Solar Module



OBB Technology

Shorter current transmission distance, less resistive loss and higher cell efficiency, more sophisticated look.



HJT Technology

Combining gettering process and double-sided $\mu\text{-Si}$ to improve cell efficiency and module power.



Up to 95% Bifaciality

Natural symmetrical bifacial structure bringing more energy yield from the backside.



Sealing with PIB

Stronger water resistance, greater air impermeability to extend module lifespan.



Suitable for Utility project

Lower BOS cost, lower LCOE.



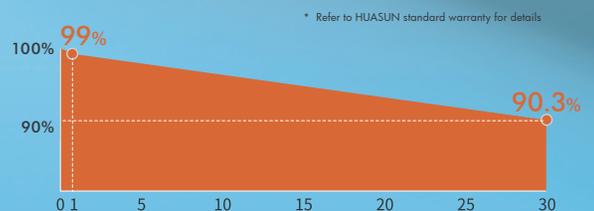
WARRANTY

Product Warranty **15** years

Power Warranty **30** years

Complete System and Product Certifications:

- IEC61215, IEC61730
- ISO9001:2015 Quality Management System
- ISO14001:2015 Environment Management System
- ISO45001:2018 Occupational Health and Safety
- IEC62941:2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules- Quality system for PV module manufacturing



* First year power degradation $\leq 1\%$
 * Annual power degradation (2-30 year) $\leq 0.3\%$
 * Power output until the 30th year $\geq 90.3\%$



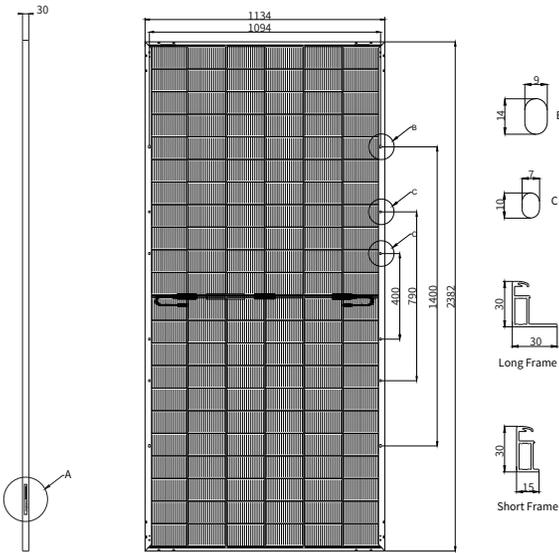
HSN-210R-B132 600-635W

132-Half-Cell Bifacial HJT Module

- BloombergNEF Tier 1 PV module manufacturer
- Reinsurance underwritten by Ariel Re

Engineering Drawings

Unit: mm



Mechanical Characteristics

Cell Type	HJT
No. of Cells	132 (6x22)
Dimensions	2382 x 1134 x 30 mm
Weight	32.6kg
Junction Box	IP68
Cable	4mm ² ; +350/-250mm or customized; UV resistant
Connector	MC4 / MC4-Evo2A / PV-H4 / Z4S-abcd / ST4
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Max Static Load (front side/rear side)	5400Pa / 2400Pa
Glass	Dual glass, 2.0mm

Electrical Characteristics

STC

HSN-210R-B132	DS600	DS605	DS610	DS615	DS620	DS625	DS630	DS635
Maximum Power (Pmax/W)	600	605	610	615	620	625	630	635
Module Efficiency (%)	22.2	22.4	22.6	22.8	23.0	23.1	23.3	23.5
Voltage at Pmax (Vmp/V)	40.69	40.78	40.85	40.96	41.05	41.14	41.23	41.32
Current at Pmax (Imp/A)	14.76	14.85	14.95	15.03	15.12	15.21	15.30	15.39
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.75	48.85	48.94	49.05	49.15	49.25	49.34	49.43
Short Circuit Current (Isc/A)	15.56	15.66	15.76	15.86	15.96	16.06	16.16	16.26

STC: AM1.5, 1000W/m², 25°C.

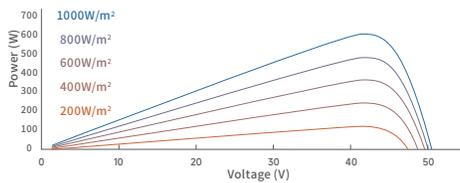
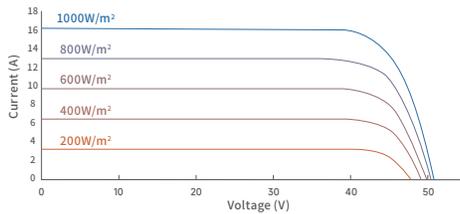
BSTC

Maximum Power (Pmax/W)	672	678	684	689	695	700	706	712
Voltage at Pmax (Vmp/V)	40.83	40.92	40.99	41.10	41.19	41.28	41.37	41.46
Current at Pmax (Imp/A)	16.48	16.58	16.69	16.78	16.88	16.98	17.08	17.18
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.92	49.02	49.11	49.22	49.32	49.42	49.51	49.60
Short Circuit Current (Isc/A)	17.45	17.56	17.67	17.79	17.90	18.01	18.12	18.24

BSTC: AM1.5, 1000W/m², 135W/m², 25°C.

I-V Curve

(HSN-210R-B132DS620)



Temperature Characteristics

Temperature Coefficient of Pmax	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.22%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.04%/°C

Operating Conditions

Nominal Operating Cell Temp.	44±2°C
Operating Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Tolerance of Pmax	0~+3%
Power Selection	0~+5W
Bifaciality	90±5%
Safety Class	Class II

NOCT

Maximum Power (Pmax/W)	458	461	465	469	473	477	481	484
Voltage at Pmax (Vmp/V)	38.84	38.92	38.98	39.09	39.18	39.26	39.34	39.42
Current at Pmax (Imp/A)	11.80	11.87	11.95	12.01	12.08	12.16	12.23	12.30
Open Circuit Voltage (Voc/V)	46.53	46.62	46.71	46.82	46.91	47.01	47.09	47.18
Short Circuit Current (Isc/A)	12.44	12.52	12.60	12.68	12.76	12.84	12.92	13.00

NOCT: AM1.5, 800W/m², 20°C, 1m/s.

Packaging

	40HQ
Modules Per Pallet	36
Pallets Per Container	20
Modules Per Container	720



ANHUI HUASUN ENERGY CO., LTD. All rights reserved © 2020-2024

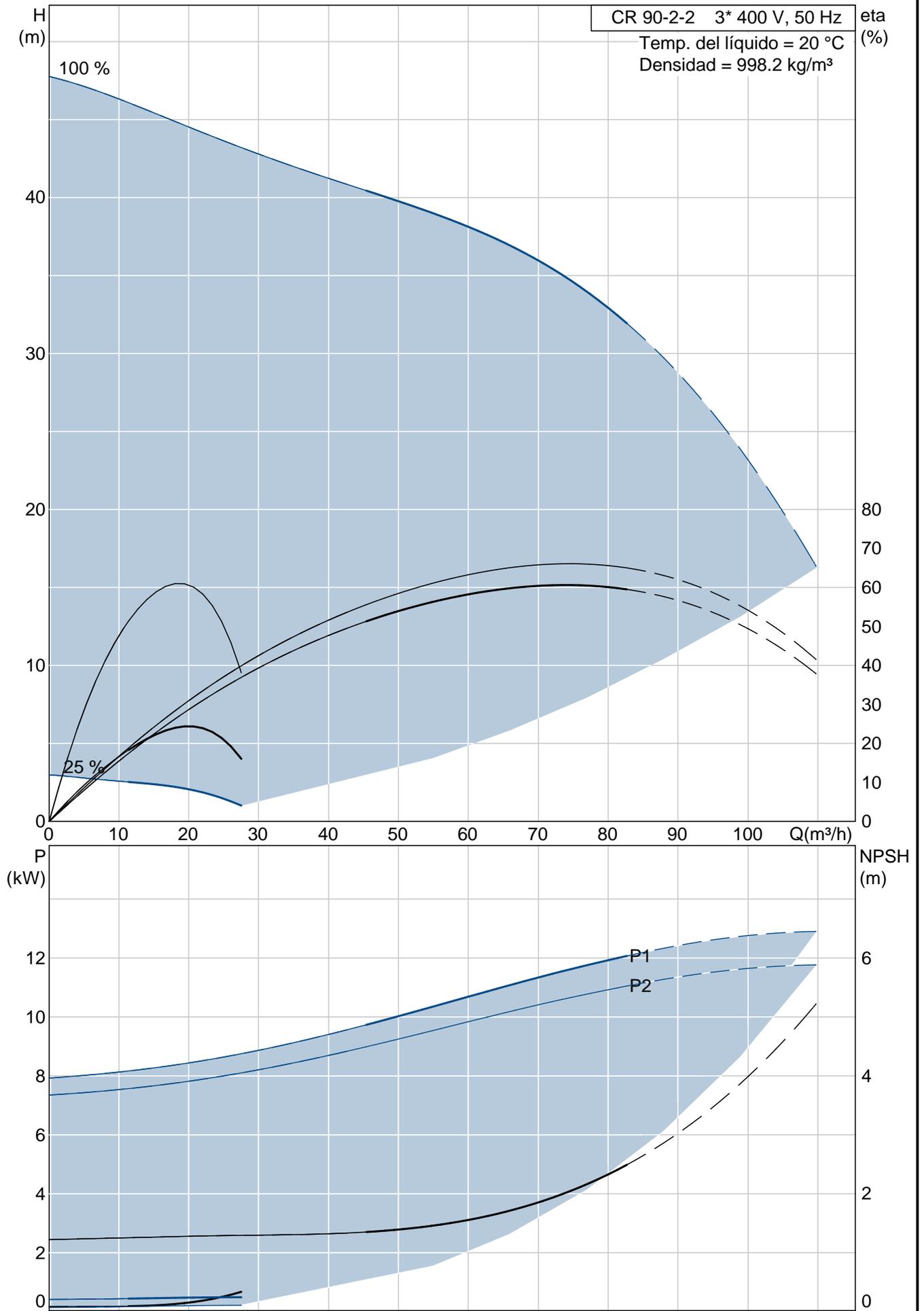
NO.99 Qingliu Road, Economic and Technological Development Zone, Xuancheng, Anhui, China
 Tel: 0086-563-3318095 www.huasunsolar.com
 sales@huasunsolar.com customerservice@huasunsolar.com

The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Anhui Huasun reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the latest version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

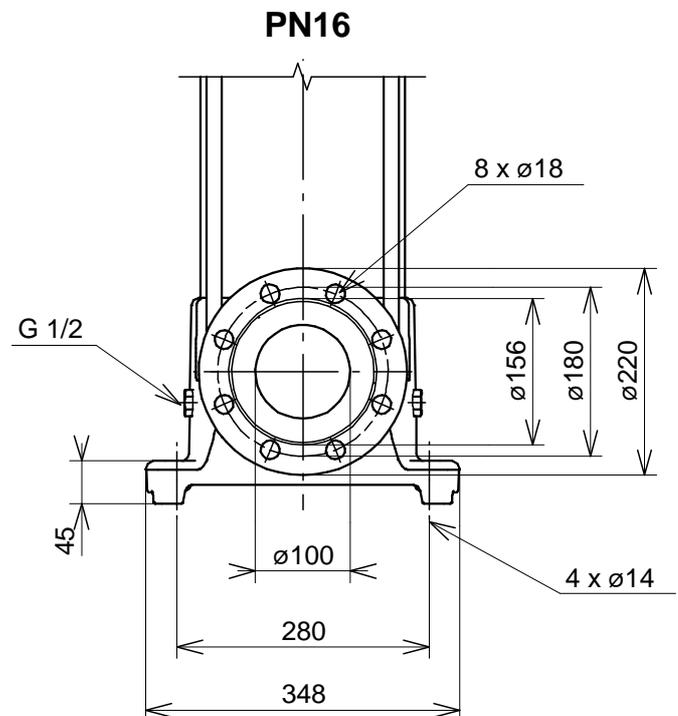
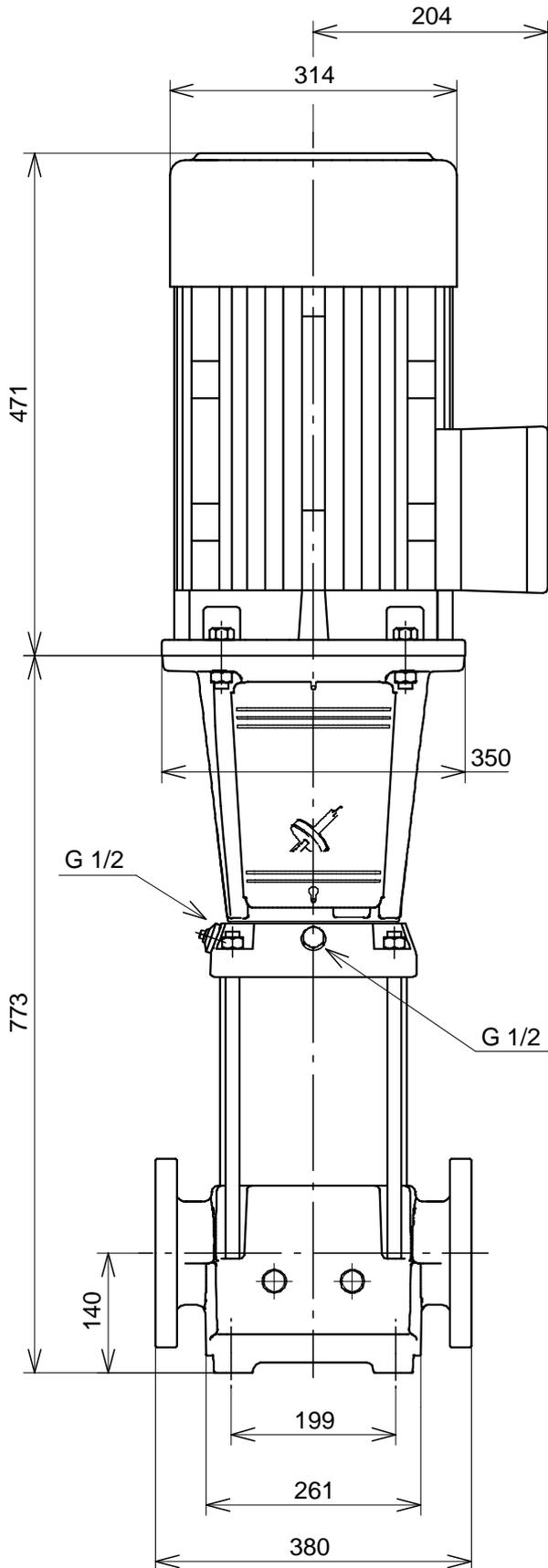
Posición	Contar	Descripción	Precio unit
	1	<p>CR 90-2-2 A-F-A-E-HQQE Código: 96124076 Bomba centrífuga vertical, no autocebante, multicelular, en línea para instalación en sistemas de tuberías o montaje en una cimentación.</p> <p>La bomba tiene las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impulsores y cámaras intermedias de Acero inoxidable DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4301. - Cabezal y base de la bomba de Fundición. - Longitud de montaje del cierre según DIN 24960. - Transmisión de energía mediante acoplamiento ranurado de fundición. - Conexión de tubería mediante bridas DIN. <p>El motor es un motor CA 3-fásico.</p> <p>Líquido: Rango de temperatura del líquido: -30 .. 120 °C Temp. líquido: 20 °C Densidad: 998.2 kg/m³</p> <p>Técnico: Velocidad para datos de bomba: 2924 rpm Caudal nominal: 90 m³/h Altura nominal: 29.9 m Cierre: HQQE Homologaciones en placa: CE</p> <p>Materiales: Cuerpo hidráulico: Fundición EN-JS1050 ASTM 80-55-06 Impulsor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304</p> <p>Instalación: Temperatura ambiental máxima: 60 °C Presión máxima a la temp. declarada: 16 bar / 120 °C 16 bar / -30 °C</p> <p>Tipo de brida: DIN Diámetro de conexiones: DN 100 Presión: PN 16 Tamaño de la brida del motor: FF300</p> <p>Datos eléctricos: Tipo de motor: 160MB IE Efficiency class: IE3 Número de polos: 2 Potencia nominal - P2: 11 kW Potencia (P2) requerida por la bomba: 11 kW Frecuencia de alimentación: 50 Hz Tensión nominal: 3 x 380-415 D/660-690 Y V Corriente nominal: 20,8-19,8/12,0-11,8 A Intensidad de arranque: 660-780 % Cos phi - Factor de potencia: 0,88-0,84 Velocidad nominal: 2940-2950 rpm IE efficiency: IE3 91,2% Rendimiento del motor a carga total: 91,2-91,2 % Rendimiento del motor a 3/4 de carga: 91,8-91,8 % Rendimiento del motor a 1/2 carga: 91,3-91,2 % Grado de protección (IEC 34-5): 55 (Protect. water jets/dust) Clase de aislamiento (IEC 85): F</p>	Precio bajo pedido

Posición	Contar	Descripción	Precio unit
		Otros: Peso neto: 168 kg Peso bruto: 201 kg Volumen: 0.47 m3	

96124076 CR 90-2-2 50 Hz



96124076 CR 90-2-2 50 Hz



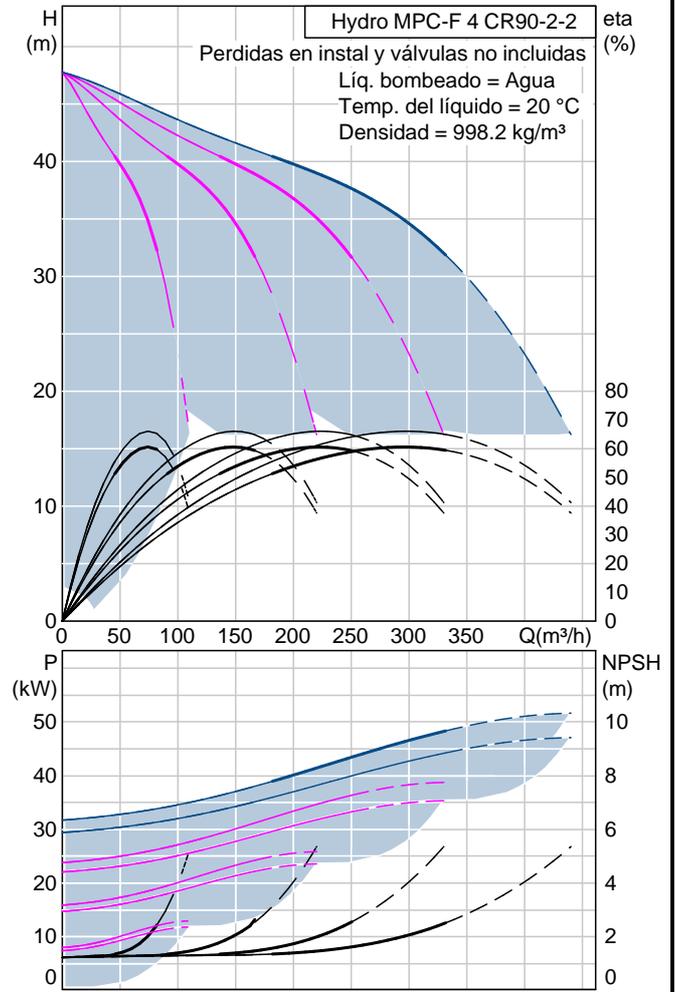
Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Posición	Contar	Descripción	Precio unit
	1	<p>Hydro MPC-F 4 CR90-2-2</p>  <p>Adverta! la foto puede diferir del actual producto</p> <p>Código: 95009008</p> <p>Sistema compacto de aumento de presión suministrado según la norma DIN 1988/T5.</p> <p>Las bombas son bombas CR(I) con un convertidor de frecuencia externo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydro MPC-F mantiene una presión constante gracias al ajuste constante de la velocidad de una de las bombas CR(I). - El rendimiento del sistema se adapta a la demanda gracias a la activación/desactivación del número de bombas CR(I) requerido y al control en paralelo de las bombas funcionando. - La conmutación de bomba es automático depende de la carga, tiempo y averías. <p>El sistema consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4 bombas centrifugas multicelulares verticales, tipo CR90-2-2 con un convertidor de frecuencia externo. <p>Una bomba está controlada por el convertidor de frecuencia; las otras funcionan en modo Arranque/parada.</p> <p>Las piezas de las bombas CRI en contacto con el líquido bombeado son de acero inoxidable. Las bases y cabezales de las bombas CR son de fundición; las otras piezas vitales son de acero inoxidable.</p> <p>Las bombas vienen equipadas con el cierre mecánico de cartucho HQQE de mantenimiento sencillo (SiC/SiC/EPDM).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos tuberías de acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4571. - Una válvula de retención (POM) y dos válvulas de aislamiento para cada bomba. <p>Las válvulas d retención y de aislamiento están certificadas respectivamente según las normas DVGW, y normas DIN y DVGW.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adaptador con válvula de aislamiento para la conexión a un tanque de diafragma. - Indicador de presión y transmisor de presión (salida analógica 4 - 20 mA). - Base de acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301. - Control MPC en un armario metálico, IP54, incluyendo los interruptores principales, todos los fusibles necesarios, protección del motor, equipo de conmutación y microprocesador CU 351. 	Precio bajo pedido

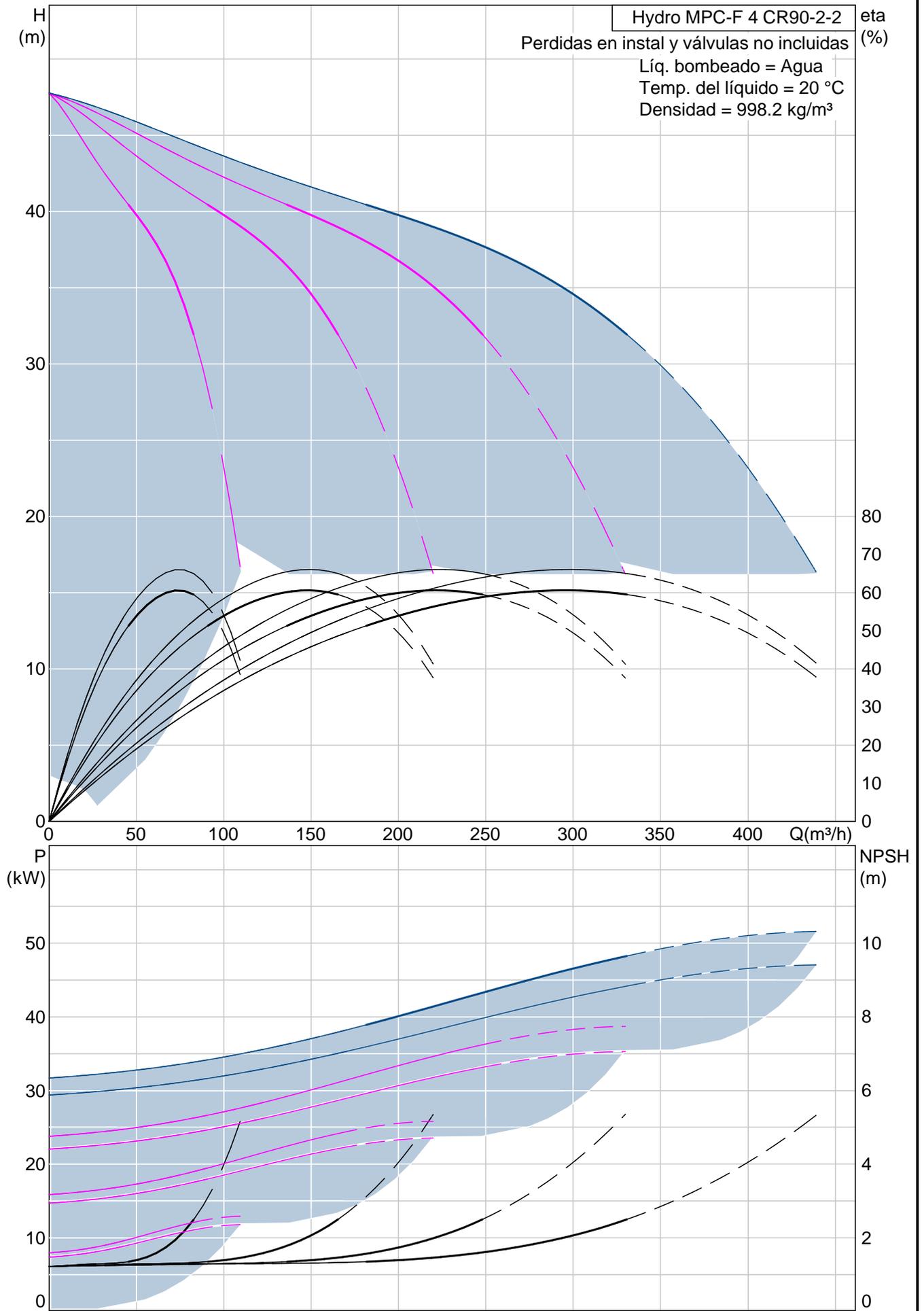
Posición	Contar	Descripción	Precio unit
		<p>La protección contra marcha en seco y el tanque de diafragma están disponibles como accesorios.</p> <p>El funcionamiento de la bomba está controlado por el panel de control MPC con las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control inteligente de la bomba. - Control de la presión constante gracias ajustes continuos de la velocidad de una bomba CR(I). - Control PID con parámetros PI ajustables (Kp+Ti). - Presión constante en el punto de trabajo, independientemente de la presión de entrada. - Funcionamiento en modo On/off a bajo caudal. - Control en cascada automático de las bombas para un rendimiento óptimo. - Selección del plazo mín. entre arranque/parada, conmutación automática de bomba y prioridad de la bomba. - Función automática de prueba de la bomba para prevenir las bombas inactivas de calarse. - Posibilidad de tener bombas en reserva. - Posibilidad de tener un sensor de seguridad. - Funcionamiento manual. - Influencia del punto de trabajo externo en opción. - Funciones de control remoto digital en opción: <ul style="list-style-type: none"> o sistema en modo on/off o trabajo máx., mín. o definido por el usuario. o hasta 7 alternativas de punto de trabajo. - Las entradas y salidas digitales se pueden configurar individualmente. - Funciones de control de la bomba y del sistema: <ul style="list-style-type: none"> o límites mínimas y máximas del valor actual. o presión de entrada. o protección del motor. o Sensores y cables inspeccionados para evitar su mal funcionamiento. o Indicador de alarma con las 24 alarmas. - Panel e indicadores: <ul style="list-style-type: none"> o panel gráfico de 320 x 240 pixels con contraluz. o indicador luminoso verde para indicaciones de funcionamiento e indicador luminoso rojo para indicaciones de avería. o Contactos de conmutación de libre potencial para funcionamiento y avería. - Comunicación bus Grundfos. <p>Todas las bombas, tuberías, cables y panel de control MPC están instalados en la base. El sistema de aumento de presión ha sido preajustado y probado.</p> <p>Líquido bombeado: Agua Presión máxima: 16 bar Caudal máximo: 480 m³/h Caudal máximo instalación: 360 m³/h Tensión: 380 - 415 V, 50 Hz, PE I sistema: 86 A Número de bombas principales: 4 P1 bomba principal: 11 kW Arranque de la bomba principal: star/delta star/delta Nº de bombas: 0 Aspiración: DN 250 Descarga: DN 250</p>	

<i>Posición</i>	<i>Contar</i>	<i>Descripción</i>	<i>Precio unit</i>
		Peso neto: 1060 kg	

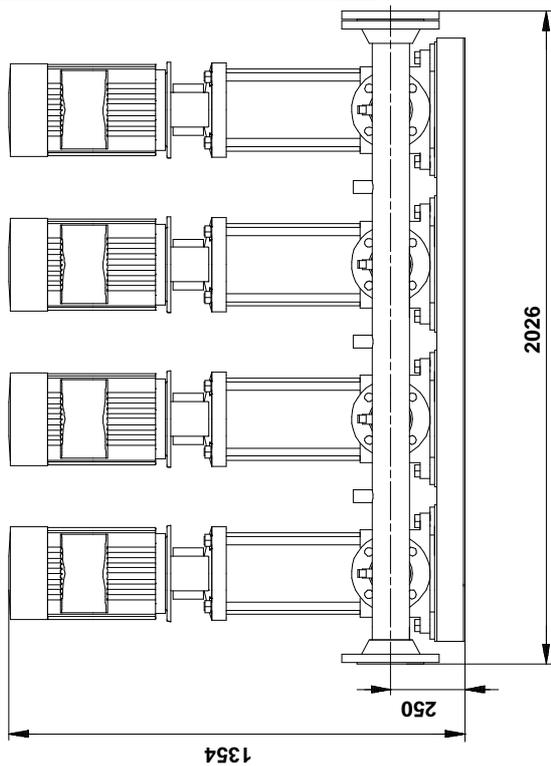
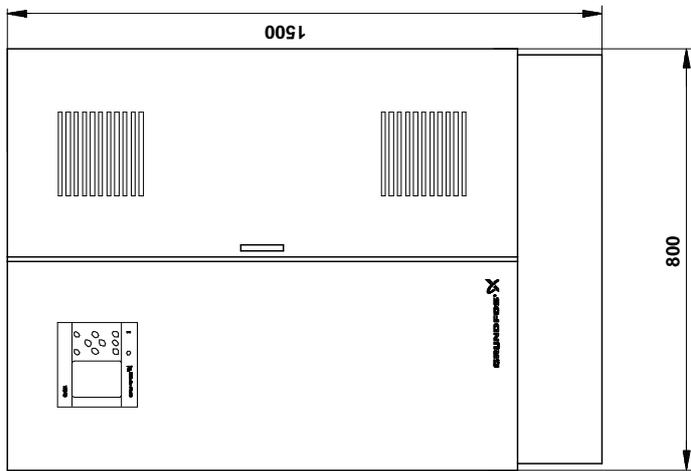
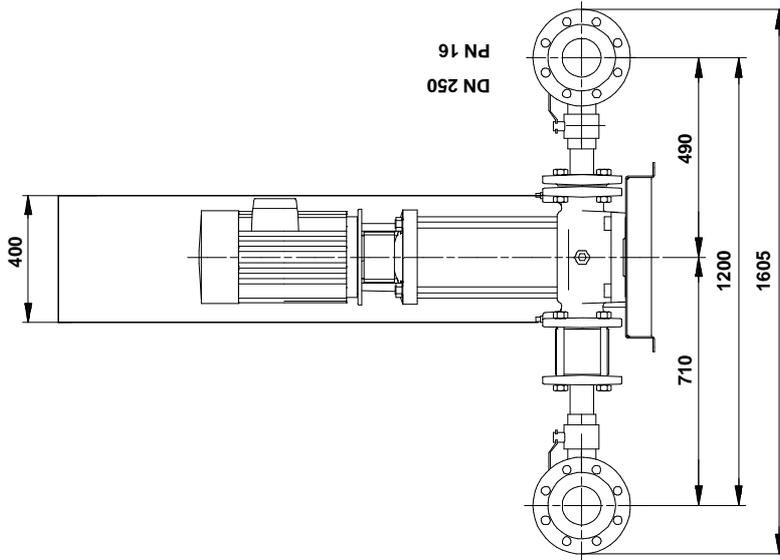
Descripción	Valor
Código:	Hydro MPC-F 4 CR90-2-2 95009008 5700835166326
Técnico:	
Caudal mínimo instalación:	45 m ³ /h
Caudal máximo:	480 m ³ /h
Caudal máximo instalación:	360 m ³ /h
Altura máxima:	49 m
Impulsores principales:	2
Nombre de la bomba principal:	CR90-2-2
Bomba N°:	96124076
Número de bombas:	4
Posición de válvula:	lado descarga
Instalación:	
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Presión máx. de entrada:	11.1 bar
Tipo de brida:	DIN
Aspiración:	DN 250
Descarga:	DN 250
Presión:	PN 16
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	5 .. 70 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m ³
Datos eléctricos:	
Potencia (P2) bomba principal:	11 kW
Frecuencia de alimentación:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380 - 415 V, 50 Hz, PE
Tensión nominal bomba principal:	3 x 380 V
Tipo de arranque:	star/delta
Arranque de la bomba principal:	star/delta
Intensidad nominal del sistema:	86 A
Grado de protección (IEC 34-5):	IP54
Tamaño de cable de alimentación:	L1,L2,L3,PE: 4x35-50 mm ²
Supresión de radio interferencias:	EMC Certificate - Hydro MPC 1 [2007]
Paneles control:	
Control type:	F
Panel de control:	CU 351
Control de velocidad:	Grundfos CUE
Tanque:	
Depósito de membrana:	No
Otros:	
Instalación básica:	Y
Peso neto:	1060 kg
Peso bruto:	1360 kg
Idioma:	GB
Gama de productos:	Internacional
Fichero de configuración Control MPC:	96307053
Fichero de configuración Hydro MPC:	96307205
Versión del Epstan:	V5.1049



95009008 Hydro MPC-F 4 CR90-2-2 50 Hz



95009008 Hydro MPC-F 4 CR90-2-2 50 Hz



Nota: Todas las unidades están en [mm] a menos que se establezcan otras.

Field Wiring

